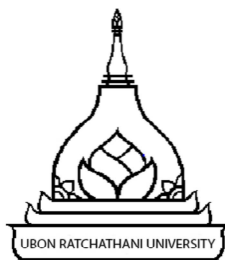




การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ชนันธร อุดมศิลป์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



THE DEVELOPMENT OF GRADE 10 STUDENT'S
LEARNING ACHIEVEMENT IN THE TOPIC OF
GENETIC INHERITANCE USING SCIENCE INQUIRY INSTRUCTION

CHANANTORN UDOMSIN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2016
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และติดตามการทำวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิดเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน พินสุวรรณ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ช่อทิพย์ กัณฑ์โชติ กรรมการคณะกรรมการสอบ ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ คุณครูวาสนา ดวงใจ และคุณครู วิไลวรรณ คำดี ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนศิขรภูมิพิสัย อำเภอศิขรภูมิ จังหวัด สุรินทร์ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเก็บข้อมูลวิจัย ขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกท่านที่ได้กรุณาอบรมสั่งสอนวิชาความรู้ และเป็นທີ່ปรึกษาในด้านต่าง ๆ ตลอดมา ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนเงินทุนการศึกษา ระดับปริญญาโท ในหลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา และสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจเสมอมา จนการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายนี้ขออน้อมระลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ที่ได้เลี้ยงดู อบรมสั่งสอนและเป็นกำลังใจในการศึกษาเล่าเรียนตลอดมา ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สนใจในการศึกษา ทั้งหมด

ชนันธร อุดมศิลป์

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย : ชนินทร์ อุดมศิลป์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร

คำสำคัญ : การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์, การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความพึงพอใจ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 38 คน ห้องเรียนที่ 2 จำนวน 41 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เก็บข้อมูลจาก 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ 2) ใบงาน และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ผลการวิจัยพบว่าสำหรับห้องเรียนที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.38/81.58 ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ ($E.I$) เท่ากับ 0.7416 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน ($\langle g \rangle$) คิดเป็นร้อยละ 74.16 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 28.29) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.58) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก (4.43 ± 0.65) และสำหรับห้องเรียนที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.53/80.49 ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7282 ทำให้นักเรียน มีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.82 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 28.18) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 80.49) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก (4.40 ± 0.64)

ABSTRACT

TITLE : THE DEVELOPMENT OF GRADE 10 STUDENT'S LEARNING
ACHIEVEMENT IN THE TOPIC OF GENETIC INHERITANCE USING
SCIENCE INQUIRY INSTRUCTION

AUTHOR : CHANANTORN UDOMSIN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. SUPAPORN PORNTRAI, Ph.D.

KEYWORDS : SCIENCE INQUIRY, GENETIC INHERITANCE, LEARNING ACHIEVEMENT,
SATISFACTION

This research aimed to develop the academic achievement and the satisfaction of 10th grade student by using science inquiry-based learning activity in topic of genetic inheritance. The participants are 2 classrooms (38 and 41 students for each class) from Cluster random sampling. Data were collected from 1) academic achievement test (36 items of 4 multiple choices test), 2) work sheets and 3) questionnaire (20 items of 5 levels of attitude). The results showed in the first classroom, the efficiency (E_1/E_2) and effectiveness (E.I.) of this activity were 82.38/81.58 and 0.7416, respectively. It allowed the students in this class to gain 74.16% learning progression (<g>) which represented a high gain level. In addition, it also allowed the students to improve their pre-academic achievement from a low level (28.29%) to be an excellent level for post-academic achievement (81.58%) which is a statistically significant increasing ($p<.05$). The students' satisfaction towards the learning activity was at a high level (4.43 ± 0.65). For the second classroom, the efficiency and effectiveness of this activity were 81.53/80.49 and 0.7282, respectively. It allowed the students in this class to gain 72.82% learning progression which represented a high gain level. In addition, it also allowed the students to improve their pre-academic achievement from a low level (28.18%) to be an excellent level for post-academic achievement (80.49%) which is a statistically significant increasing ($p<.05$). The students' satisfaction towards the learning activity was at a high level (4.40 ± 0.64).

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	7
2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	12
2.3 ความพึงพอใจ	17
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 รูปแบบการวิจัย	21
3.2 กลุ่มที่ศึกษา	22
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	24
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	49
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	50
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	52
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	
4.1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม	56
4.2 เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม	62
4.3 เรื่องวัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	68
4.4 เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	74
4.5 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดดิกรี	79
4.6 ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	85

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	94
5.2 ข้อเสนอแนะ	98
เอกสารอ้างอิง	99
ภาคผนวก	
ก แผนผังความคิดสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน	107
ข รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย	110
ค ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้	113
ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์	115
จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	127
ฉ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน	138
ช ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) และดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนการจัดการเรียนรู้	141
ซ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	147
ณ ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	157
ประวัติผู้วิจัย	162

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา	3
1.2	ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) สาระการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2	3
3.1	กิจกรรมหลักในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน	27
3.2	โครงสร้างแบบทดสอบ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	46
3.3	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551	51
4.1	ความถนัดของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อน เรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	59
4.2	ความถนัดของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อน เรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	59
4.3	ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม	61
4.4	ความถนัดของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	65
4.5	ความถนัดของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	65
4.6	ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม	67
4.7	ความถนัดของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อน เรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	71
4.8	ความถนัดของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อน เรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	71
4.9	ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	73
4.10	ความถนัดของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อน เรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	76
4.11	ความถนัดของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	77
4.12	ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	78
4.13	ความถนัดของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อน เรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.14	ความถี่ของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	82
4.15	ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดดิกรี	84
4.16	ความถี่ของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละเรื่องของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	90
4.17	ความถี่ของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละเรื่องของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า	90
4.18	ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม	91
ค.1	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC)	114
จ.1	ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	128
ช.1	ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้	142
ช.2	ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้องเรียนที่ 1	142
ช.3	ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้องเรียนที่ 2	143
ช.4	ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้องเรียนที่ 1	143
ช.5	ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้องเรียนที่ 2	145
ช.1	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้องเรียนที่ 1	148
ช.2	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้องเรียนที่ 2	150
ช.3	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้องเรียนที่ 1	152
ช.4	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้องเรียนที่ 2	154
ช.5	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ห้องเรียนที่ 1	155
ช.6	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ห้องเรียนที่ 2	155
ช.7	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ห้องเรียนที่ 1	156
ช.8	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ห้องเรียนที่ 2	156
ณ.1	ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้องเรียนที่ 1	158
ณ.2	ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้องเรียนที่ 2	160

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้	26
3.2	แบบจำลองโครงสร้างดีเอ็นเอ	31
3.3	กิจกรรมเรื่องวัฏจักร	33
3.4	การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะต่าง ๆ ที่มีการระบุชื่อระยะโดยไม่เรียงลำดับ	35
3.5	กิจกรรมเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	38
3.6	แบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในระยะต่าง ๆ	40
3.7	แผนภาพการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	45
3.8	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	48
3.9	ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ	49
3.10	ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	50
4.1	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล	57
4.2	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล	57
4.3	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2	58
4.4	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2	59
4.5	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล	63
4.6	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล	63
4.7	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2	63
4.8	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2	64
4.9	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล	69
4.10	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล	69
4.11	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2	69
4.12	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2	70
4.13	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล	74
4.14	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล	75
4.15	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2	75

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.16	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2	76
4.17	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล	80
4.18	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล	80
4.19	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2	80
4.20	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2	81
4.21	ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้องเรียนที่ 1	85
4.22	ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้องเรียนที่ 2	86
4.23	ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้องเรียนที่ 1 และ ห้องเรียนที่ 2	86
4.24	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล	87
4.25	คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล	87
4.26	ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2	88
4.27	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1	89
4.28	คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2	89
ก.1	แผนผังความคิด สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน	108
ก.2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม จำนวน 1 คาบ	109

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์มากขึ้นในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เป็นความรู้พื้นฐานในการดำรงชีวิต เป็นความรู้ที่มนุษย์เฝ้าหาเพื่อเรียนรู้ความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติรอบตัว เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพให้พร้อมที่จะเข้าสู่การแข่งขันในสังคมโลก เป็นศาสตร์สากลที่มนุษย์นำมาใช้เพื่อการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อม รวมทั้งองค์ประกอบทางด้านเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2546) กระทรวงศึกษาธิการ (2544) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งวิธีคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และตรวจสอบได้ ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุล ยั่งยืน และที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้วิทยาศาสตร์ ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถในการแข่งขันกับนานาประเทศ และสามารถดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องกับสภาพความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ และเป็นการสร้างกลยุทธ์ใหม่ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขันและร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในสังคมโลก กระทรวงศึกษาธิการจึงให้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต โดยสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น

แนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบรรจุไว้ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวง ศึกษาธิการ, 2552) ความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีในเรื่องที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม โครโมโซมและสารพันธุกรรม วัฏจักรของเซลล์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดิกรี เทคโนโลยีชีวภาพ และ

การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม นับเป็นความรู้พื้นฐานสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาชีววิทยาในระดับที่สูงขึ้น และมีบทบาทต่อสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตโดยเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพซึ่งเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม ทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ (สสวท., 2556)

การจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเป็นเรื่องที่ยาก และเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนมาก (ทัศนียา รัตนถ้าย และนฤมล ยุตาคม, 2549; Gelbart and Yarden, 2006; Saka et al., 2006) เนื่องจากเนื้อหา มีลักษณะเป็นนามธรรมไม่สามารถจับต้อง หรือทดลองให้เห็นเป็นรูปธรรมได้ยาก (Keleş and Kefeli, 2010) นับเป็นข้อจำกัดประการหนึ่งที่ทำให้ครูผู้สอนต้องใช้วิธีบอกความรู้ ทำให้นักเรียนต้องท่องจำมาก เกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชา ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน สอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาในระดับโรงเรียนที่ยังไม่บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ที่ระดับดี (ร้อยละ 70) ขึ้นไป (ตารางที่ 1.1) และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมพื้นฐาน (O-NET) มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 ที่นักเรียนยังมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยในระดับจังหวัด ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับประเทศ (ตารางที่ 1.2)

นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังคงมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในหลายประเด็น เช่น โครงสร้างของโครโมโซม (Kindfield, 1991) ตำแหน่งของยีนและแอลลีลบนโครโมโซม (Michelle, 1994) ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ยีนและดีเอ็นเอ (Shaw et al., 2008; Quinn et al., 2009) การลำดับระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์ เหตุการณ์และพฤติกรรมของโครโมโซมที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะของการแบ่งเซลล์ ความสัมพันธ์ระหว่างวัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์ (Dikmenli, 2010; Nakthong et al., 2007; พัชรพรรณ ประสานเนตร และวิมล สำราญวานิช, 2557) การจำลองโครโมโซม การเกิดไซแนปซิส และการแยกกันของโครโมโซมในการแบ่งเซลล์ (Smith, 1991) โครมาทิด โครโมโซม และโฮโมโลกัสโครโมโซมในระหว่างกระบวนการแบ่งเซลล์ (Clark and Mathis, 2000) ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส (Lewis et al., 2000) ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน ลักษณะทางพันธุกรรมที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศ พิโนโทป์และจีโนโทป์ (กาญจนา ข้าวจ้าว และสุธารทิพย์ เรืองประภาวุฒิ, 2558) สาเหตุของความเข้าใจคลาดเคลื่อนส่วนหนึ่งมีผลมาจากการเรียนรู้ในเรื่องนี้ต้องอาศัยการเชื่อมโยงแนวคิดเดิม และมีการใช้ศัพท์เฉพาะมากขึ้นในการเรียนระดับสูงขึ้นส่งผลให้นักเรียนเกิดความสับสนไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดเดิมกับแนวคิดใหม่ได้ (Saka et al., 2006) Smith (1991) กล่าวว่า ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับแก้ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นครูจำเป็นต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับนักเรียนในบริบทของตนเอง

Ozcan et al. (2012) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์เชิงรุก (Active interaction) ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนสร้างความรู้พื้นฐานของประสบการณ์เดิมของตนเอง และจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น (Richardson, 2003) ดังนั้นในการสอนวิชาชีววิทยา ครูจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนบทบาทจากผู้บอกเล่า บรรยาย สาธิต เป็นผู้ดำเนินการวางแผนออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ เน้นบทบาทการมีส่วนร่วมของผู้เรียน และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียนรู้เน้นการพัฒนากระบวนการคิด การวางแผน การให้

ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ด้วยวิธีการต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล แก้ปัญหา สร้างปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวต้องให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา (สสวท., 2546)

กระบวนการสืบเสาะ (Inquiry process) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่นำมาใช้ได้ผลในวิชาวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2546) เนื่องจากครูสามารถเลือกจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย ตามบริบทของผู้สอน ผู้เรียน โรงเรียน และแหล่งการเรียนรู้ที่มีอยู่ตามความเหมาะสม (Hogan and Berkowitz, 2000; Wu and Hsieh, 2006) ส่งเสริมให้มีการใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงเหตุผล (สุธีระ ประเสริฐสรณ์, 2555; McDonald, 2012) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบและเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ (National Research Council (NRC), 2000) และการนำเสนอ การคิดวิเคราะห์ และซักถาม แสดงเหตุผลโต้แย้งในคำอธิบายที่สร้างขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในงานของตนเอง (สุภาพร พรไตร, 2555; NRC, 2000; Proulx, 2004) สิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเพิ่มขึ้น (สุชาติ พ่อไชยราช และสุภาพร พรไตร, 2558; สุภาพร พรไตร, 2557, สุภาพร รวมทั้งทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ (วรวิทย์ ศรีโพธิ์ และสุภาพร พรไตร, 2557)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พร้อมทั้งสร้างเจตคติที่ดีและความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งจะเป็นตัวอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อครูในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพ และบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรในลำดับต่อไป

ตารางที่ 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

ภาคเรียน	ปีการศึกษา 2555		ปีการศึกษา 2556		ปีการศึกษา 2557	
	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
ภาคเรียนที่ 1	67.91	8.76	67.97	8.82	68.08	13.35
ภาคเรียนที่ 2	68.11	8.81	68.17	9.04	68.21	13.32

ตารางที่ 1.2 ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) สาระการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2

ระดับ	คะแนนปี 2555			คะแนนปี 2556			คะแนนปี 2557		
	เต็ม	ค่าเฉลี่ย	SD	เต็ม	ค่าเฉลี่ย	SD	เต็ม	ค่าเฉลี่ย	SD
โรงเรียน	100.00	27.57	26.10	100.00	30.99	21.91	100.00	51.11	23.83
จังหวัด	100.00	26.75	26.30	100.00	33.12	22.56	100.00	51.85	24.62
สพม.	100.00	28.33	27.19	100.00	33.71	23.01	100.00	54.88	25.04
ประเทศ	100.00	28.07	27.14	100.00	33.40	23.02	100.00	51.32	24.27

1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.1.3 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.1.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพเท่ากับหรือมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีประสิทธิผลมากกว่า 0.5

1.2.2.2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.2.3 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium gain) ขึ้นไป

1.2.2.4 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ในระดับความพึงพอใจมาก ขึ้นไป

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.3.1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 7 ห้องเรียน รวมจำนวน 293 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนศิรภูมิพิสัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33

1.3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 38 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 2 จำนวน 41 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

1.3.2 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2559 ถึง 8 มีนาคม 2559 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 12 คาบ

1.3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้พัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.4.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ให้สูงขึ้น

1.4.3 นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยา

1.4.4 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Science inquiry activity) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (NRC, 2000) ได้แก่

1.5.1.1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (Learner engages in scientifically oriented questions)

1.5.1.2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (Learner gives priority to evidence in responding to question)

1.5.1.3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (Learner formulates explanations from evidence)

1.5.1.4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Learner connects explanations to scientific knowledge)

1.5.1.5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (Learner communicates and justifies explanations)

1.5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ความจำ และการวิเคราะห์ ที่วัดได้จากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามแนวคิดด้านพุทธิพิสัยของ Bloom

1.5.3 ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีของนักเรียนที่มีต่อครู กิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการสอน การส่งเสริมการเรียนรู้ ประโยชน์ที่ได้รับ บรรยากาศและสิ่งแวดล้อมในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วัดได้จากการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

1.5.4 นักเรียน

นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียนวิทย์-คณิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนศิขรภูมิพิสัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสร้าง ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.3 ความพึงพอใจ
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

National Research Council (NRC) (1996) กล่าวว่า การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่หลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาสิ่งต่าง ๆ ทางกายภาพในธรรมชาติ และเสนอคำอธิบายสิ่งเหล่านั้นด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักฐาน ตรรกะ และจินตนาการ ในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของโลก (Newman et al., 2004)

กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นด้วยคำถามที่เกี่ยวกับธรรมชาติ หรือคำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัว สงสัยใคร่รู้ (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1970; วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2545) นำไปสู่การค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพันธ์ เตชะคุปต์, 2544) โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ เกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545)

บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบ หรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน (ทิศนา ขัมมณี, 2545) เช่น เตรียมข้อมูลเอกสารต่าง ๆ ที่มีคนค้นคว้ามาแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่ หรือมองเห็นภาพได้ชัดเจนลึกซึ้งขึ้น (พิมพันธ์ เตชะคุปต์, 2544) เป็นผู้ควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษา

แนะนำ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546) และมุ่งเน้นการใช้กระบวนการกลุ่ม (AAAS, 1970)

2.1.2 คุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

NRC (2001) กล่าวว่าคุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1.2.1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ

คำถามเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับวัตถุสิ่งของ สิ่งมีชีวิต และเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏตามธรรมชาติ ล้วนแต่เชื่อมโยงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำถามที่นำผู้เรียนไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้น คำถามทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ คำถามประเภท ทำไม (Why) เช่น ทำไมวัตถุหล่นลงสู่พื้นโลก ทำไมหินบางชนิดจึงมีผลึก ทำไมหัวใจของคนแบ่งเป็นห้อง ๆ คำถามประเภทนี้บางครั้งไม่สามารถหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ได้ และคำถามอีกประเภทหนึ่งคือ คำถามประเภท อย่างไร (How) เช่น แสงช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างไร ผลึกของหินเกิดขึ้นได้อย่างไร หลายครั้งที่ผู้เรียนจะถามคำถามประเภท Why ซึ่งคำถามเหล่านี้หากเปลี่ยนเป็นประเภท How ได้ จะทำให้ผู้เรียนเริ่มมีกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพราะคำถามประเภท How แคบและชัดเจนกว่าที่ต้องการรู้อะไร และจะสามารถหาคำตอบได้อย่างไรในห้องเรียน การใช้คำถามประเภท Why และ How อย่างเหมาะสม กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้และอยากสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งคำถามอาจมาจากผู้เรียน ครู สื่อการสอน เว็บไซต์ หรือแหล่งอื่น ๆ โดยครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้ชี้แนะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากคำถามนั้นมาจากผู้เรียน ครูมีบทบาทสำคัญในการช่วยทำให้คำถามเหล่านั้นเปลี่ยนเป็นคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ควรเริ่มจากการใช้คำถามเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความหมาย ตรงประเด็น และสามารถหาคำตอบได้ด้วยการสืบเสาะสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งจากการสังเกตและจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ ดังนั้นครูที่ดีจึงควรช่วยให้ผู้เรียนจดจ่อกับคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะในเรื่องที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพ

2.1.2.2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม

การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานสำหรับการอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ในโลกมีกลไกทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจในการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องจากการเฝ้าสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ประสาทสัมผัส และใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อช่วยประสาทสัมผัสให้ดียิ่งขึ้น เช่น กล้องโทรทรรศน์ หรือใช้เครื่องมือเพื่อการวัดสมบัติบางประการที่ประสาทสัมผัสของคนไม่สามารถรับรู้ได้ เช่น สนามแม่เหล็ก ความถูกต้องของหลักฐานที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาจากการวัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม การทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์นั้น ๆ จากข้อความข้างต้นอธิบายถึงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์รวบรวมมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่นเดียวกับในห้องเรียน ผู้เรียนจะนำข้อมูลหลักฐานมาพัฒนาและอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหลักฐานนั้นผู้เรียนอาจได้มาจากการสังเกต การวัดปริมาณต่าง ๆ เช่น การวัดอุณหภูมิ ระยะทาง หรือเวลา แล้วบันทึกข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานโดยหลักฐาน

นั้นอาจเป็นหลักฐานที่ได้มาจากครู สื่อการสอน เว็บไซต์ต่าง ๆ หรือสิ่งอื่น ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการตอบคำถามที่ผู้เรียนสนใจได้

2.1.2.3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานอยู่บนเหตุผล คำอธิบายเหล่านั้นจะให้เหตุและผล และความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานที่ค้นพบและข้อโต้แย้งทางตรรกะต่าง ๆ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ต้องประกอบด้วยผลการทดลองหรือข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสังเกต นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลเหล่านั้นเป็นประจักษ์พยานที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มากกว่าความรู้ และอาจเกิดเป็นความรู้ใหม่ แต่สำหรับผู้เรียนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างความคิดใหม่จากความเข้าใจของตนเอง เช่น ผู้เรียนอาจใช้การสังเกตและประจักษ์พยานที่ได้จากการเก็บรวบรวมหลักฐานด้วยวิธีอื่น ๆ เพื่ออธิบายว่าเพราะเหตุใดต้นไม้จึงตายในภาวะหนึ่งแต่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในอีกภาวะหนึ่ง

2.1.2.4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

หลังจากที่ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนรวบรวมมาได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปผู้เรียนต้องมีการประเมินเพื่อตัดคำอธิบายที่ไม่น่าเป็นไปได้ออก หรือการแก้ไขปรับปรุงคำอธิบายให้ชัดเจนและเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น ขั้นตอนนี้เป็นคุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนอาจตั้งคำถามว่า หลักฐานเชิงประจักษ์นี้ สนับสนุนคำอธิบายที่สนใจหรือไม่ คำอธิบายที่ได้ ตอบคำถามที่ต้องการทราบหรือไม่ มีคำอธิบายอื่นที่มีเหตุผลกว่านี้หรือไม่ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นควรได้รับการตรวจสอบจากครู ซึ่งครูอาจให้ผู้เรียนมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิด เปรียบเทียบ หรือตรวจสอบความถูกต้องจากครู หรือสื่อการสอนอื่นที่ครูเตรียมไว้ให้ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญเพราะเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะได้เชื่อมโยงคำอธิบายของตนเองกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม และข้อสำคัญคือครูได้ตรวจสอบว่าคำอธิบายของผู้เรียนถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์หรือไม่

2.1.2.5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง

นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบความรู้ใหม่ จะมีการนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น ทำให้งานในด้านนั้น ๆ เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักวิทยาศาสตร์ได้ทบทวนข้อสงสัยต่าง ๆ ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น รวมไปถึงเปิดโอกาสให้นักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นนำความรู้นี้ไปใช้ต่อไป การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนคำอธิบายต่อคำถามที่ผู้เรียนสร้างขึ้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นมีโอกาสได้ถามคำถาม ตรวจสอบหลักฐานเชิงประจักษ์หรือเหตุผลที่ผิดไปจากความจริง ระบุง้อความที่เกินกว่าหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนรวบรวมได้ และเสนอแนะคำอธิบายอื่น ๆ ที่เพื่อนสร้างขึ้นจากการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเดียวกัน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนโต้แย้งหรือแลกเปลี่ยนคำอธิบายที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างคำถาม หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้โดยการรับฟังจากครูเพียงฝ่ายเดียว

คุณลักษณะสำคัญ 5 ประการนี้ ไม่ได้มีลักษณะการดำเนินไปแบบเส้นตรง (Linear progression) แต่มีลักษณะเป็นวัฏจักร (Cycle) กล่าวคือเมื่อได้มีการสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเองในประเด็นหนึ่ง ๆ แล้ว จะนำไปสู่การสืบเสาะเพื่อหาคำตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ต่อไป (สุภาพร พรไตร, 2555)

ในการจัดการเรียนรู้ที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้จะต้องประกอบด้วยคุณลักษณะดังกล่าวสอดแทรกในขั้นตอนต่าง ๆ ของรูปแบบการสอน (Instructional models) หรือกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning activities) (ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, 2540) เช่น รูปแบบการสอนแบบ Inquiry cycle หรือ 5Es ที่คิดค้นขึ้นโดยนักการศึกษาจากกลุ่ม Biological Science Curriculum Society: BSCS (1997) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนที่มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะทั้ง 5 ประการของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) ตามลำดับ

2.1.3 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2540) แบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภทคือ

(1) การสืบเสาะหาความรู้ตามที่มีผู้กำหนดไว้ให้ (Structured inquiry) ผู้เรียนทำตามวิธีการทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาคำตอบของคำถาม หรือประเด็นที่ถูกกำหนดไว้แล้ว การสืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้เหมาะสำหรับฝึกประสบการณ์ และทักษะการสืบเสาะหาความรู้ก่อนที่จะก้าวไปสู่การดำเนินการด้วยตนเองมากขึ้น

(2) การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อเสนอแนะให้ (Guided inquiry) ผู้เรียนสามารถดัดแปลงข้อเสนอแนะในการดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามที่เห็นสมควร และเหมาะสมกับสถานการณ์ แต่ก็มีกำหนดคำถามหรือหัวข้อเรื่องในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ให้ การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อเสนอแนะไว้ให้ ส่งผลให้ประสบความสำเร็จสูงกว่าในการเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ และเป็นบันไดขั้นสำคัญที่นำไปสู่การก้าวไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อไป

(3) การสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ (Independent inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นจากผู้เรียนทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผนดำเนินการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมายและลงข้อสรุป ตัวอย่างของการสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระรูปแบบหนึ่งก็คือ การส่งเสริมให้ผู้เรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การจัดให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระที่มีประสิทธิภาพ ควรให้ผู้เรียนได้ผ่านการสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อเสนอแนะไว้ให้ก่อน เพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับคุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แล้วจึงจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระต่อไป

2.1.4 ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

บัญญัติ ขำนาญกิจ (2550) แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็น 3 ระดับ ตามลักษณะคำถามของผู้สอนและผู้เรียน ได้แก่

(1) ครูเป็นผู้ถาม (Passive inquiry) ครูเป็นผู้กำหนดคำถาม นักเรียนเป็นฝ่ายตอบคำถามส่วนใหญ่ การจัดการเรียนรู้แบบนี้เหมาะสำหรับการเริ่มการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นครั้งแรก

(2) ครูและนักเรียนช่วยกันถาม (Combined inquiry) ครูหรือนักเรียนเป็นผู้กำหนดคำถาม นักเรียนเป็นผู้ตอบคำถาม ซึ่งใช้เมื่อนักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการถามของครูมากขึ้น ซึ่งข้อควรระวังในการส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถามคือให้นักเรียนคิดก่อนการถามครู และหลักสำคัญคือครูพยายามไม่ให้คำตอบแต่จะส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

(3) ผู้เรียนเป็นผู้ถาม (Active inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยนักเรียน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ถามคำถามส่วนใหญ่ โดยที่ครูเป็นผู้แนะแนวหรือเน้นจุดสำคัญที่นักเรียนมองข้าม ซึ่งวิธีนี้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้คำถามแล้วนักเรียนจึงสามารถตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

นอกจากนี้ สมภาร เชื้ออ่อน (2554) ได้แบ่งระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

(1) การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบ และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

(2) การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

(3) การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

(4) การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

2.1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

พวงทอง มีมั่งคั่ง (2537) ได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

(1) นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

(2) นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

(3) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

(4) นักเรียนสามารถเรียนรู้มีโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

(5) นักเรียนจะเป็นผู้มีความกระตือรือร้นต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

- (1) ในการสอนแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการสอนมาก
- (2) ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้ นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
- (3) ในกรณีที่มีนักเรียนกลุ่มอ่อน เนื้อหาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
- (4) นักเรียนบางคนที่ยังขาดวุฒิภาวะอาจขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาด้วยตนเอง และนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอบทบาทได้ แต่นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร
- (5) การใช้การสอนแบบนี้ขึ้นอยู่กับครู อาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้า ลดลง

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2542) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมีเจตจำนงต้องอาศัยความรู้ในวิชาหนึ่งวิชาใด โดยเฉพาะ โดยเกิดจากคุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพของสมองบุคคล เช่น พฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ผลสัมฤทธิ์จึงถือเป็นการตรวจสอบพฤติกรรมในด้านพุทธิพิสัย (ปัญญ โอสาร, 2555)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้อีกหรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, 2540) ในการที่จะพิจารณาว่าผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ตามหลักสูตรหรือไม่ เพียงใด จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัด (กรมวิชาการ, 2546; กัญญา ลินทรตันศิริกุล, 2540) เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ประกอบด้วยชุดคำถามที่มุ่งวัดความรู้ความสามารถ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนหลังจากเกิดการเรียนรู้ (บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสนห์ วงศ์เชิดธรรม, 2545) โดยเครื่องมือวัดสมรรถภาพของผู้เรียนต้องมีประสิทธิภาพทั้งวิธีการประเมินกิจกรรม เกณฑ์การประเมิน และแบบประเมินเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือการประเมินที่ผู้สอนต้องให้ความสำคัญและกำหนดสาระสำคัญของการประเมินไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อการเตรียมความพร้อมไว้ก่อนการจัดการเรียนการสอน (สสวท., 2546)

2.2.2 ปัจจัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Bloom (1976) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนในโรงเรียนและกล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ดังนี้

- (1) พฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive entry behaviors) หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยความถนัดและพื้นฐานเดิมของผู้เรียน

(2) คุณลักษณะทางจิตใจ (Affective entry characteristics) หมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ ทศนคติต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียน ระบบการเรียนรู้ ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะบุคลิกภาพ

(3) คุณภาพการเรียนการสอน (Quality of instruction) ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาดและรู้ผลว่าตนเองกระทำถูกต้องหรือไม่

นอกจากนี้ Richey (1986) ได้สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าประกอบด้วยปัจจัย 4 ปัจจัย ดังนี้

(1) ผู้เรียน ประกอบด้วย ลักษณะทางประชากร คุณลักษณะด้านความสามารถ ทั้งทางด้านร่างกายและความรู้ความคิด สมรรถภาพและเจตคติ

(2) เนื้อหาวิชา ประกอบด้วย แบบของผลการเรียนรู้ (พุทธิพิสัย เจตพิสัยและทักษะพิสัย) ความสามารถทางสมอง ความสนใจ ความคงทนการถ่ายทอดและขอบเขตเนื้อหาวิชา

(3) สิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย คุณลักษณะเชิงทำเลที่ตั้งและสภาพบรรยากาศ ได้แก่ บริบททางสังคมในด้านอิทธิพลจากภายนอก บรรยากาศภายในองค์กร วัสดุและการจัดการ คุณลักษณะและการปฏิสัมพันธ์ของบุคลากรในองค์กร

(4) วิธีการสอน ประกอบด้วย ขอบเขตของเนื้อหา กลวิธีการสอน การเสนอเนื้อหาและการจัดลำดับเนื้อหา

สรุปได้ว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย คุณลักษณะของตัวผู้เรียน คุณภาพการสอนของครูและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งคุณลักษณะของตัวผู้เรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด คุณภาพการสอนของครูและปัจจัยอื่น ๆ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรองลงมาตามลำดับ

2.3.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนในด้านพุทธิพิสัยที่เป็นการวัด 2 องค์ประกอบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ดังนี้

2.3.3.1 การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา สามารถทำการสังเกตและวัดได้ เช่น วิชาศิลปะ พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance test) ซึ่งเป็นการประเมินผลพิจารณาที่วิธีปฏิบัติ (Procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ

2.3.3.2 การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้ครูสามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเป็นวิธีการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนที่เป็นอิสระได้มากกว่าวิธีอื่น ๆ เมื่อเทียบกับกระบวนการเรียนการสอนที่มีอยู่ (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2540)

2.2.4 ชนิดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538) กล่าวว่า แบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมักจะเป็นคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and pencil test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง (Performance test) แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน ดังนี้

(1) แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูเป็นคนสร้างขึ้น ซึ่งจะเป็นหัวข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่านักเรียนมีความรู้มากเพียงใด บกพร่องที่ส่วนใด เพื่อครูจะได้สอนซ่อมเสริมหรือดูความพร้อมที่จะเริ่มบทใหม่ตามการจัดการเรียนรู้ของครู

(2) แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ และใช้วินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคน ข้อสอบตามมาตรฐานนอกจากมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านวิธีการดำเนินการสอบ คือ ไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบแบบเดียวกัน แบบทดสอบด้านมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไรจึงจะมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามคล้ายกัน คือเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาหรือพฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียนไปแล้ว สำหรับพฤติกรรมที่ใช้วัดจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom (1976) ที่ได้รับการปรับปรุงโดย Anderson et al. (2001) ซึ่งวัดผลด้านสติปัญญาจากการวัดพฤติกรรม ได้แก่ การจำ (Remembering) การเข้าใจ (Understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analysing) การประเมินค่า (Evaluating) และการสร้างสรรค์ (Creating)

สมนึก ภัททิยธนี (2544) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ครูสร้างมีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

(1) ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย (Subjective or essay test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นแต่ละคน

(2) ข้อสอบกาถูก-ผิด (True-false test) ลักษณะทั่วไปถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก-ผิดคือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

(3) ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นเพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

(4) ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short answer test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนคำตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้น และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

(5) ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำหรือข้อความใดในชุดอีกชุดหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนด

(6) ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถามกับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน อาจเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

2.2.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนในการสร้างที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ดังนี้ (บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสนห์ วงศ์เชิดธรรม, 2545; พิมพ์ เดชะคุปต์, 2545)

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างข้อสอบ ประกอบด้วย

(1) การกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบ สิ่งสำคัญประการแรกสำหรับผู้สร้างข้อสอบจะต้องรู้ คือ อะไรคือจุดมุ่งหมายของการทดสอบ ทำไมจึงต้องมีการสอบ และจะนำผลการสอบไปใช้อย่างไร

(2) การกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เนื้อหาที่ต้องการวัดได้จากจุดมุ่งหมายของการทดสอบ ผู้สร้างข้อสอบจะต้องวิเคราะห์จำแนกเนื้อหาที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดสำหรับพฤติกรรมที่ต้องการวัดนั้น อาจจำแนกตามทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่ง เช่น ตามแนวความคิดของ Anderson et al. (2001) ได้แก่ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์

(3) กำหนดลักษณะหรือรูปแบบของแบบทดสอบ อาจเลือกแบบทดสอบประเภทความเรียงหรือแบบทดสอบอัตนัย แบบตอบสั้น และเลือกตอบหรือแบบทดสอบปรนัย ซึ่งขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการทดสอบ ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่วัด ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ และจำนวนผู้เข้าสอบ เป็นต้น

(4) การจัดทำตารางที่วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็นการวางแผนผังการสร้างแบบทดสอบ ทำให้ผู้สร้างข้อสอบรู้ว่าในแต่ละเนื้อหาจะต้องสร้างข้อสอบในพฤติกรรมใดบ้าง พฤติกรรมละกี่ข้อ การจัดทำตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแผนผังการออกข้อสอบควรมีคำหรือข้อความดังต่อไปนี้ ชื่อรายวิชาและชั้นเรียน ภาคเรียนและปีการศึกษาที่สอน วัน/เดือน/ปีที่วิเคราะห์พฤติกรรม ชื่อผู้วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ชื่อผู้สร้างข้อสอบ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในเนื้อหาวิชา ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเรื่องหรือรายละเอียดเนื้อหาวิชาจะสร้างข้อสอบ

(5) การกำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอน ได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบ หรือจำนวนข้อของข้อสอบและคะแนน ระยะเวลาที่ให้ทำแบบทดสอบ วิธีการดำเนินการสอบ วิธีการตรวจให้คะแนน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างแบบทดสอบ ประกอบด้วย

- (1) ลักษณะหรือประเภทของข้อสอบที่เหมือนกัน ควรจัดให้อยู่ตอนเดียวกันเป็นหมวดหมู่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนในการตรวจให้คะแนน
- (2) ไม่ใช้คำหรือข้อความซ้ำคำตอบ
- (3) ควรให้เนื้อหาบังคับคำตอบ ไม่ใช้รูปแบบของคำหรือข้อความ
- (4) ควรเขียนข้อสอบด้วยภาษาที่ง่าย ตรงไปตรงมา ไม่ควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ
- (5) ควรหลีกเลี่ยงวัฒนธรรมท้องถิ่น
- (6) ไม่ควรให้ข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งไปแนะคำตอบอีกข้อหนึ่ง
- (7) ไม่ควรลอกข้อความโดยตรงจากหนังสือมาสร้างเป็นข้อสอบ
- (8) ความยากของข้อสอบควรอยู่ที่ระดับปานกลาง และเรียงข้อสอบโดยเรียงจากง่ายไปยาก จะช่วยให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการทำข้อสอบ
- (9) คำสั่งข้อสอบควรกะทัดรัด ชัดเจนและสมบูรณ์

ในขั้นนี้เป็นการเขียนข้อสอบตามเนื้อหาพฤติกรรมและรูปแบบของแบบทดสอบที่กำหนดไว้ โดยจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับร่าง

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

เมื่อสร้างแบบทดสอบแล้วจึงนำแบบทดสอบไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งคุณภาพของแบบทดสอบอาจพิจารณาทั้งคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก และหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้แก่ ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น การตรวจสอบสามารถทำได้ทั้งตรวจสอบเอง และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจ การตรวจสอบเองเป็นการตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถาม-คำตอบ หลักการสร้างข้อสอบที่ดี สำหรับการตรวจโดยผู้เชี่ยวชาญ จะเป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อดูว่าข้อคำถามแต่ละข้อสัมพันธ์สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวัดหรือไม่ ครอบคลุมเนื้อหา และเป็นตัวแทนของเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่

จากการศึกษาพอสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอน 3 ขั้น คือ ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างข้อสอบ ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

2.2.6 ประโยชน์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุริยัน แสงแก้ว (2535) กล่าวถึงประโยชน์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 5 ประการ ดังนี้

- (1) เพื่อดูระดับพัฒนาการ
- (2) เพื่อประโยชน์ในการแนะแนวนักเรียน
- (3) เพื่อประโยชน์ในการวางแผนสร้างหลักสูตร
- (4) เพื่อใช้ในการสอบคัดเลือกและเพื่อเลื่อนชั้น
- (5) เพื่อใช้เปรียบเทียบความสามารถในการสอนของครูในโรงเรียนเดียวกันหรือเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียน

จากการศึกษาพอสรุปได้ว่า ประโยชน์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อดูระดับพัฒนาการ เป็นประโยชน์ในการแนะแนวนักเรียน ใช้ในการแผนสร้างหลักสูตร ใช้ในการสอบคัดเลือก และเพื่อเลื่อนชั้นให้กับนักเรียน

2.3 ความพึงพอใจ

2.3.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ราชบัณฑิตยสถาน (2542) ได้ให้ความหมายคำว่า “พึง” เป็นคำช่วยกริยาอื่น หมายความว่า ควร เช่น พึงใจ หมายความว่า พอใจ ชอบใจ และคำว่า “พอ” หมายความว่า เท่าที่ต้องการ เติมความต้องการ ถูกชอบ เมื่อนำคำสองคำมาผสมผสานกัน คือ “พึงพอใจ” จึงหมายถึง ชอบใจถูกต้องตามที่ต้องการ ความพึงพอใจโดยทั่วไปตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Satisfaction”

ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกชอบไม่ชอบ อาจดำรงอยู่ได้นานพอสมควร อาจมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่ามีความคาดหวังกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดีจะมีความพึงพอใจมาก แต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง เมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตั้งใจไว้ว่าจะมีมากหรือน้อย (ระพินทร์ โพธิ์ศรี, 2545; วิรุฬ พรรณเทวี, 2542) ความพึงพอใจเกิดจากการได้รับการตอบสนองความต้องการหรือความคาดหวังในทางที่ดีทั้งทางด้านวัตถุ และด้านจิตใจ เป็นความรู้สึกเมื่อได้รับความสำเร็จ ความต้องการหรือแรงจูงใจ (ศรีสุตา ญาตูปลิ้ม, 2547) และมีส่วนสัมพันธ์กับความรู้สึก มีความสำเร็จในผลงาน ความรู้สึกที่ได้รับการยกย่องนับถือ และความรู้สึกที่มีความก้าวหน้าในการปฏิบัติงาน หรือการปฏิบัติกิจกรรมเชิงบวก (เพ็ญแข ช่อมณี, 2544; ศุภสิริ โสมาเกต, 2544)

2.3.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ

Barnard (1968) กล่าวว่า บุคคลจะมีความพึงพอใจต่อการทำงานหรือทำกิจกรรมนั้น ขึ้นอยู่กับการกระตุ้นของสิ่งจูงใจ 8 ประการ ได้แก่

- (1) สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุได้แก่เงินทอง สิ่งของ เครื่องมือ เครื่องใช้
 - (2) สิ่งจูงใจที่เป็นโอกาสของบุคคล ได้แก่ ชื่อเสียง เกียรติยศ อำนาจพิเศษ ตำแหน่ง
 - (3) สิ่งจูงใจที่เป็นสภาพ ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวกับการทำงาน
 - (4) สิ่งจูงใจที่เป็นอุดมคติ ได้แก่ ความพึงพอใจของบุคคลที่ได้แสดงฝีมือ ความรู้สึกที่ได้ทำงานอย่างเต็มที่
 - (5) สิ่งจูงใจที่เป็นความดึงดูดใจทางสังคม ได้แก่ ความสัมพันธ์ฉันมิตรในหมู่เพื่อนร่วมงาน การยกย่องนับถือซึ่งกันและกัน
 - (6) สิ่งจูงใจที่เป็นสภาพการทำงาน ได้แก่ การปรับปรุงวิธีการทำงานให้สอดคล้องกับความรู้ความสามารถและให้สอดคล้องกับทัศนคติของแต่ละบุคคล
 - (7) สิ่งจูงใจที่เอื้อโอกาสให้มีส่วนร่วมในการทำงาน ได้แก่ การมีโอกาสแสดงความคิดเห็น และมีส่วนร่วมในงานทุกชนิดที่หน่วยงานจัดขึ้น
 - (8) สิ่งจูงใจที่เป็นสภาพการอยู่ร่วมกัน ได้แก่ ความพอใจของบุคคลที่ได้อยู่ร่วมกัน การรู้จักกันอย่างกว้างขวาง ความสนทนากลมเกลียว ความร่วมมือในการทำงาน
- นอกจากนี้ วัลยา บุตรดี (2531) ได้กล่าวถึงสิ่งจูงใจที่เป็นเครื่องมือกระตุ้นเพื่อให้เกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติงานดังนี้

(1) สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุ (Material inducement) สิ่งเหล่านี้ ได้แก่ สภาวะทางกายที่มีให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน เงินทองสิ่งของ และสิ่งจูงใจที่ไม่ใช่วัตถุ (Personal non-material opportunities) เช่น อำนาจ เกียรติภูมิ การได้สิทธิพิเศษมากกว่าคนอื่น

(2) สภาพทางกายที่พึงปรารถนา (Desirable physical condition) หมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมในการทำงานซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความสุขในการทำงาน เช่น สิ่งอำนวยความสะดวกในสำนักงาน ความพร้อมของเครื่องมือ

(3) ผลประโยชน์ทางอุดมคติ (Ideal benefactions) หมายถึง การสนองความต้องการด้านความภูมิใจที่ได้แสดงฝีมือ การแสดงความภักดีต่อองค์กรของตน

(4) ความดึงดูดใจทางสังคม (Associational attractiveness) หมายถึง การมีความสัมพันธ์ของบุคคลในหน่วยงาน การอยู่ร่วมกัน ความมั่นคงของสังคมจะเป็นหลักประกันในการทำงาน

(5) การปรับทัศนคติและสภาพของงานให้เหมาะกับบุคคล (Adaptation of condition to habitual method and attitudes) คือการปรับปรุงตำแหน่งให้เหมาะสมให้สอดคล้องกันระหว่างงานกับคน

(6) โอกาสในการมีส่วนร่วมในการทำงาน (Opportunity of enlarged participation) คือเปิดโอกาสให้บุคคลมีส่วนร่วมในการทำงาน จะทำให้เขาเป็นผู้มีความสำคัญในหน่วยงาน ทำให้บุคคลมีกำลังใจในการทำงานมากขึ้น

2.3.3 การวัดความพึงพอใจ

ปริญญญา จเรรัตน์ (2546) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ดังนี้

(1) การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริการ การบริหารและเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

(2) การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่งซึ่งต้องอาศัยเทคนิค และวิธีการที่ดีที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

(3) การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดหรือการกระทำทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

2.3.4 ความพึงพอใจในการเรียนรู้

ปริญญญา วงศ์อนุตรโรจน์ (2545) กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้ หมายถึงความรู้สึกยินดี เจตคติที่ดีของบุคคลที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการของตนทำให้เกิดความรู้สึกดีในสิ่งนั้น ๆ ซึ่งความพึงพอใจในการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของการเรียนรู้ให้เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับการตอบสนองต่อแรงจูงใจหรือความต้องการของแต่ละบุคคล

การศึกษาเป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทางที่พึงประสงค์ การจูงใจภายในจึงเป็นลักษณะการจูงใจที่ดีและมีอิทธิพลที่สุดต่อกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายในขึ้น โดยใช้การจูงใจภายนอกช่วยยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เช่น ใช้หลักการให้รางวัลและลงโทษ การชมเชยและการตำหนิ การแข่งขันและการร่วมมือต่าง ๆ แต่ในความ

เป็นจริงการจัดการศึกษาโดยทั่วไปมักพบว่าการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายในขึ้นนั้นกระทำได้ยากมาก เพราะเหตุนี้ในการจัดการศึกษาจึงพบเสมอว่าส่วนใหญ่จะสร้างแรงจูงใจภายนอกก่อน เพื่อก่อให้เกิดแรงจูงใจภายในขึ้นภายหลัง และในการสร้างแรงจูงใจ ไม่ว่าจะเป็นแรงจูงใจภายในหรือภายนอกจะต้องทำอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องตลอดเวลา จึงจะบังเกิดผลดี ทั้งนี้เพราะเมื่อร่างกายเกิดความต้องการ จะทำให้เกิดแรงขับหรือแรงจูงใจที่เป็นตัวกระตุ้น หรือผลักดันให้ร่างกายแสดงพฤติกรรม เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการ พฤติกรรมที่กระทำจึงมีทิศทางหรือจุดมุ่งหมาย เมื่อร่างกายได้สิ่งที่ต้องการแล้วก็จะเกิดความพึงพอใจ แรงขับก็จะลดลง (ประภา ตุลานนท์, 2540)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

การจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมผู้สอนบางท่านได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เช่น การใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติของ Hewson & Hewson ซึ่งประกอบด้วย การบูรณาการ (Integration) การแยกความแตกต่าง (Differentiation) การแลกเปลี่ยน (Exchange) และการเชื่อมประสานการรับรู้มโนคติ (Conceptual bridging) ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีความเข้าใจมโนคติในระดับที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น และมีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลง เนื่องจากการใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนมโนคติของผู้เรียนเอง (Conceptual Change) (ศิริพรรณ ศรีวรรณวงศ์ และไพโรจน์ เต็มเดชดิพงษ์, 2553) และมีการนำสื่อต่าง ๆ มาใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสร้างความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ เช่น กาญจนา ข้าวจ้าว และสุธารทิพย์ เรื่องประภาวุฒิ (2558) ได้จัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.25/80.10 ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก เนื่องจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนของกิจกรรมที่เอื้อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก ผู้เรียนจึงสามารถฝึกปฏิบัติกิจกรรมได้ด้วยตนเองจนเกิดการเรียนรู้

นอกจากนี้ได้มีการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน เช่น วรุฒิ ศรีโพธิ์ และสุภาพร พรไตร (2557) ได้จัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับการแสดงบทบาทสมมุติ (Role-playing) ในการจำลองพันธุศาสตร์ของมังกร ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความก้าวหน้าทางการเรียนที่สูงขึ้น ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่กระชับ มีลำดับการจัดการเรียนรู้ที่ดี และคำถามในแบบทดสอบมีความเหมาะสม สุชาดา โพธิ์ไชยราช และสุภาพร พรไตร (2558) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ (hands-on activity) ซึ่งสามารถยกระดับความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนให้สูงขึ้น และยังทำให้

นักเรียนมีความคงทนของความรู้ด้วย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ในทุกขั้นตอนของการสืบเสาะ และมีการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง โดยมีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.27/83.33

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ผู้สอนวิชาชีววิทยาหลายท่านได้นำกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ร่วมกับสื่อและเทคนิคต่าง ๆ เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายตามบริบทของผู้สอน ผู้เรียน โรงเรียน และแหล่งการเรียนรู้ที่มีอยู่ตามความเหมาะสม เช่น การจัดการเรียนรู้เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้สื่อประสม ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน เนื่องจากผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ที่มาจากการสืบเสาะแสวงหาหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และมีการใช้สื่อเข้ามาช่วยเสริมในการเรียนการสอนเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อที่เป็นวิทัศน์มีภาพเคลื่อนไหวชัดเจนซึ่งช่วยเสริมในเรื่องที่ไม่สามารถนำมาทำปฏิบัติการหรือการทดลองได้ ทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาของวิชาชีววิทยาที่เป็นนามธรรมให้เข้าใจเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น (เสาวลักษณ์ หล้าสิงห์, 2558) ณภาพพร จันทรวง และคณะ (2557) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.39/82.56 ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมในระดับมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้และจัดลำดับความคิดก่อนหลังได้อย่างเป็นขั้นตอน ประกอบกับการใช้ชุดกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับเนื้อหา

นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิก เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ตามปกติ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ในแต่ละขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ และการใช้ผังกราฟิกชนิดต่าง ๆ ในการรวบรวมข้อมูลที่กระจัดกระจายและเป็นนามธรรมให้เห็นเป็นภาพที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ จดจำความรู้เนื้อหาได้ง่ายและยาวนาน (สมจิต ผอมเซ่ง และคณะ, 2557)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสร้าง ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 รูปแบบการวิจัย
- 3.2 กลุ่มที่ศึกษา
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 รูปแบบการวิจัย

3.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกึ่งทดลอง ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการทดสอบก่อนและหลัง (One-group pretest and posttest design) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

O_1 ----- X ----- O_2

เมื่อ	O_1	คือ	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
	O_2	คือ	การทดสอบหลังเรียน (Posttest)
	X	คือ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

3.1.2 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

งานวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกึ่งทดลอง ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการทดสอบหลัง (One short case study) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

X ----- O_2

เมื่อ	O_2	คือ	การประเมินความพึงพอใจ
	X	คือ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

3.2 กลุ่มที่ศึกษา

3.2.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 7 ห้องเรียน รวมจำนวน 293 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนศิขรภูมิพิสัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 33

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 38 คน และ ห้องเรียนที่ 2 จำนวน 41 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ซึ่งห้องเรียนที่ 1 คือ ห้องเรียนพิเศษที่นักเรียนมีผลการเรียนเฉลี่ยในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป สำหรับห้องเรียนที่ 2 เป็นห้องเรียนทั่วไปที่นักเรียนมีผลการเรียนเฉลี่ยต่ำกว่า และโรงเรียนมีบริบท ดังนี้

3.2.2.1 ด้านภูมิศาสตร์

โรงเรียนศิขรภูมิพิสัยตั้งอยู่ที่ ถนนศรีปราสาท ตำบลระแงง อำเภอศีขรภูมิ จังหวัด สุรินทร์ อยู่ห่างจากอำเภอเมือง ประมาณ 35 กิโลเมตร มีเนื้อที่ 99 ไร่ 2 งาน 78 ตารางวา มีเขตพื้นที่ บริการคือ ตำบลระแงง ตำบลหนองขาว ตำบลจารพัด ตำบลนาทุ่ง ตำบลผักไหม และตำบลยาง

3.2.2.2 สภาพชุมชนรอบบริเวณโรงเรียน

ลักษณะเป็นชุมชนเมือง มีหน่วยงานราชการตั้งอยู่ใกล้เคียง เช่น ที่ว่าการอำเภอ โรงพยาบาล สำนักงานเทศบาล สถานีตำรวจภูธรอำเภอ เกษตรอำเภอ สาธารณสุขอำเภอ ปราสาท ศิขรภูมิ ชุมชนหมู่บ้าน เป็นต้น มีประชากรที่อยู่ในเขตบริการของโรงเรียนจำนวนประมาณ 40,000 คน มีครัวเรือนประมาณ 8,000 ครัวเรือน อาชีพหลักของชุมชนคือ เกษตรกรรมและรับจ้าง รองลงมา คือ อาชีพค้าขาย ผู้ปกครองส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยประกอบอาชีพหลักคือ ทำนา คิดเป็นร้อยละ 80 มีรายได้เฉลี่ยต่อครอบครัวต่อปี ประมาณ 50,000 - 60,000 บาท และจำนวนคนเฉลี่ยต่อครอบครัว 4 คน ประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ คิดเป็นร้อยละ 97

3.2.2.3 ด้านสังคมและวัฒนธรรม

โรงเรียนตั้งอยู่ในเขตชุมชนและอยู่ใกล้ส่วนราชการ ผู้ปกครองให้การสนับสนุน ค่าใช้จ่ายทางการศึกษาทำให้เอื้อต่อการจัดการศึกษา แม้ว่าสภาพครอบครัวจะมีขนาดเล็ก แต่ยังมี ผู้ปกครองบางส่วนมีค่านิยมที่จะส่งบุตรหลานเข้าศึกษาต่อในโรงเรียนขนาดใหญ่ ลักษณะที่เป็น อุปสรรคต่อการจัดการศึกษาประการหนึ่งคือ มีผู้ปกครองบางส่วนไปทำงานต่างจังหวัดปล่อยให้บุตร หลานอาศัยอยู่กับญาติพี่น้อง และมีนักเรียนบางคน มีค่านิยมทางเพศที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากขาดการ ดูแลและให้คำแนะนำ สภาพชุมชนมีความหลากหลายทางวัฒนธรรม แต่สิ่งทีเอื้อต่อการจัดการศึกษา ต่อโรงเรียนคือ สามารถนำภูมิปัญญาท้องถิ่น เช่น การทอผ้าไหม และการทำกาละแมสด มาช่วย จัดการเรียนการสอนได้

3.2.2.4 ด้านเทคโนโลยี

โรงเรียนได้นำคอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพ (Projector) และเครื่องฉายภาพ สามมิติ (Visualizer) มาใช้ในการเรียนการสอน ทำให้ครูและนักเรียนมีแหล่งเรียนรู้ที่ทันสมัย ประกอบ กับชุมชนมีแหล่งเรียนรู้ เช่น ร้านคอมพิวเตอร์ ร้านอินเทอร์เน็ต สื่อทางไกลผ่านดาวเทียม และ

เทคโนโลยีทางการแพทย์ที่ทันสมัยในโรงพยาบาลของชุมชน จึงเป็นสิ่งที่เอื้อต่อการจัดการศึกษา แต่ผู้ปกครองส่วนมากยังขาดการสนับสนุนการใช้สื่อเทคโนโลยีแก่บุตรหลาน

3.2.2.5 ด้านเศรษฐกิจ

สภาพชุมชนมีแหล่งเรียนรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่นหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ มีกองทุนหมู่บ้าน ธนาคารหมู่บ้าน ทำให้มีการกระจายรายได้และมีเงินทุนหมุนเวียน แต่ส่วนใหญ่ผู้ปกครองประกอบอาชีพเกษตรกรรม สินค้าทางการเกษตรราคาไม่แน่นอนและมีผลผลิตต่ำ ทำให้มีรายได้ต่ำ ผู้ปกครองมีภาระหนี้สินสูง ขาดการบริหารจัดการ และบางส่วนมีค่านิยมทางวัตถุที่ฟุ่มเฟือย

3.2.2.6 ด้านการเมืองและกฎหมาย

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ส่งผลให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการศึกษามากขึ้น และนโยบายกองทุนกู้ยืมเพื่อการศึกษาทำให้นักเรียนมีโอกาสศึกษาในระดับที่สูงขึ้น มีการจัดระเบียบสังคมตามนโยบายของกระทรวงมหาดไทย คณะกรรมการสถานศึกษาและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีส่วนร่วมช่วยเหลือสนับสนุนด้านการเงิน มีการตรวจสอบการใช้จ่ายเงิน เพื่อให้เกิดประโยชน์และโปร่งใส สิ่งที่ยังเป็นปัญหาคือ การเปลี่ยนแปลงระเบียบเรื่องการลงโทษนักเรียน ห้ามตี ห้ามไล่ออก การกำหนดร้อยละการให้ผลการเรียน 0, ร และ มส. และไม่ให้นักเรียนซ้ำชั้น ส่งผลต่อการควบคุมความประพฤติและระเบียบวินัยของนักเรียน

3.2.2.7 ด้านประเพณี ศาสนา ศิลปวัฒนธรรม

โรงเรียนมีนโยบายและแผนงานสร้างความสัมพันธ์ เพื่อสร้างความเข้าใจให้บุคลากรในสถานศึกษา และชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดและพัฒนาศึกษา โดยให้ครูและนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมเนื่องในโอกาสต่าง ๆ เช่น โครงการเยี่ยมบ้าน โครงการอนุรักษ์วัฒนธรรมและประเพณีท้องถิ่น และโครงการสานสัมพันธ์วันทำบุญอุบาสกวันทำบุญอุบาสิกา เป็นต้น

3.2.2.8 ด้านการเรียนการสอน

โรงเรียนศิขรภูมิพิสัย เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นโรงเรียนประเภทสหศึกษา จัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2551 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2551 (สายสามัญ) ในปีการศึกษา 2558 มีนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 2,384 คน มีห้องเรียนจำนวน 61 ห้อง โดยมีการสอบเพื่อคัดเลือกนักเรียน และนำคะแนนมาใช้ในการจัดห้องเรียน ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ห้องที่ 10 คือห้องเรียนพิเศษที่นักเรียนมีผลการเรียนเฉลี่ยในระดับประถมศึกษาตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องที่ 1 คือห้องเรียนพิเศษที่นักเรียนมีผลการเรียนเฉลี่ยในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป สำหรับห้องเรียนอื่น ๆ เป็นห้องเรียนทั่วไปที่นักเรียนมีผลการเรียนเฉลี่ยคละกัน บุคลากรทางการศึกษาแบ่งเป็น สายบริหารจำนวน 4 คน และ สายผู้สอนจำนวน 106 คน ประกอบด้วยครูประจำการจำนวน 94 คน ครูอัตราจ้างจำนวน 8 คน และครูชาวต่างชาติ (ครูสอนภาษาจีนและภาษาอังกฤษ) จำนวน 4 คน อัตราส่วนระหว่างครู:นักเรียน มีค่าเท่ากับ 1 : 22 คน ทำให้ครูสามารถดูแลนักเรียนได้อย่างทั่วถึง จำนวนครูที่สอนตรงวิชาเอกคิดเป็นร้อยละ 90.42 ทำให้สามารถการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 ชนิดของเครื่องมือวิจัย

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน รวมเวลา 12 คาบ

3.3.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ

3.3.1.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวมจำนวน 20 ข้อ

3.3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย

3.3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้ (ภาพที่ 3.1)

1) ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และจากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนศิรภูมิพิสัย สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

2) วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ แนวทางการวัดผลและประเมินผล

3) ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี วิธีการ และเทคนิคการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4) วางโครงสร้างแนวการสอน/กิจกรรม/เทคนิค/วิธีการสอน/สื่อการสอนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการสร้างแผนผังความคิดสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน เพื่อเรียงลำดับและกำหนดขอบข่ายของการจัดกิจกรรม จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบภาษา และภาษา ปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้รับข้อเสนอแนะ (ภาคผนวก ก) นำแผนผังความคิดที่สร้างขึ้นไปเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 แผน โดยแต่ละแผนมีองค์ประกอบดังนี้

4.1) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

4.2) สาระสำคัญ

4.3) จุดประสงค์การเรียนรู้

4.4) สาระการเรียนรู้

4.5) คำถามสำคัญ

4.6) การจัดการเรียนรู้ มีลักษณะดังต่อไปนี้

4.6.1) ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ

4.6.2) ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม

4.6.3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ

4.6.4) ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.6.5) ผู้เรียนสื่อสารโต้แย้ง แสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบ

4.6.6) สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

4.6.7) การวัดผล และประเมินผล

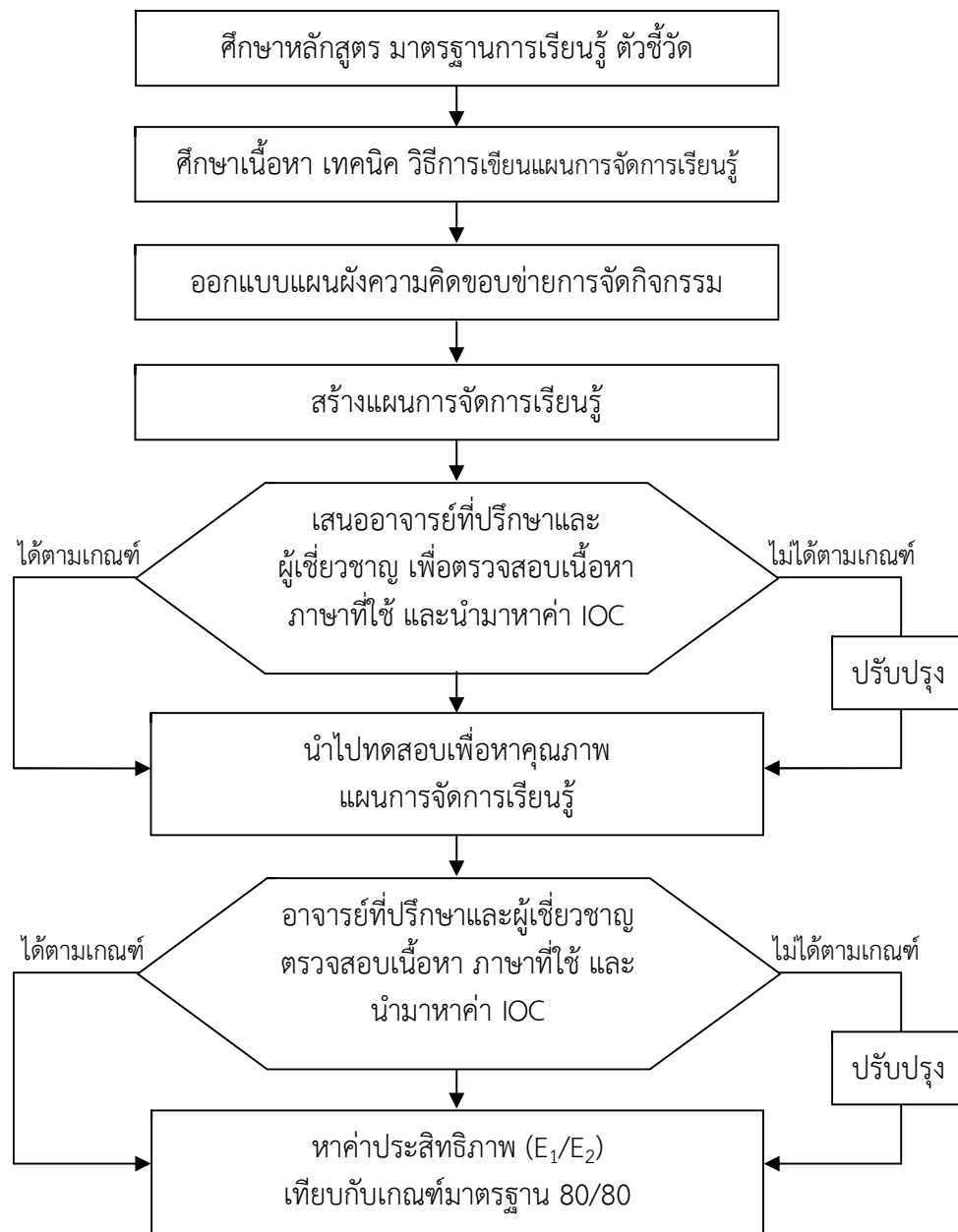
4.6.8) เกณฑ์การวัดผล และประเมินผล

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบ แนะนำเพื่อการแก้ไขปรับปรุงให้แผนการจัดการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ข) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ (Index of item objective congruence: IOC) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้ +1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคิดว่าสอดคล้อง 0 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง และ -1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคิดว่าไม่สอดคล้อง จากนั้นนำคะแนนที่ได้ มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อคำถาม หากค่าที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีกิจกรรมการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์ (ภาคผนวก ค)

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศิขรภูมิพิสัยที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) ซึ่งพบว่ามีความเท่ากับ 81.50/80.42 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ (ภาคผนวก ง) เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมหลักที่สำคัญ ดังตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมหลักในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

แผนที่ / เรื่อง / จำนวนคาบ	กิจกรรมหลัก
1. ลักษณะทางพันธุกรรม (1 คาบ)	- ค้นหาลักษณะทางพันธุกรรมในพืชและสัตว์ - ศึกษาลักษณะความแปรผันทางพันธุกรรมจากลักษณะเปลือกของหอยทากบก สกุกแอมฟิโดรมัส (<i>Amphidromus</i>) - สำรวจลักษณะการมีลักยิ้ม และความสูงของสมาชิกในกลุ่ม
2. โครโมโซมและสารพันธุกรรม (2 คาบ)	- ศึกษารูปร่างของโครโมโซมจากเซลล์เม็ดเลือดขาว - ดูวิดีโอโครงสร้างของโครโมโซม - ต่อแบบจำลองโครงสร้างของดีเอ็นเอกระดาด
3. วัฏจักรเซลล์ (1 คาบ)	- ดูวิดีโอการแบ่งเซลล์ เรื่อง Frog development - ต่อจิ๊กซอว์วัฏจักรเซลล์ - สร้างแบบจำลองแผนภาพวัฏจักรเซลล์
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2 คาบ)	- ปฏิบัติการเรื่องการแบ่งเซลล์บริเวณปลายรากหอม - เรียงลำดับภาพระยะการแบ่งเซลล์ - สังเกตและอธิบายพฤติกรรมโครโมโซม และเหตุการณ์สำคัญในระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์จากภาพ
5. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (1 คาบ)	- เรียงลำดับภาพระยะการแบ่งเซลล์ - วาดภาพระยะการแบ่งเซลล์โดยใช้ Shutter fold
6. การสร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (2 คาบ)	- สร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
7. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (1 คาบ)	- ค้นหาความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์จากตัวอย่างการถ่ายทอดลักษณะดังหุในคน
8. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพตดิกรี (2 คาบ)	- สร้างแผนภาพการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม - สร้างสัญลักษณ์เพตดิกรี

กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ National Research Council (NRC) (2000) ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิธีดำเนินกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม (50 นาที)

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

(1) ครูให้นักเรียนดูภาพ ชาย-หญิง 3 คู่ และให้นักเรียนดูภาพเด็ก 1 คน

(2) ครูถามว่า “นักเรียนคิดว่าภาพของเด็กที่นักเรียนเห็นน่าจะมี ความเกี่ยวข้องกับชาย-หญิง คู่ใด” เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูถามต่อว่า “เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น”

(3) ครูเฉลยว่าเด็กในภาพเป็นลูกของชาย-หญิงคู่ใด และถามว่า “ลักษณะใดบ้างของเด็กที่เหมือนกับพ่อ-แม่” เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูถามต่อว่า “ลักษณะที่เหมือนกันระหว่างเด็กกับพ่อ-แม่ เกิดขึ้นได้อย่างไร”

(4) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะที่สามารถถ่ายทอดจาก พ่อ-แม่สู่ลูกได้ เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้”

(4.1) ลักษณะทางพันธุกรรมคืออะไร

(4.2) ความแปรผันทางพันธุกรรมคืออะไร

(4.3) ความแปรผันทางพันธุกรรมมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

(4.4) การเกิดความแปรผันทางพันธุกรรมมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต อย่างไร

ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (20 นาที)

(1) แบ่งนักเรียนเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน

(2) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ประกอบด้วย กิจกรรมดังนี้

(2.1) ให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิด และเขียนลักษณะทางพันธุกรรม ของคน สัตว์ และพืช อย่างละ 5 ข้อ

(2.2) นักเรียนศึกษาลักษณะของหอยทากบกสวยงามหรือหอยต้นไม้ สกุล แอมฟิโดรมัส (*Amphidromus*) และตอบคำถามว่าลักษณะใดของหอยทากบกที่มีความแตกต่างกัน

(2.3) นักเรียนสำรวจลักษณะทางพันธุกรรมของเพื่อนในกลุ่มสองลักษณะ คือ ลักยิ้ม และความสูง นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาเขียนกราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะทางพันธุกรรมและจำนวนนักเรียน

(3) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องความแปรผันทางพันธุกรรม ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์ พยานที่ค้นพบ (10 นาที)

(1) นักเรียนได้รับใบงาน เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ที่ประกอบด้วยคำถาม สำคัญดังต่อไปนี้

(1.1) นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าลักษณะที่ระบุลงในใบกิจกรรมที่ 1 เป็น ลักษณะทางพันธุกรรม

(1.2) ความแตกต่างในหอยทากบกเกิดขึ้นได้อย่างไร

(1.3) ความแตกต่างของหอยทากบกที่เกิดขึ้น มีประโยชน์อย่างไร

(1.4) กราฟแท่งที่ได้จากการสำรวจลักษณะการมีลักยิ้มของสมาชิก ในกลุ่ม มีลักษณะเป็นอย่างไร

(1.5) กราฟแท่งที่ได้จากการสำรวจลักษณะความสูงของสมาชิกในกลุ่ม มีลักษณะเป็นอย่างไร

(1.6) กราฟแท่งที่ได้จากการสำรวจลักษณะการมีลักยิ้มและความสูงของสมาชิกในกลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไร

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที)

(1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับใบความรู้ เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม

(2) นักเรียนศึกษาใบความรู้

(3) นักเรียนตอบคำถามเพิ่มเติม ดังต่อไปนี้

(3.1) ลักษณะทางพันธุกรรมคืออะไร

(3.2) ลักษณะความแตกต่างที่เกิดขึ้นในหอยทากบก เรียกว่าอะไร

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (5 นาที)

(1) ครูสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 3-4 กลุ่ม ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

(1.1) นักเรียนจะสรุปความหมายของความแปรผันทางพันธุกรรมได้อย่างไร

(1.2) ความแปรผันทางพันธุกรรมมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

(2) ครูสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ให้วาดภาพกราฟที่ได้จากการสำรวจลักษณะการมีลักยิ้ม และความสูงของเพื่อนในกลุ่ม ตามลำดับ

(3) นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

(3.1) ลักยิ้ม เป็นความแปรผันทางพันธุกรรมแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง นักเรียนทราบได้อย่างไร

(3.2) ความสูง เป็นความแปรผันทางพันธุกรรมแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง นักเรียนทราบได้อย่างไร

(3.3) การเกิดความแปรผันทางพันธุกรรมมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม (100 นาที)

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

(1) ครูให้นักเรียนดูภาพการโคลนนิ่งแกะดอลลี่ และอธิบายขั้นตอนโดยเริ่มจากการนำเซลล์ไข่จากแม่แกะตัวที่ 1 (ตัวสีดำ) ที่นำนิวเคลียสออกแล้ว และนำนิวเคลียสจากเซลล์เต้านมของแม่แกะตัวที่ 2 (ตัวสีขาว) นำเซลล์ไข่และนิวเคลียสมารวมกันโดยการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าและทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ จากนั้นนำเอ็มบริโอที่ได้ให้แม่แกะตัวที่ 3 (ตัวสีดำ) ทำหน้าที่อุ้มท้อง

(2) ครูถามว่า “นักเรียนคิดว่าลูกแกะดอลลี่ที่คลอดออกมาจะมีลักษณะเหมือนแม่แกะตัวใด”

(3) ครูเฉลยว่าลูกแกะดอลลี่จะมีลักษณะเหมือนแม่แกะตัวที่ 2 ที่มีใบหน้าสีขาว ครูถามต่อว่า “เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น” เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูถามต่อว่า “ส่วนใด

ของเซลล์ที่น่าจะมีความเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต” เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูเฉลยว่า “นิวเคลียส”

(4) ครูถามว่า “สิ่งใดที่อยู่ภายในนิวเคลียสที่มีหน้าที่ในการเก็บรักษาลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต” และครูถามต่อว่า “ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตถูกเก็บไว้ในลักษณะอย่างไร” เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูจึงกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งที่ทำหน้าที่ในการเก็บรักษาลักษณะทางพันธุกรรม และโครงสร้างของสารพันธุกรรม เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้”

(4.1) โครโมโซมมีรูปร่างและโครงสร้างอย่างไร

(4.2) ส่วนประกอบใดของโครโมโซมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

(4.3) สารพันธุกรรม (ดีเอ็นเอ) มีโครงสร้างเป็นอย่างไร

(4.4) โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร

ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม

(45 นาที)

(1) แบ่งนักเรียนเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน

(2) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

(2.1) นักเรียนศึกษารูปร่างของโครโมโซมในเซลล์เม็ดเลือดขาวของคน จากนั้นเปรียบเทียบภาพโครโมโซม 2 ภาพ ภาพแรก มี 1 โครมาทิด และภาพที่ 2 มี 2 โครมาทิด

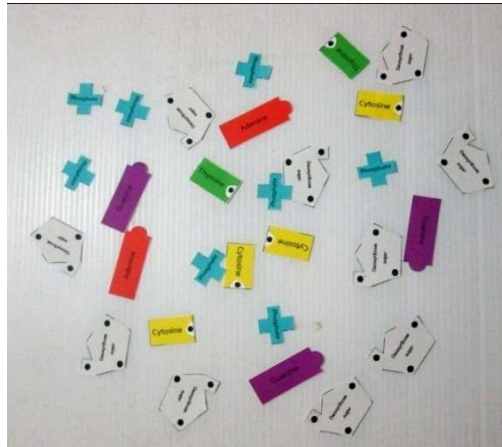
(2.2) นักเรียนศึกษาภาพโครงสร้างของโครโมโซม และชมวีดีโอ เรื่อง Molecular visualizations of DNA บันทึกประเด็นสำคัญของเรื่องที่ศึกษาเอาไว้

(3) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องโครงสร้างพื้นฐานของสารพันธุกรรม ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะใช้ชิ้นส่วนองค์ประกอบโครงสร้างดีเอ็นเอที่ครูแจกให้ (ภาพที่ 3.2 ก) เพื่อต่อโครงสร้างของดีเอ็นเอ โดยใช้คำอธิบายต่อไปนี้

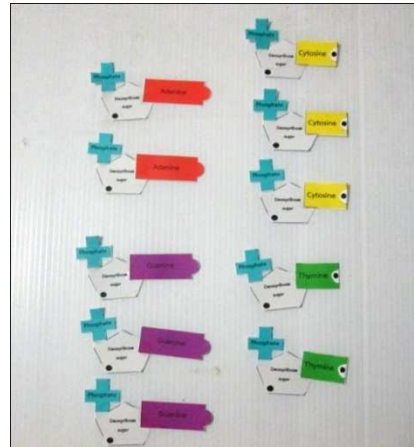
(3.1) ดีเอ็นเอ ประกอบขึ้นจากหน่วยย่อย เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ โดยนิวคลีโอไทด์ 1 โมเลกุล ประกอบด้วย น้ำตาลชนิด Deoxyribose หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส อย่างละ 1 โมเลกุล (ภาพที่ 3.2 ข)

(3.2) นิวคลีโอไทด์เกิดการสร้างพันธะเชื่อมต่อกันระหว่างน้ำตาลและหมู่ฟอสเฟต กลายเป็นสายพอลินิวคลีโอไทด์ (ภาพที่ 3.2 ค)

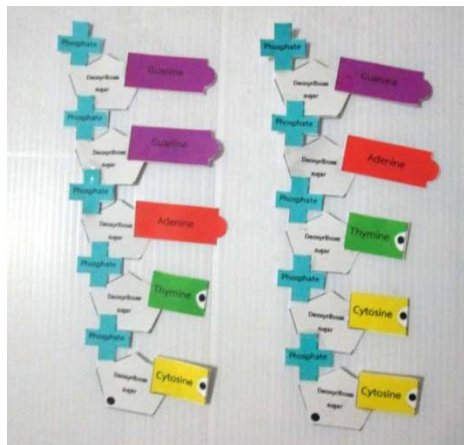
(3.3) สายพอลินิวคลีโอไทด์สองสายเกิดการสร้างพันธะเชื่อมต่อกันตรงตำแหน่งไนโตรจีนัสเบส เบสที่จับกัน เรียกว่า เบสคู่สม (Complementary Base) (ภาพที่ 3.2 ง)



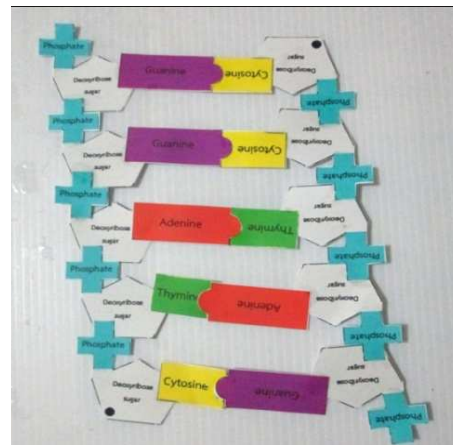
(ก) ชิ้นส่วนองค์ประกอบโครงสร้างดีเอ็นเอ



(ข) นิวคลีโอไทด์



(ค) การต่อสายพอลินิวคลีโอไทด์



(ง) การเชื่อมต่อพอลินิวคลีโอไทด์สองสาย

ภาพที่ 3.2 แบบจำลองโครงสร้างดีเอ็นเอ

ชั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที)

(1) นักเรียนได้รับใบงาน เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม ที่ประกอบด้วยคำถามสำคัญดังต่อไปนี้

- (1.1) โครโมโซมมีรูปร่างกี่แบบ อะไรบ้าง (วาดภาพประกอบคำตอบ)
- (1.2) โครโมโซมและโครมาทิดสัมพันธ์กันอย่างไร
- (1.3) โครงสร้างของโครโมโซมประกอบด้วยอะไรบ้าง องค์ประกอบเหล่านั้นมีการจัดวางอย่างไร
- (1.4) ส่วนประกอบใดของโครโมโซมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
- (1.5) หน่วยย่อยของดีเอ็นเอเรียกว่าอะไร และประกอบด้วยอะไรบ้าง

(1.6) หน่วยย่อยของดีเอ็นเอรวมกันเป็นโครงสร้างดีเอ็นเอได้อย่างไร

(1.7) ยีนคืออะไร มีความสำคัญอย่างไร

(1.8) ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมสัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (15 นาที)

(1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับใบความรู้ เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม

(2) นักเรียนศึกษาใบความรู้

(3) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (15 นาที)

(1) ครูสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 2-3 กลุ่ม ให้สรุปสิ่งที่ได้จากการทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม ดังนี้

(1.1) โครโมโซม มีรูปร่างและโครงสร้างอย่างไร

(1.2) โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน มีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร

(2) ครูสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 2-3 กลุ่ม ให้นำเสนอชิ้นงานโครงสร้างดีเอ็นเอ โดยอธิบายหลักการที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

(3) นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

(3.1) โครงสร้างของดีเอ็นเอที่เพื่อนนำมาแสดงหน้าชั้นเรียน เหมือน หรือ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(3.2) ส่วนใดในโครงสร้างดีเอ็นเอที่น่าจะมีความเกี่ยวข้องในการทำให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันในสิ่งมีชีวิต เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

(3.3) ยีน อยู่บริเวณใดของโครงสร้างดีเอ็นเอ

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัฏจักรเซลล์ (50 นาที)

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

(1) ครูให้นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง Frog development แล้วถามว่า “จากวิดีโอ เซลล์เริ่มต้นมีจำนวนกี่เซลล์ และในช่วงสุดท้ายที่เซลล์เกิดการพัฒนาเป็นกบตัวเต็มวัยมีเซลล์จำนวนกี่เซลล์”

(2) ครูถามว่า “จำนวนเซลล์เพิ่มขึ้นได้อย่างไร” เมื่อนักเรียนตอบแล้ว ครูเฉลยว่า กระบวนการที่ทำให้เซลล์เพิ่มจำนวนมากขึ้น เรียกว่า “การแบ่งเซลล์” ครูถามต่อว่า “การแบ่งเซลล์มีขั้นตอนอย่างไร” และถามต่อว่า “เซลล์ในสิ่งมีชีวิตจะเกิดการแบ่งเซลล์ตลอดเวลาหรือไม่” และ “เซลล์ในร่างกายสามารถเกิดการแบ่งเซลล์ได้ทุกเซลล์หรือไม่”

(3) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้ศึกษาเกี่ยวกับวัฏจักรเซลล์ เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้”

(3.1) วัฏจักรเซลล์ประกอบด้วยระยะใดบ้าง

(3.2) วัฏจักรเซลล์แต่ละระยะมีเหตุการณ์สำคัญอะไรเกิดขึ้นบ้าง

ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (15 นาที)

- (1) แบ่งนักเรียนเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน
- (2) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องวัฏจักรเซลล์ ประกอบด้วยกิจกรรม

ดังนี้

(2.1) นักเรียนได้รับจิ๊กซอว์วงกลมที่ระบุรายชื่อระยะต่าง ๆ (ภาพที่ 3.3 ก) ที่เกิดขึ้นในวัฏจักรของเซลล์ ให้ช่วยกันนำมาจัดเรียงให้เป็นภาพวงกลมที่สมบูรณ์ (ภาพที่ 3.3 ข)



(ก) ชิ้นส่วนระยะต่าง ๆ ของวัฏจักรเซลล์ (ข) จิ๊กซอว์วงกลมที่เสร็จสมบูรณ์ (ค) แบบจำลองแผนภาพวัฏจักรเซลล์

ภาพที่ 3.3 กิจกรรมเรื่องวัฏจักร

(3) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องการสร้างแบบจำลองแผนภาพวัฏจักรเซลล์ โดยได้รับอุปกรณ์ ดังนี้ แผนภาพวัฏจักรเซลล์ที่มีเส้นแบ่งแสดงระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละระยะ ชื่อระยะต่าง ๆ (แผ่นป้ายสีฟ้า) และคำอธิบายเหตุการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะต่าง ๆ ของวัฏจักรเซลล์ (แผ่นป้ายสีชมพู) นักเรียนสร้างแบบจำลองวัฏจักรเซลล์ตามขั้นตอนดังนี้

(3.1) นักเรียนสร้างแบบจำลองวัฏจักรเซลล์โดยนำชื่อระยะต่าง ๆ ของวัฏจักรเซลล์วางลงบนแบบจำลอง

(3.2) นักเรียนนำคำอธิบายเหตุการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นในวัฏจักรเซลล์วางลงบนแบบจำลองให้สอดคล้องกับชื่อระยะ (ภาพ 3.3 ค)

ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (15 นาที)

(1) นักเรียนได้รับใบงาน เรื่องวัฏจักรเซลล์ ที่ประกอบด้วยคำถามสำคัญดังต่อไปนี้

- (1.1) วัฏจักรเซลล์ประกอบด้วยระยะใดบ้าง (ให้ตอบเรียงตามลำดับ)
- (1.2) วัฏจักรเซลล์แต่ละระยะมีเหตุการณ์สำคัญอะไรเกิดขึ้นบ้าง
- (1.3) ระยะใดในวัฏจักรเซลล์ที่ใช้ระยะเวลานานที่สุด เพราะเหตุใด
- (1.4) ระยะใดในวัฏจักรของเซลล์ที่มีการเพิ่มขึ้นของเส้นใยโครมาติน
- (1.5) ในระยะ M (M-phase) จะพบโครมาตินหรือไม่ เพราะเหตุใด

(1.6) จากเซลล์เริ่มต้นที่ระยะอินเตอร์เฟสจำนวน 4 เซลล์ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการในวัฏจักรเซลล์ จะมีเซลล์เป็นจำนวนเท่าใด

(1.7) จากเซลล์เริ่มต้นที่มีจำนวนโครโมโซม 2 แท่ง (แต่ละโครโมโซมมี 1 โครมาทิด) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการในระยะ S ของอินเตอร์เฟส จำนวนโครโมโซมจะเป็นเท่าใด และแต่ละโครโมโซมจะมีกี่โครมาทิด

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที)

- (1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับใบความรู้ เรื่องวัฏจักรเซลล์
- (2) นักเรียนศึกษาใบความรู้
- (3) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน แบบจำลองแผนภาพวัฏจักรเซลล์ และใช้เข็มหมุดปักยึดแผ่นป้ายข้อความไว้กับแบบจำลอง

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (5 นาที)

- (1) ครูสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 2-3 กลุ่ม ให้นำเสนอแบบจำลองแผนภาพวัฏจักรเซลล์หน้าชั้นเรียน
- (2) นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้
 - (2.1) วัฏจักรเซลล์ประกอบด้วยระยะใดบ้าง
 - (2.2) วัฏจักรเซลล์แต่ละระยะมีเหตุการณ์สำคัญอะไรเกิดขึ้นบ้าง
 - (2.3) เซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างแล้ว สามารถเกิดวัฏจักรเซลล์ได้หรือไม่

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (100 นาที)

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

(1) ครูกล่าวว่า “จากการที่นักเรียนได้ศึกษาเรื่องวัฏจักรเซลล์ นักเรียนคิดว่าเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายของมนุษย์มีการแบ่งเซลล์เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร”

(2) ครูถามว่า “นักเรียนคิดว่าเซลล์ใดในร่างกายที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสบ้าง” เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูถามต่อว่า “ในเซลล์พืชมีการแบ่งเซลล์เหมือนกับเซลล์สัตว์หรือไม่” และ “การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีขั้นตอนเป็นอย่างไร”

(3) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้ศึกษาเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ที่บริเวณปลายรากหอม เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้”

- (3.1) การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสประกอบด้วยระยะ อะไรบ้าง
- (3.2) ในแต่ละระยะของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีเหตุการณ์สำคัญอะไรเกิดขึ้นบ้าง และพฤติกรรมของโครโมโซมเป็นอย่างไร
- (3.3) เมื่อสิ้นสุดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะได้เซลล์ใหม่ที่เซลล์ และแต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็นเท่าใด
- (3.4) การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (50 นาที)

(1) แบ่งนักเรียนเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน

(2) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการแบ่งเซลล์บริเวณปลายรากหอม ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

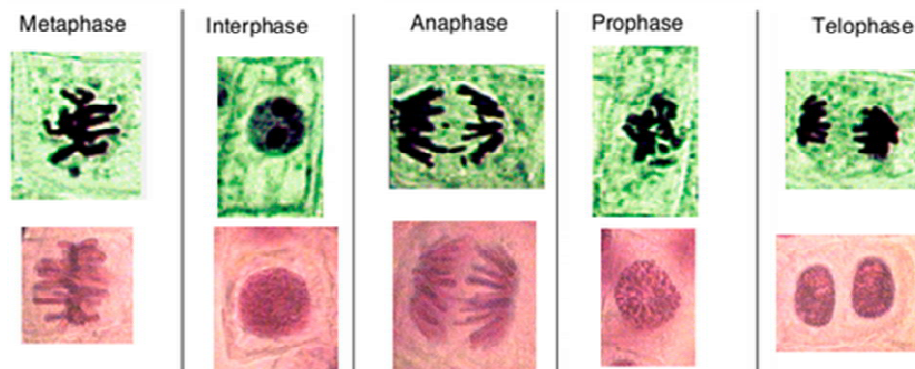
(2.1) นักเรียนศึกษาการแบ่งเซลล์บริเวณปลายรากหอมโดยทำปฏิบัติการตามขั้นตอนที่ระบุในใบกิจกรรมที่ 1

(2.2) นักเรียนวาดภาพลักษณะของเซลล์ที่สังเกตได้จากกล้องจุลทรรศน์และบันทึกภาพถ่ายไว้

(2.3) นักเรียนนำภาพถ่ายที่บันทึกไว้แลกเปลี่ยนกับเพื่อนกลุ่มอื่นจนทุกกลุ่มมีภาพการแบ่งเซลล์ครบทุกระยะ

(3) นักเรียนได้รับภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่มีการระบุชื่อระยะต่าง ๆ (ภาพที่ 3.4) ให้นักเรียนเปรียบเทียบภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ และภาพที่ครูแจกให้ จากนั้นระบุชื่อระยะของการแบ่งเซลล์แต่ละระยะลงในภาพเซลล์ที่นักเรียนวาด

(4) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส โดยนักเรียนได้รับภาพระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (เป็นภาพที่แสดงรายละเอียดของเยื่อหุ้มนิวเคลียส เซนโทรโซม เส้นใยสปินเดิล และพฤติกรรมของโครโมโซมชัดเจน) นักเรียนอธิบายเหตุการณ์สำคัญและพฤติกรรมของโครโมโซมที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะ



ภาพที่ 3.4 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะต่าง ๆ ที่มีการระบุชื่อระยะโดยไม่เรียงลำดับ

ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที)

(1) นักเรียนได้รับใบงาน เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ที่ประกอบด้วยคำถามสำคัญดังต่อไปนี้

(1.1) การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสประกอบด้วยกี่ระยะ อะไรบ้าง (ตอบเรียงลำดับ)

(1.2) พฤติกรรมของโครโมโซมภายในนิวเคลียสของเซลล์แต่ละระยะมีลักษณะเป็นอย่างไร

(1.3) การแบ่งเซลล์บริเวณปลายรากหอมพบเซลล์ในระยะใดมากที่สุด

เพราะเหตุใด

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (15 นาที)

- (1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับใบความรู้ เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
- (2) นักเรียนศึกษาใบความรู้
- (3) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (10 นาที)

- (1) ครูสุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามต่อไปนี้ กลุ่มละ 1 ข้อ

(1.1) เซลล์ใดในร่างกายมนุษย์และในเซลล์พืช ที่จะพบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

(1.2) การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสประกอบด้วยระยะใดบ้าง และในแต่ละระยะมีเหตุการณ์สำคัญอะไรเกิดขึ้นบ้าง และพฤติกรรมของโครโมโซมเป็นอย่างไร

(1.3) เมื่อสิ้นสุดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะได้เซลล์ใหม่กี่เซลล์ และแต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็นเท่าใด

(1.4) ถ้าเซลล์ 1 เซลล์ ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งในระยะ S ของอินเตอร์เฟส มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 36 แท่ง หากเริ่มต้นมีเซลล์จำนวน 4 เซลล์ เมื่อเข้าสู่กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะโพรเฟส และระยะการแบ่งไซโทพลาสซึมจะมีจำนวนเซลล์ จำนวนโครโมโซมและจำนวนโครมาทิดในแต่ละเซลล์เป็นเท่าใด

- (1.5) การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (50 นาที)

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

(1) ครูถามว่า “ตัวของนักเรียนมีจำนวนโครโมโซมเป็นเท่าใด” เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูถามต่อว่า “โครโมโซมของนักเรียนได้มาจากไหน” และครูเฉลยว่า “นักเรียนได้รับโครโมโซมมาจากพ่อและแม่”

(2) ครูถามว่า “พ่อของนักเรียนมีจำนวนโครโมโซมเป็นเท่าใด” และ “แม่ของนักเรียนมีจำนวนโครโมโซมเป็นเท่าใด” เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูถามต่อว่า “ทำไมจำนวนโครโมโซมของนักเรียนจึงไม่เท่ากับจำนวนโครโมโซมของพ่อและแม่รวมกัน” และ “แสดงว่านักเรียนได้รับโครโมโซมจากพ่อเป็นจำนวนเท่าใด และได้รับโครโมโซมจากแม่เป็นจำนวนเท่าใด”

(3) ครูถามว่า “นักเรียนทราบหรือไม่ว่าจำนวนโครโมโซมจากพ่อและแม่ลดลงครึ่งหนึ่งได้อย่างไร” และ “กระบวนการดังกล่าวมีขั้นตอนอย่างไร”

(4) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการที่ทำให้จำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้”

- (4.1) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสประกอบด้วยขั้นตอนอะไรบ้าง

(4.2) ในแต่ละระยะของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีเหตุการณ์สำคัญอะไรเกิดขึ้นบ้าง และพฤติกรรมของโครโมโซมเป็นอย่างไร

(4.3) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะได้เซลล์ใหม่กี่เซลล์ และแต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็นอย่างไร

ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (20 นาที)

(1) แบ่งนักเรียนเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน

(2) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ประกอบด้วย กิจกรรมดังนี้

(2.1) นักเรียนได้รับภาพระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

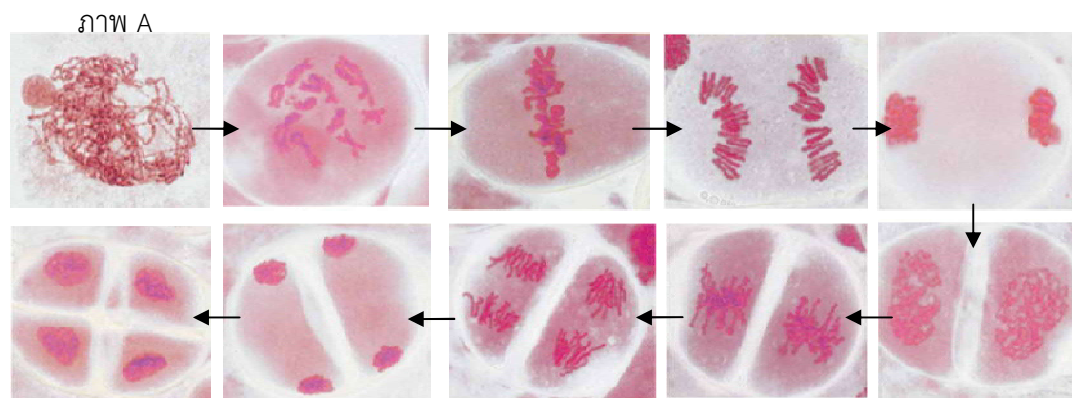
(2.2) นักเรียนเรียงลำดับขั้นตอนของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โดยพิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างภาพการแบ่งเซลล์ในระยะต่าง ๆ และใช้กาวยึดภาพลงในใบกิจกรรม โดยเรียงลำดับตามหมายเลข

(2.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับภาพการแบ่งเซลล์เพิ่มเติมอีก 2 ภาพ คือ ภาพ A และ ภาพ B นักเรียนช่วยกันพิจารณาว่าจะนำภาพดังกล่าวไปเรียงลำดับไว้ในตำแหน่งใดของ ขั้นตอนการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 3.5 ก)

(3) ครูแจกภาพเช่นเดียวกับที่นักเรียนได้รับจากการทำใบกิจกรรมที่ 1 แต่เป็นภาพที่มีการระบุชื่อระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์ไว้แล้ว (ภาพที่ยังไม่เรียงลำดับ) นักเรียนนำภาพที่ได้ไปเปรียบเทียบกับภาพที่นักเรียนติดกาวยลงในใบกิจกรรม และระบุชื่อระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์ลงในใบกิจกรรมที่ 1

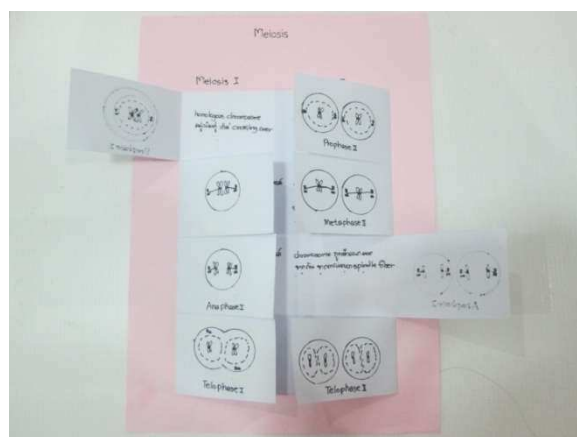
(4) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง Shutter fold กิจกรรมประกอบด้วย

(4.1) ให้นักเรียนวาดภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในระยะต่าง ๆ โดยใช้คำอธิบายเหตุการณ์สำคัญและพฤติกรรมของโครโมโซมตามที่ระบุไว้ในใบกิจกรรม โดยเขียนแสดง เยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มนิวเคลียส เซนโทรโซม เส้นใยสปินเดิล และพฤติกรรมของโครโมโซม ให้ถูกต้อง ชัดเจนลงใน Shutter fold (กำหนดให้เซลล์เริ่มต้น 1 เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 4 แท่ง โดย วาดภาพเซลล์ในระยะ Prophase I, Metaphase I, Anaphase I, Telophase I, Prophase II, Metaphase II, Anaphase II, และ Telophase II (ภาพที่ 3.5 ข)



ภาพ B

(ก) การเรียงลำดับภาพเซลล์ในระยะต่าง ๆ



(ข) Shutter fold

ภาพที่ 3.5 กิจกรรมเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (10 นาที)

(1) นักเรียนได้รับใบงาน เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ที่ประกอบด้วยคำถามสำคัญดังต่อไปนี้

- (1.1) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสประกอบด้วยระยะอะไรบ้าง ตามลำดับ
- (1.2) พฤติกรรมของโครโมโซมภายในนิวเคลียสของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในแต่ละระยะมีลักษณะเป็นอย่างไร
- (1.3) จากเซลล์เริ่มต้น 1 เซลล์ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะได้เซลล์ใหม่กี่เซลล์ และแต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็นเท่าใด
- (1.4) จำนวนโครโมโซมในนิวเคลียสของเซลล์เริ่มลดลงเป็นครึ่งหนึ่งในระยะใดของการแบ่งเซลล์ และพฤติกรรมของโครโมโซมในระยะนี้มีลักษณะเป็นอย่างไร

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที)

(1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับใบความรู้ เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

(2) นักเรียนศึกษาใบความรู้

(3) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน และ Shutter fold

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (5 นาที)

ขั้นเรียน (1) ครูสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 1-2 กลุ่ม ให้นำเสนอผลงาน Shutter fold หน้า

(2) นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

(2.1) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะได้เซลล์ใหม่กี่เซลล์ และแต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็นอย่างไร

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการสร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (100 นาที)

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

(1) ครูกล่าวว่า “จากการที่นักเรียนได้เรียน เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมาแล้ว การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ประกอบด้วยระยะ อะไรบ้าง” และถามต่อว่า “ระยะใดของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่ทำให้เกิดความแปรผันทางพันธุกรรม” และ “ระยะดังกล่าวมีลักษณะเป็นอย่างไร”

(2) ครูถามว่า “กระบวนการใดของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่แตกต่างจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส”

(3) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้สร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้”

(3.1) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

(3.2) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร

(3.3) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีความแตกต่างจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสอย่างไร

ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (50 นาที)

(1) แบ่งนักเรียนเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน

(2) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการสร้างแบบจำลองไมโอซิสประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

(2.1) นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจากเซลล์เริ่มต้น 1 เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซม $2n = 4$ โดยใช้อุปกรณ์ที่ครูแจกให้ดังนี้ ลวดก้ำมะหยี่ แทนแขนของโครโมโซม ลูกปัดสีดำ แทนเซนโทรเมียร์ ลูกปัดสีต่าง ๆ แทนยีนที่อยู่บนโครโมโซม แผ่นพลาสติกลูกฟูก และปากกาเคมีชนิดลบได้

(2.2) นักเรียนเรียงลำดับการแบ่งเซลล์ในระยะต่าง ๆ และจัดแสดงพฤติกรรมของโครโมโซม ลักษณะของยีนบนโครโมโซม และวาดรายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่ เยื่อหุ้มนิวเคลียส เซนโทรโซม และเส้นใยสปินเดิล ลงบนแผ่นพลาสติกลูกฟูก (ภาพที่ 3.6)

(3) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องการเปรียบเทียบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับภาพระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จากนั้นนักเรียนช่วยกันเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส โดยพิจารณาเปรียบเทียบจากภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสที่ครูแจกให้ และแบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่นักเรียนสร้างขึ้น



ภาพที่ 3.6 แบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในระยะต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที)

(1) นักเรียนได้รับใบงาน เรื่องการสร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่ประกอบด้วยคำถามสำคัญดังต่อไปนี้

(1.1) เซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีลักษณะของสารพันธุกรรมเหมือนหรือแตกต่างจากเซลล์เริ่มต้นอย่างไร

(1.2) ระยะใดของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่โครโมโซมคู่เหมือน (Homologous chromosome) เกิดการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมกัน

(1.3) การแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมระหว่างโครโมโซมคู่เหมือนที่เกิดขึ้นในกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

(1.4) ถ้าเซลล์ 1 เซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ในระยะ S ของอินเตอร์เฟส มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 36 แท่ง หากเริ่มต้นมีเซลล์จำนวน 4 เซลล์ เมื่อเข้าสู่กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในในระยะต่อไปนี้จะมีความจำนวนเซลล์ จำนวนโครโมโซม และจำนวนโครมาทิดในแต่ละเซลล์เป็นเท่าใด ระยะโปรเฟส I, ระยะการแบ่งไซโทพลาซึมของไมโอซิส I, ระยะโปรเฟส II และระยะการแบ่งไซโทพลาซึมของไมโอซิส II

(1.5) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสแตกต่างจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสอย่างไร (เปรียบเทียบในประเด็นต่อไปนี้ ระยะการแบ่งเซลล์, ระยะที่พบการเข้าคู่กันของ Homologous chromosome, ระยะที่พบการเกิด Crossing over, ระยะที่พบการแยกกันของ Sister chromatid, จำนวนเซลล์ที่ได้เมื่อสิ้นสุดกระบวนการแบ่งเซลล์ และจำนวนชุดโครโมโซมใน 1 เซลล์เมื่อสิ้นสุดกระบวนการแบ่งเซลล์)

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (15 นาที)

(1) นักเรียนได้รับใบความรู้ เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

(2) นักเรียนศึกษาใบความรู้

(3) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน และแบบจำลองที่สร้างขึ้น

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (15 นาที)

(1) นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

(1.1) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

(1.2) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร

(1.3) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีความแตกต่างจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสอย่างไร

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (50 นาที)

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

(1) ครูให้นักเรียนดูภาพครอบครัวครอบครัวที่ประกอบด้วย พ่อ แม่ และลูกจำนวน 3 คน โดยทุกคนในครอบครัวมีผิวปกติ แต่ลูกสาวคนที่ 3 มีลักษณะผิวเผือก ครูถามว่า “ลูกที่เกิดจากพ่อแม่เดียวกันจะมีลักษณะเหมือนกับพ่อแม่ทุกคนหรือไม่ อย่างไร”

(2) ครูถามว่า “เพราะเหตุใดลูกที่เกิดจากพ่อแม่เดียวกันจึงมีลักษณะไม่เหมือนกัน” ครูถามต่อว่า “สิ่งใดที่ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะการแสดงออกทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต”

(3) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้ศึกษาเกี่ยวกับคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันของสิ่งมีชีวิต เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้”

(3.1) แอลลีล โลคัส โฮโมโลกัส ยีน เฮเทอโรไซกัส ยีน จีโนไทป์ และฟีโนไทป์ คืออะไร

ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (15 นาที)

(1) แบ่งนักเรียนเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน

(2) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

(2.1) นักเรียนได้รับภาพโครโมโซมคู่หนึ่งที่มีลูกศรแสดงตำแหน่งของคำศัพท์ดังนี้ แอลลีล (Allele) โลคัส (Locus) และโฮโมโลกัสโครโมโซม (Homologous chromosome) นักเรียนนำคำศัพท์ไปเขียนให้ตรงกับความหมายที่กำหนดให้ โดยพิจารณาความสัมพันธ์จากภาพ

(2.2) นักเรียนได้รับภาพโครโมโซมคู่หนึ่งที่มียีนบีที่ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะของติ่งหู ซึ่งมีรูปแบบของยีนเป็น B และ b โดยยีน B ควบคุมลักษณะการมีติ่งหู และยีน b ควบคุมลักษณะการไม่มีติ่งหู ให้นักเรียนเขียนภาพแสดงลักษณะโครโมโซมพร้อมทั้งระบุยีนที่อยู่บนโครโมโซมที่ได้จากกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของชายที่มียีนเป็น BB และและหญิงที่มียีนเป็น bb

ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (15 นาที)

(1) นักเรียนได้รับใบงาน เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ประกอบด้วยคำถามสำคัญดังต่อไปนี้

(1.1) แอลลีล คืออะไร

(1.2) โลคัส คืออะไร

(1.3) โฮโมโลกัสโครโมโซม คืออะไร

(1.4) เพราะเหตุใดยีนจึงอยู่กันเป็นคู่ ๆ

(1.5) ชายที่มียีนเป็น BB และหญิงที่มียีนเป็น bb จะมีลักษณะของติ่งหูเป็นอย่างไร (มี หรือ ไม่มีติ่งหู)

(1.6) จากภาพการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของเพศชาย พบว่าเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้มียีนอยู่บนโครโมโซมได้กี่แบบ อย่างไรบ้าง

(1.7) จากภาพการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิง พบว่าเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้มียีนอยู่บนโครโมโซมได้กี่แบบ อย่างไรบ้าง

(1.8) เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ยีนจะยังคงอยู่เป็นคู่ ๆ เช่นเดิมหรือไม่อย่างไร

(1.9) หากชายและหญิงคู่นี้แต่งงานกัน ลูกที่เกิดจากชายหญิงคู่นี้จะมียีนเป็นอย่างไร และยีนแต่ละแบบที่เกิดขึ้นมีอัตราส่วนคิดเป็นเท่าใด

(1.10) ในระหว่างที่เกิดการปฏิสนธิ ยีนจากเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่มีหลักการเข้าคู่กันอย่างไร

(1.11) หากลูกที่เกิดจากชาย-หญิงคู่นี้มียีนเป็น Bb จะมีลักษณะของตาดูเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที)

(1) นักเรียนได้รับใบความรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

(2) นักเรียนศึกษาใบความรู้

(3) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน

(4) นักเรียนตอบคำถามเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

(1.1) รูปแบบของยีนที่อยู่เป็นคู่เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ตัวอักษรภาษาอังกฤษ เช่น BB, Bb และ bb เรียกว่าอะไร

(1.2) รูปแบบของยีนที่อยู่เป็นคู่มีลักษณะเหมือนกัน คือ BB และ bb เรียกว่าอะไร

(1.3) รูปแบบของยีนที่อยู่เป็นคู่มีลักษณะแตกต่างกัน คือ Bb เรียกว่าอะไร

(1.4) ลักษณะที่ปรากฏให้เห็นในสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากรูปแบบของยีน เรียกว่าอะไร

(1.5) การแยกกันอย่างอิสระของยีนที่อยู่เป็นคู่ ๆ เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เป็นไปตามกฎข้อใดของเมนเดล

(1.6) การรวมกันอย่างอิสระของยีนในเซลล์สืบพันธุ์ เมื่อเกิดการปฏิสนธิ เป็นไปตามกฎข้อใดของเมนเดล

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (5 นาที)

(1) ครูสุ่มตัวแทนจากกลุ่ม ๆ ละ 1 คน ให้อธิบายความหมายของ แอลลีล โดมิแนนต์ ไฮโดรไฮกัยน เฮเทอโรไฮกัยน จีโนไทป์ และฟีโนไทป์ คนละ 1 คำ

(2) ครูให้นักเรียนดูภาพพวงของไก่เพศผู้ที่ถูกควบคุมโดยยีนเอชที่มี 2 แอลลีล คือ H และ h โดย H ควบคุมลักษณะการมีขนหางสั้น และ h ควบคุมลักษณะการมีขนหางยาว และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

(2.1) ไก่เพศผู้ที่มีจีโนไทป์เป็น HH จะมีฟีโนไทป์เป็นอย่างไร

(2.2) ไก่เพศผู้ที่มีจีโนไทป์เป็น Hh จะมีฟีโนไทป์เป็นอย่างไร

(2.3) ไก่เป็นผู้ที่มิขนหางสั้น จะมีจีโนไทป์เป็นอย่างไร

(2.4) ไฮโดรไฮกัยน จะมียีนที่เป็นแอลลีลอย่างไรบ้าง

(2.5) เฮเทอโรไฮกัยน จะมียีนที่เป็นแอลลีลอย่างไรบ้าง

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดติกรี (100 นาที)

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

(1) ครูให้นักเรียนดูภาพเพดติกรีลักษณะตาบอดสีของครอบครัวหนึ่ง และอธิบายว่า “นี่คือแผนภาพแสดงการถ่ายทอดลักษณะตาบอดสีที่เกิดขึ้นในครอบครัวหนึ่ง”

(2) ครูถามว่า “ลักษณะตาบอดสีถ่ายทอดจากพ่อ-แม่ สู่ลูกได้อย่างไร”

(3) ครูถามว่า “ลักษณะตาบอดสีพบในเพศใดบ้าง” และ “ลักษณะตาบอดสีพบในเพศใดมากกว่ากัน” เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้วครูถามต่อว่า “เพราะเหตุใดลักษณะตาบอดสีจึงพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง”

(4) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้ศึกษาเกี่ยวกับการการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้

(4.1) ลักษณะทางพันธุกรรมใดบ้างที่สามารถถ่ายทอดผ่านทางยีนบนโครโมโซมร่างกายได้

(4.2) ลักษณะทางพันธุกรรมใดบ้างที่สามารถถ่ายทอดผ่านทางยีนบนโครโมโซมเพศได้

(4.3) อัตราส่วน และโอกาสที่จะเกิดการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่นลูกเป็นอย่างไร

(4.4) การเขียนแผนภาพเพดติกรีทำอย่างไร และจากแผนภาพเพดติกรีสามารถแปลความหมายได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (45 นาที)

(1) แบ่งนักเรียนเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน

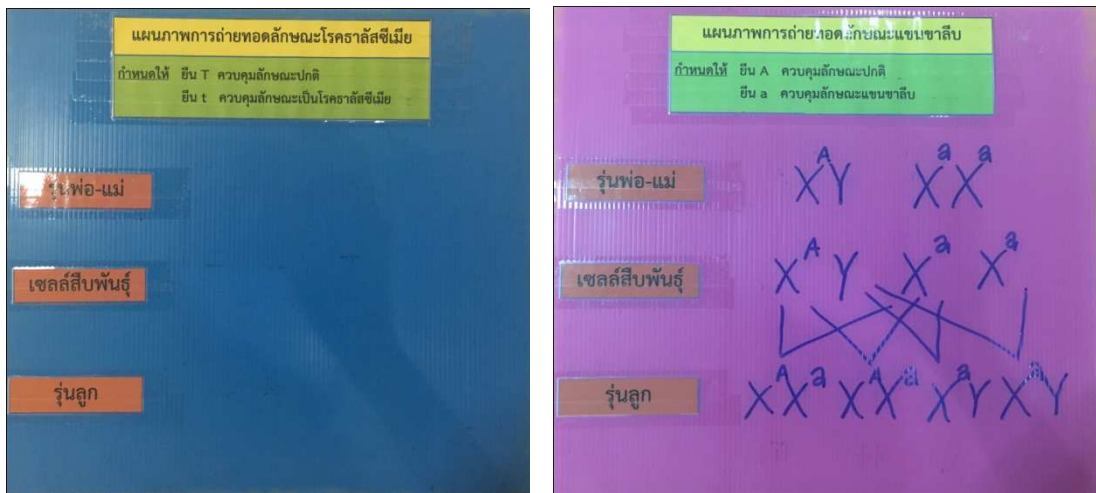
(2) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

(2.1) นักเรียนเขียนแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามที่โจทย์กำหนดไว้ในใบกิจกรรม โดยใช้แผนภาพที่ครูแจกให้กลุ่มละ 1 แผนภาพ และปากกาเคมีชนิดลบได้ โดยแผนภาพสีน้ำเงินเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากยีนบนโครโมโซมร่างกาย (มีทั้งหมด 3 ลักษณะ) (ภาพที่ 3.7 ก) แผนภาพสีชมพูเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากยีนบนโครโมโซมเพศ (มีทั้งหมด 2 ลักษณะ) (ภาพที่ 3.7 ข)

(2.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนแผนภาพกัน โดยเปลี่ยนกับกลุ่มที่อยู่ถัดไปหมุนเวียนไปเรื่อย ๆ จนได้ศึกษาแผนภาพทั้งหมด 5 แผนภาพ เมื่อได้รับแผนภาพนักเรียนต้องทำการตรวจสอบและแก้ไขแผนภาพที่ได้จากเพื่อนให้ถูกต้อง และเขียนแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมลงในใบกิจกรรมของตนเอง

(3) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องเพดติกรี ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

(3.1) นักเรียนได้รับแผนภาพเพดติกรีลักษณะตาบอดสีของครอบครัวหนึ่งพร้อมทั้งคำอธิบายแผนภาพ นักเรียนช่วยกันสร้างสัญลักษณ์เพดติกรีโดยใช้การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพและคำอธิบายที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรม



(ก) ลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากยีนบนโครโมโซมร่างกาย

(ข) ลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากยีนบนโครโมโซมเพศ

ภาพที่ 3.7 แผนภาพการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที)

(1) นักเรียนได้รับใบงาน เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดติกรีที่ประกอบด้วยคำถามสำคัญดังต่อไปนี้

(1.1) จากแผนภาพการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละลักษณะ มีอัตราส่วนและโอกาสที่จะเกิดการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่นลูก เป็นเท่าใด

(1.2) เพราะเหตุใดเพศชายจึงมีโอกาสเกิดโรคทางพันธุกรรมจากยีนบนโครโมโซมเพศมากกว่าเพศหญิง

(1.3) เขียนแผนภาพเพดติกรีลักษณะผิวเผือกของครอบครัวหนึ่งโดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้

(1.4) จากแผนภาพเพดติกรี ลักษณะตาบอดสีเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากยีนบนโครโมโซมเพศ หรือ ยีนบนโครโมโซมร่างกาย นักเรียนทราบได้อย่างไร

(1.5) จากแผนภาพเพดติกรี ลักษณะผิวเผือกเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากยีนบนโครโมโซมเพศ หรือ ยีนบนโครโมโซมร่างกาย นักเรียนทราบได้อย่างไร

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (15 นาที)

(1) นักเรียนได้รับใบความรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพตติกีรี

(2) นักเรียนศึกษาใบความรู้

(3) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (15 นาที)

(1) ครูสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 5 กลุ่ม ให้นำเสนอผลงานแผนภาพการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (กลุ่มละ 1 ลักษณะ ไม่ซ้ำกัน) โดยนักเรียนทุกคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง

(2) ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 1 คน เขียนแผนภาพเพตติกีรีลักษณะผิวเผือกของครอบครัวหนึ่งโดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้จากใบกิจกรรมที่ 2

(3) นักเรียนทุกคนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

(3.1) จากแผนภาพเพตติกีรี ลักษณะผิวเผือกเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากยีนบนโครโมโซมเพศ หรือ ยีนบนโครโมโซมร่างกาย นักเรียนทราบได้อย่างไร

(3.2) เพตติกีรีมีประโยชน์ต่อการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมอย่างไร

3.3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ (ภาพที่ 3.8)

1) ศึกษาเอกสารมาตรฐานการศึกษา การวัดและประเมินผลการศึกษา การสร้างข้อสอบตามแนวคิดของ Bloom (ทศนา ขมมณี, 2545)

2) ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จากหลักสูตรแกนกลาง หลักสูตรสถานศึกษา หนังสือเรียนชีววิทยาพื้นฐานของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3) สร้างตารางโครงสร้างแบบทดสอบ (Test blueprint) ดังตารางที่ 3.2

4) สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับตารางโครงสร้างแบบทดสอบวัดระดับความรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom (1976) ที่ได้รับการปรับปรุงโดย Anderson et al. (2001) ซึ่งวัดผลด้านสติปัญญาจากการวัดพฤติกรรม ได้แก่ การจำ การเข้าใจ และการวิเคราะห์

ตารางที่ 3.2 โครงสร้างแบบทดสอบ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

แผนที่	เรื่อง	จำนวน คาบ	ระดับการคิด			รวม
			จำ	เข้าใจ	วิเคราะห์	
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	1	-	2	1	3
2	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	2	2	3	1	6
3-4	วิวัฒนาการเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	3	1	5	3	9
5-6	การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	3	1	4	4	9
7-8	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพตติกีรี	3	-	3	6	9
รวม		12	4	17	15	36

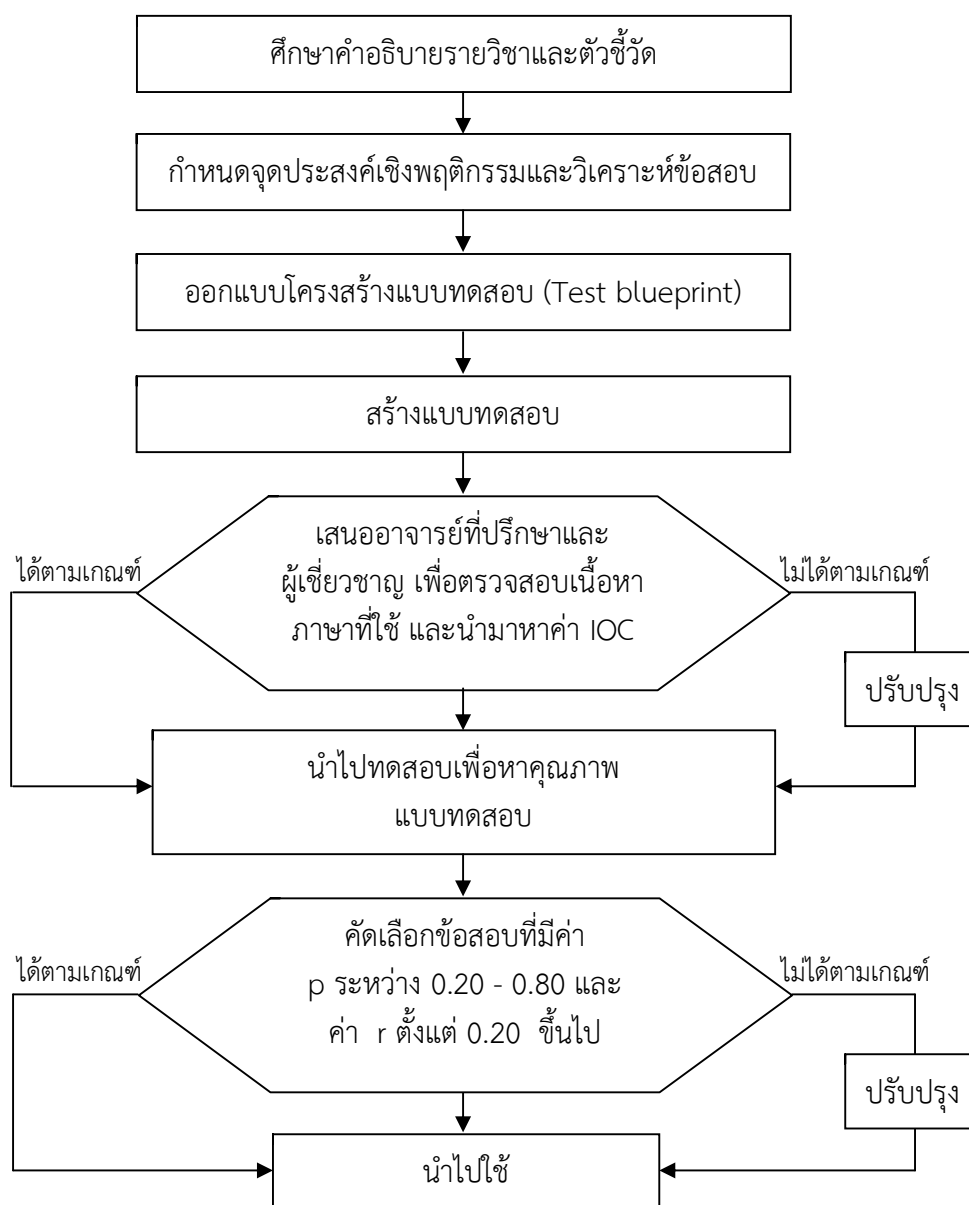
5) นำแบบทดสอบเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาว่าคำถามตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ และนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง หากค่าที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าข้อสอบข้อนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์ (ภาคผนวก จ)

6) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน ศิขรภูมิพิสัย ที่เรียนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแล้ว และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง นำมาตรวจให้คะแนน

7) วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ทั้งนี้พบว่าข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.13-1.00 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.08-0.75 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.47 และมีข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 23 ข้อ

8) นำข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาปรับปรุงแก้ไข และนำไปทดสอบใหม่กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง นำมาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์หาค่าความยากพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.24-0.82 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.92 (ภาคผนวก จ)

9) จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง จำนวน 36 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก จ)



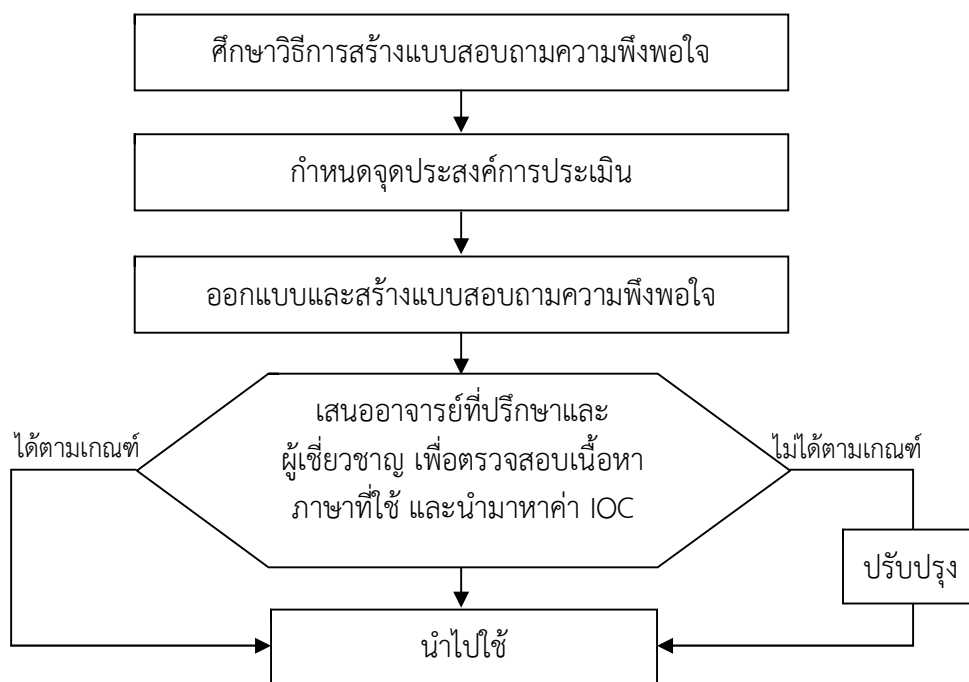
ภาพที่ 3.8 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ (ภาพที่ 3.9)

- 1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากหนังสือ เช่น การวิจัยเบื้องต้น การวัดผลและประเมินผลการศึกษา (สมนึก ภัทธีธรณี, 2553; บุญชม ศรีสะอาด, 2545)
- 2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) ประกอบด้วย 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ ได้แก่ ด้านการสอนของครู ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ
- 3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับคุณลักษณะที่ต้องการประเมิน

4) ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความพึงพอใจข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องไม่ผ่านเกณฑ์ตามข้อเสนอแนะ จนได้แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีค่า IOC เท่ากับ 0.5 หรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง

5) จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ประกอบด้วย 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวมจำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก ฉ)



ภาพที่ 3.9 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีการดำเนินการดังนี้ (ภาพที่ 3.10)

3.4.1 ครูแนะนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

3.4.2 ทดสอบก่อนเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตอนที่ 1 ซึ่งมีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จำนวน 3 ข้อ

3.4.3 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 – 6 คน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้คะแนนจากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

3.4.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ จำนวน 1 แผน พร้อมเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนในแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.5 ทดสอบหลังเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนชุดเดิมแต่มีการสลับข้อคำถาม

3.4.6 สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ

3.4.7 ดำเนินการตั้งแต่ข้อ 3.4.2–3.4.6 ซ้ำ โดยแบ่งการสอบอีก 4 ครั้ง โดยเปลี่ยนแบบทดสอบดังนี้

3.4.7.1 ตอนที่ 2 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 จำนวน 6 ข้อ

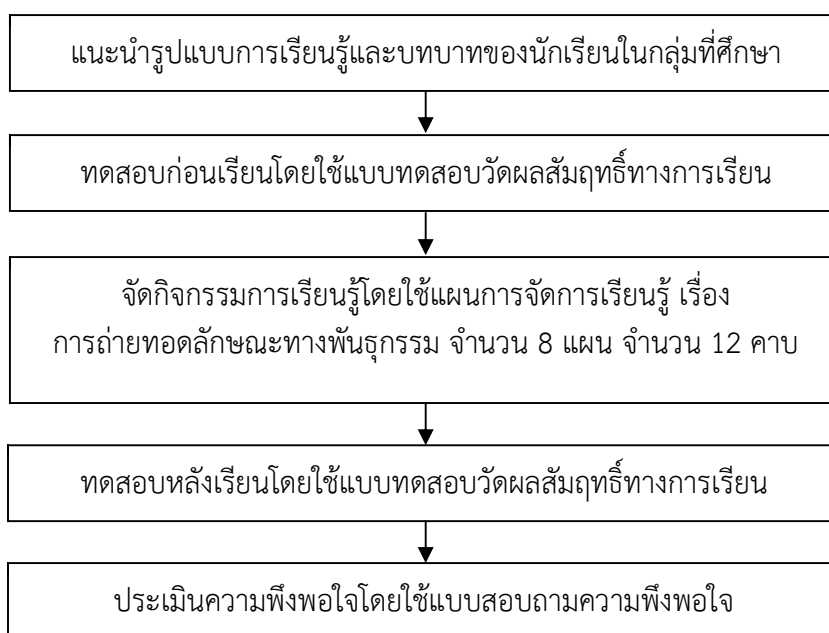
3.4.7.2 ตอนที่ 3 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4, 5 และ 6 จำนวน 9 ข้อ

3.4.7.3 ตอนที่ 4 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7, 8 และ 9 จำนวน 9 ข้อ

3.4.7.4 ตอนที่ 5 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10, 11 และ 12 จำนวน 9 ข้อ

3.4.8 นำคะแนนจากการทำกิจกรรมในขณะดำเนินกิจกรรมในแต่ละแผน และคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนจากแบบทดสอบทุกฉบับ มาหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลในส่วนอื่น ๆ ต่อไป

3.4.9 นำคะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจมาหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นรายชื่อ เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลในส่วนอื่น ๆ ต่อไป



ภาพที่ 3.10 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรม และคะแนนจากการทำแบบทดสอบทุกฉบับ มาวิเคราะห์ดังนี้

3.5.1 หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรม คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

3.5.2 หาค่าประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้รายแผนจากคะแนนที่นักเรียนทำกิจกรรมในระหว่างเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (ภาคผนวก ข)

3.5.3 หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้รายแผนจากร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ภาคผนวก ข)

3.5.4 นำคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาแจกแจงความถี่เป็น 8 ระดับ ตามเกณฑ์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ดังนี้

ตารางที่ 3.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

ช่วงคะแนนร้อยละ	ระดับ	ช่วงคะแนนร้อยละ	ระดับ
80-100	ดีเยี่ยม	60-64	น่าพอใจ
75-79	ดีมาก	55-59	พอใช้
70-74	ดี	50-54	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
65-69	ค่อนข้างดี	0-49	ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

3.5.5 นำค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ภาคผนวก ข) มาเปรียบเทียบกับโดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent-samples t-test analysis) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพิจารณาทั้งแบบรายชั้น และรายเนื้อหา

3.5.6 นำคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain; $\langle g \rangle$) ทั้งแบบรายชั้น รายคน และรายเนื้อหา (ภาคผนวก ณ) และแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความก้าวหน้าทางการเรียน (อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2550) ดังนี้

กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับสูง (High gain)	$\langle g \rangle \geq 0.7$
กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับปานกลาง (Medium gain)	$0.3 \leq \langle g \rangle < 0.7$
กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับต่ำ (Low gain)	$0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$

3.5.7 นำคะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นรายข้อและภาพรวมทั้งหมด

สำหรับระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ จะนำค่าเฉลี่ยไปเทียบเกณฑ์การแปลผลดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
4.51 – 5.00	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	มีความพึงพอใจในระดับมาก
2.51 – 3.50	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 – 1.50	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.6.1.2 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

$$E1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad (3.2)$$

เมื่อ	E1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกหัด
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

$$E2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad (3.3)$$

เมื่อ	E2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของคะแนนสอบหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

3.6.1.3 ค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$p = \frac{R}{n} \quad (3.4)$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากของแบบทดสอบ
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	n	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

3.6.1.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}} \quad (3.5)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	R_U	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	R_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.6.1.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ ใช้วิธีวิเคราะห์แบบอิงกลุ่ม จากสูตร KR-20 (Kuder-Richardson-20)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right] \quad (3.6)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

3.6.2 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.6.2.1 ค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.7)$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของกลุ่ม
	N	แทน จำนวนของนักเรียนทั้งหมด

3.6.2.2 ค่าร้อยละ

$$\% = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3.8)$$

เมื่อ	%	แทน ร้อยละ
	f	แทน ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ
	N	แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3.9)$$

เมื่อ	SD	แทน ส่วนเบี่ยงเบน
	X	แทน คะแนนแต่ละคน
	$\sum X^2$	แทน ผลรวมคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน จำนวนนักเรียน

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์สมมติฐาน

3.6.3.1 การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad df = N-1 \quad (3.10)$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบผลความมีนัยสำคัญ
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

3.6.3.2 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้

$$E. I = \frac{\% \text{ ของผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \% \text{ ของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \% \text{ ของผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}} \quad (3.11)$$

3.6.3.3 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน

$$< g > = \frac{P_2 - P_1}{100 - P_1} \quad (3.12)$$

เมื่อ	<g>	แทน	ค่าความก้าวหน้า
	P ₁	แทน	ค่าร้อยละของคะแนนสอบก่อนเรียน
	P ₂	แทน	ค่าร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

งานวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสร้าง ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเรียงตามลำดับ ได้แก่ ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ และอภิปรายผล โดยรายงานเนื้อหา เรียงตามลำดับ ดังนี้

- 4.1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม
- 4.2 เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม
- 4.3 เรื่องวัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
- 4.4 เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
- 4.5 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดิกรี
- 4.6 ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

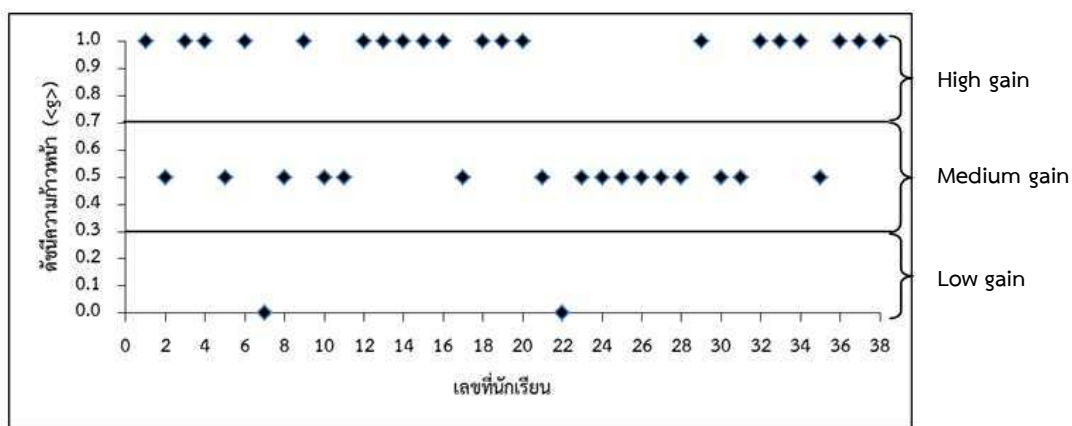
4.1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม

4.1.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

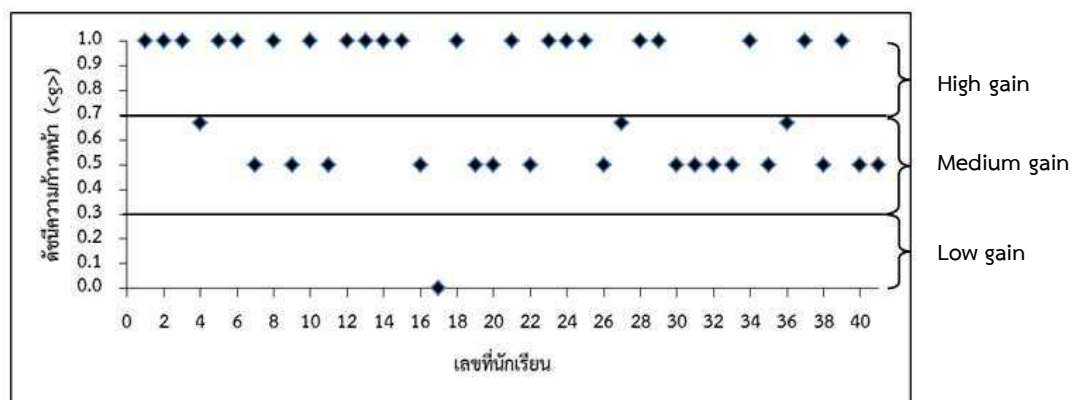
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) เมื่อใช้กับห้องเรียนที่ 1 มีค่าเท่ากับ 84.61/84.21 และห้องเรียนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 84.27/83.74 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง (High gain) โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า ($<g>$) เท่ากับ 0.7368 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 73.68 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 2, 16 และ 20 คน มีความความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7561 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 75.61 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 1, 19 และ 21 คน มีความความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าดัชนีประสิทธิผล ($E.I$) เท่ากับ 0.7368 และ 0.7561 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (0.5)

4.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

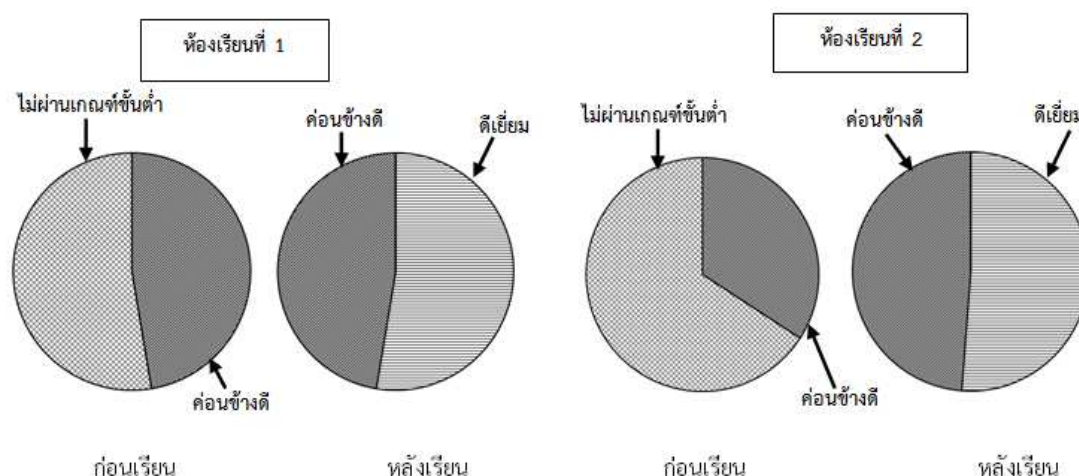
จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 49.12 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 18 คน มีคะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดี และ 20 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 84.21 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 20 คน ระดับค่อนข้างดี 18 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับห้องเรียนที่ 1 กล่าวคือ คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 42.28 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 14 คน มีคะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดี และ 27 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 83.74 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 21 คน และระดับค่อนข้างดี 20 คน (ภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.1 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล



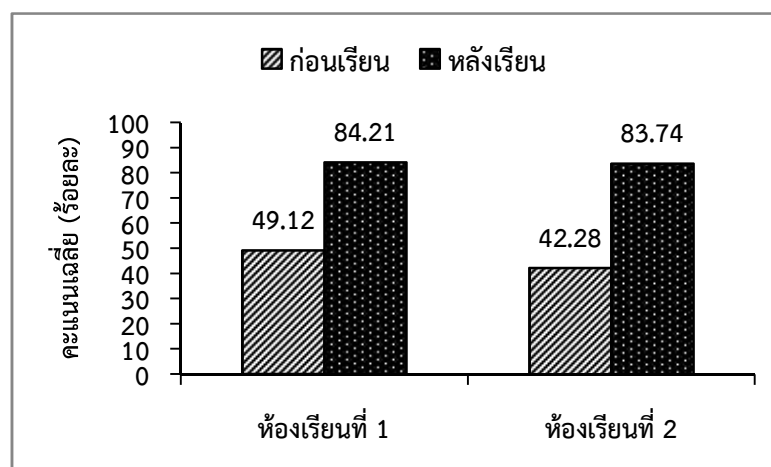
ภาพที่ 4.2 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 84.21) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 49.12) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 83.74) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 42.28) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน (ภาพที่ 4.4)

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามที่ 1 และ 2 เป็นคำถามที่วัดการเข้าใจ และคำถามที่ 3 เป็นคำถามที่วัดการวิเคราะห์ ซึ่งมีนักเรียนตอบคำถามทุกข้อถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและวิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรมได้เป็นอย่างดีจึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน



ภาพที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2

ตารางที่ 4.1 ความถี่ของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	71.05	86.84	0.55
2	ประเภทของความแปรผันทางพันธุกรรม	42.11	84.21	0.73
3	ความสำคัญของความแปรผันทางพันธุกรรม	34.21	81.58	0.72

ตารางที่ 4.2 ความถี่ของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	65.79	84.21	0.54
2	ประเภทของความแปรผันทางพันธุกรรม	28.95	81.58	0.74
3	ความสำคัญของความแปรผันทางพันธุกรรม	28.95	81.58	0.74

4.1.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม พบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.38 ± 0.66 และ 4.44 ± 0.65 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.35 ± 0.66 และ 4.42 ± 0.59) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ครูจัดการสอนเป็นลำดับขั้นตอน (4.42 ± 0.72) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน (4.59 ± 0.55)

ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.45 ± 0.65 และ 4.42 ± 0.66) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและแปลกใหม่ (4.58 ± 0.55 และ 4.46 ± 0.64) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ (4.46 ± 0.64) และสื่อการสอนมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา (4.46 ± 0.55)

ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.32 ± 0.66 และ 4.47 ± 0.68) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (4.45 ± 0.65) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม (4.59 ± 0.59)

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.41 ± 0.66) และ (4.46 ± 0.68) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย (4.55 ± 0.55) และทำให้มีความสุขและสนุกกับการเรียน (4.55 ± 0.65) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (4.63 ± 0.58)

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าสิ่งที่นักเรียนประทับใจ มีดังนี้

(1) กิจกรรมมีความหลากหลาย นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ก “ชอบที่มีกิจกรรมให้ทำหลายอย่าง” และนักเรียน ข “ชอบที่ได้ทำกิจกรรมสำรวจลักษณะทางพันธุกรรมของเพื่อนในกลุ่ม และได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน”

(2) กิจกรรมทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ค “ชอบที่ได้สังเกตลักษณะของเปลือกหอยதாகบชนิดเดียวกัน แต่มีลักษณะสีของเปลือกที่แตกต่างกัน ทำให้เข้าใจเรื่องความแปรผันทางพันธุกรรมได้ดีมาก” และนักเรียน ง “ชอบที่ได้นำลักษณะลักษณะเกี่ยวกับความสูงของเพื่อนในกลุ่มมาเขียนเป็นกราฟแท่ง ทำให้เห็นความแตกต่างของความแปรผันทางพันธุกรรมแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องได้ชัดเจนมากขึ้น”

(3) การได้ทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน จ “ชอบที่ได้ทำงานเป็นกลุ่ม ได้ร่วมมือกันและแก้ปัญหาไปด้วยกันกับเพื่อน”

ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สภาพของห้องเรียนที่มีอากาศร้อน เนื่องจากพัดลมชำรุด ข้อเสนอแนะอื่น ๆ คือ นักเรียนอยากให้มีการใช้สื่อการเรียนการสอนแบบใหม่ ๆ แบบนี้อีก

ตารางที่ 4.3 ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม

ข้อ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
		ห้องเรียนที่ 1			ห้องเรียนที่ 2		
		$\bar{X}$	SD	แปลผล	$\bar{X}$	SD	แปลผล
ด้านการสอนของครู							
1	ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน	4.29	0.57	มาก	4.59	0.55	มากที่สุด
2	ครูจัดการสอนเป็นลำดับขั้นตอน	4.42	0.72	มาก	4.46	0.64	มาก
3	ครูให้คำแนะนำและความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึง	4.29	0.65	มาก	4.41	0.55	มาก
4	ครูรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนและเปิดโอกาสให้ซักถาม	4.34	0.63	มาก	4.41	0.50	มาก
5	ครูสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้มีความสุข	4.39	0.72	มาก	4.22	0.72	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.35	0.66	มาก	4.42	0.59	มาก
ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน							
1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.50	0.60	มาก	4.46	0.67	มาก
2	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและแปลกใหม่	4.58	0.55	มากที่สุด	4.46	0.64	มาก
3	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา	4.05	0.96	มาก	4.27	0.78	มาก
4	สื่อการสอนมีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้	4.55	0.55	มากที่สุด	4.44	0.67	มาก
5	สื่อการสอนมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.55	0.60	มากที่สุด	4.46	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.45	0.65	มาก	4.42	0.66	มาก
ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้							
1	กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.45	0.65	มาก	4.41	0.81	มาก
2	กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น	4.34	0.58	มาก	4.37	0.80	มาก
3	กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้	4.29	0.65	มาก	4.54	0.60	มากที่สุด
4	ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.37	0.75	มาก	4.59	0.59	มากที่สุด
5	ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก	4.13	0.66	มาก	4.44	0.63	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.32	0.66	มาก	4.47	0.68	มาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ							
1	ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.55	0.55	มากที่สุด	4.54	0.71	มากที่สุด
2	ทำให้จดจำเนื้อหาได้นาน	4.26	0.69	มาก	4.32	0.72	มาก
3	ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.21	0.74	มาก	4.63	0.58	มากที่สุด
4	ทำให้สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	4.47	0.69	มาก	4.34	0.69	มาก
5	ทำให้มีความสุขและสนุกกับการเรียน	4.55	0.65	มากที่สุด	4.49	0.68	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.41	0.66	มาก	4.46	0.68	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.38	0.66	มาก	4.44	0.65	มาก

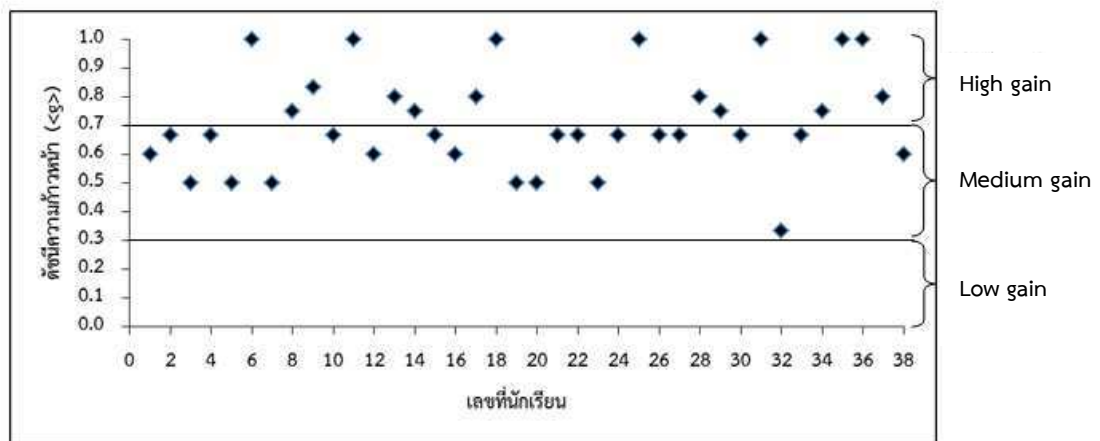
4.2 เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม

4.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

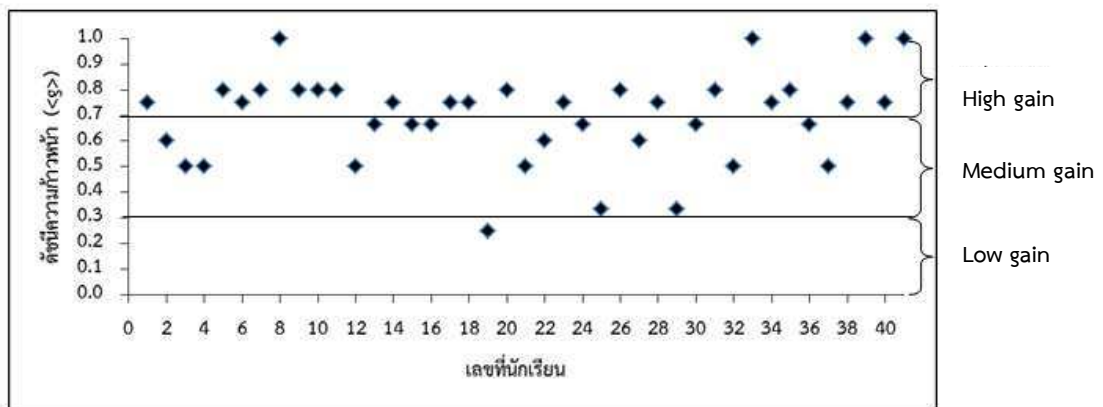
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อใช้กับห้องเรียนที่ 1 มีค่าเท่ากับ 83.03/82.02 และห้องเรียนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 81.34/80.08 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7132 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 71.32 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 22 และ 16 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.5) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.6931 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 69.31 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 1, 17 และ 23 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.6) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7132 และ 0.6931 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

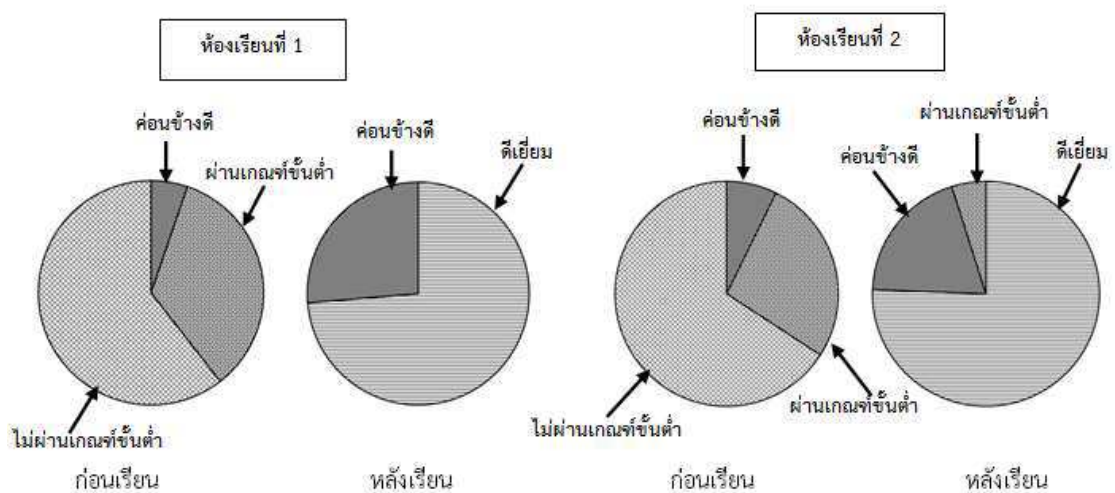
จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 33.77 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 2 คน มีคะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดี 13 คน มีคะแนนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ และอีก 23 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 82.02 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 28 คน ระดับค่อนข้างดี 10 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับห้องเรียนที่ 1 กล่าวคือ คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 34.55 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 3 คน มีคะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดี 11 คน มีคะแนนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ และอีก 27 คน อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.08 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 31 คน ระดับค่อนข้างดี 8 คน และอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ 2 คน (ภาพที่ 4.7)



ภาพที่ 4.5 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.6 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล

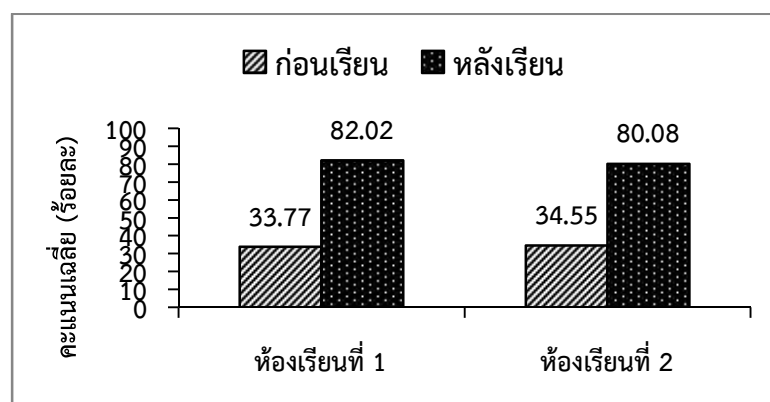


ภาพที่ 4.7 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่า คะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 82.02) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 33.77) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 80.08) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 34.55) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน (ภาพที่ 4.8)

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.4 และ ตารางที่ 4.5) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามที่ 3 และ 4 ซึ่งเป็นคำถามที่วัดการจำ และคำถามที่ 1 และ 5 เป็นคำถามที่วัดการเข้าใจ มีนักเรียนตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนจดจำและเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับรูปร่างของโครโมโซมและโครมาทิด และองค์ประกอบและโครงสร้างของดีเอ็นเอได้เป็นอย่างดีจึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่รายงานไว้โดย Kindfield (1991), Clark and Mathis (2000) และ Michelle (1994)

ในส่วนของคำถามที่มีนักเรียนตอบถูกมากขึ้นแต่จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกยังต่ำกว่าร้อยละ 80 คือ คำถามที่ 2 ซึ่งเป็นคำถามที่วัดความเข้าใจ ที่มีนักเรียนตอบถูกน้อยที่สุด เนื่องจากนักเรียนยังไม่ได้เรียนเรื่องการแบ่งเซลล์ จึงขาดความเข้าใจในเรื่องรูปร่างของโครโมโซมในขณะที่แบ่งเซลล์ที่ว่าในระยะอินเตอร์เฟสจะมีการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ หรือมีการจำลองโครโมโซมเพิ่มขึ้นอีก 1 เท่า แต่โครโมโซมที่จำลองขึ้นยังติดกับท่อนเก่าที่ตำแหน่งเซนโทรเมียร์ จากกิจกรรมการนับจำนวนโครโมโซมนักเรียนมีความเข้าใจแต่เพียงว่า โครโมโซมที่มี 1 โครมาทิด และ โครโมโซมที่มี 2 โครมาทิด นับเป็น 1 โครโมโซมเท่านั้น แต่เมื่อต้องนับจำนวนดีเอ็นเอ และเส้นใยโครมาทินตามภาพที่โจทย์กำหนดนักเรียนจึงเกิดความสับสนว่าโครโมโซมที่มี 2 โครมาทิด จะมีจำนวนดีเอ็นเอเป็นกี่เส้น ส่วนคำถามที่ 6 ซึ่งเป็นคำถามที่วัดการวิเคราะห์ ห้องเรียนที่ 2 มีนักเรียนตอบถูกต่ำกว่าร้อยละ 80 จากการสุ่มถามนักเรียนที่ตอบไม่ถูก พบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม แต่เกิดความสับสนเมื่อต้องตอบคำถามจากภาพแสดงความพันธ์ที่โจทย์กำหนด



ภาพที่ 4.8 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2

ตารางที่ 4.4 ความถี่ของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	โครโมโซมและโครมาทิด	23.68	86.84	0.83
2	ดีเอ็นเอและโครมาทิน	7.89	68.42	0.66
3	องค์ประกอบของดีเอ็นเอ	57.89	89.47	0.75
4	โครงสร้างของดีเอ็นเอ	42.11	81.58	0.68
5	ลักษณะของยีน	44.74	84.21	0.71
6	ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม	26.32	81.58	0.75

ตารางที่ 4.5 ความถี่ของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	โครโมโซมและโครมาทิด	23.68	86.84	0.83
2	ดีเอ็นเอและโครมาทิน	7.89	68.42	0.66
3	องค์ประกอบของดีเอ็นเอ	57.89	89.47	0.75
4	โครงสร้างของดีเอ็นเอ	42.11	81.58	0.68
5	ลักษณะของยีน	44.74	84.21	0.71
6	ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม	26.32	81.58	0.75

4.2.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม พบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และนักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.43 ± 0.66 และ 4.43 ± 0.65 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.38 ± 0.64 และ 4.41 ± 0.67) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน (4.50 ± 0.60 และ 4.49 ± 0.60)

ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.45 ± 0.67 และ 4.46 ± 0.65) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ สื่อการสอน

มีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้ (4.58 ± 0.64 ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและแปลกใหม่ (4.51 ± 0.60) สื่อการสอนมีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้ (4.51 ± 0.64) และสื่อการสอนมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา (4.51 ± 0.51)

ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.45 ± 0.64 และ 4.48 ± 0.59) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (4.55 ± 0.55) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (4.61 ± 0.54)

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.42 ± 0.70 และ 4.37 ± 0.70) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย (4.55 ± 0.60) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (4.44 ± 0.63)

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าสิ่งที่นักเรียนประทับใจ มีดังนี้

(1) การได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ก “ชอบที่ได้ต่อโครงสร้างดีเอ็นเอด้วยตัวเอง”

(2) การนำเสนองานหน้าชั้นเรียน นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ข “ชอบที่ได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้ได้เห็นผลงานของเพื่อนจากหลาย ๆ กลุ่ม” และนักเรียน ค “ได้เห็นงานของเพื่อนในกลุ่มที่แตกต่างจากกลุ่มของตัวเอง เมื่อได้ออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน”

(3) การได้ทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ง “ชอบที่ได้ทำงานเป็นกลุ่ม มีเพื่อนคอยช่วยอธิบายสิ่งที่สงสัยให้ฟัง”

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม

ข้อ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
		ห้องเรียนที่ 1			ห้องเรียนที่ 2		
		$\bar{X}$	SD	แปลผล	$\bar{X}$	SD	แปลผล
ด้านการสอนของครู							
1	ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน	4.50	0.60	มาก	4.49	0.60	มาก
2	ครูจัดการสอนเป็นลำดับขั้นตอน	4.47	0.60	มาก	4.41	0.71	มาก
3	ครูให้คำแนะนำและความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึง	4.29	0.57	มาก	4.44	0.67	มาก
4	ครูรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนและเปิดโอกาสให้ซักถาม	4.29	0.73	มาก	4.34	0.69	มาก
5	ครูสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้มีความสุข	4.37	0.71	มาก	4.37	0.70	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.38	0.64	มาก	4.41	0.67	มาก
ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน							
1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.50	0.69	มาก	4.46	0.64	มาก
2	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและแปลกใหม่	4.50	0.65	มาก	4.51	0.60	มากที่สุด
3	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา	4.24	0.68	มาก	4.32	0.85	มาก
4	สื่อการสอนมีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้	4.58	0.64	มากที่สุด	4.51	0.64	มากที่สุด
5	สื่อการสอนมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.42	0.72	มาก	4.51	0.51	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		4.45	0.67	มาก	4.46	0.65	มาก
ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้							
1	กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.39	0.64	มาก	4.61	0.54	มากที่สุด
2	กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น	4.29	0.69	มาก	4.54	0.55	มากที่สุด
3	กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้	4.55	0.55	มากที่สุด	4.49	0.55	มาก
4	ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.53	0.65	มากที่สุด	4.41	0.67	มาก
5	ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก	4.47	0.65	มาก	4.37	0.62	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.45	0.64	มาก	4.48	0.59	มาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ							
1	ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.55	0.60	มากที่สุด	4.34	0.73	มาก
2	ทำให้จดจำเนื้อหาได้นาน	4.29	0.73	มาก	4.34	0.76	มาก
3	ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.42	0.60	มาก	4.44	0.63	มาก
4	ทำให้สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	4.42	0.79	มาก	4.34	0.69	มาก
5	ทำให้มีความสุขและสนุกกับการเรียน	4.42	0.79	มาก	4.37	0.66	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.42	0.70	มาก	4.37	0.70	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.43	0.66	มาก	4.43	0.65	มาก

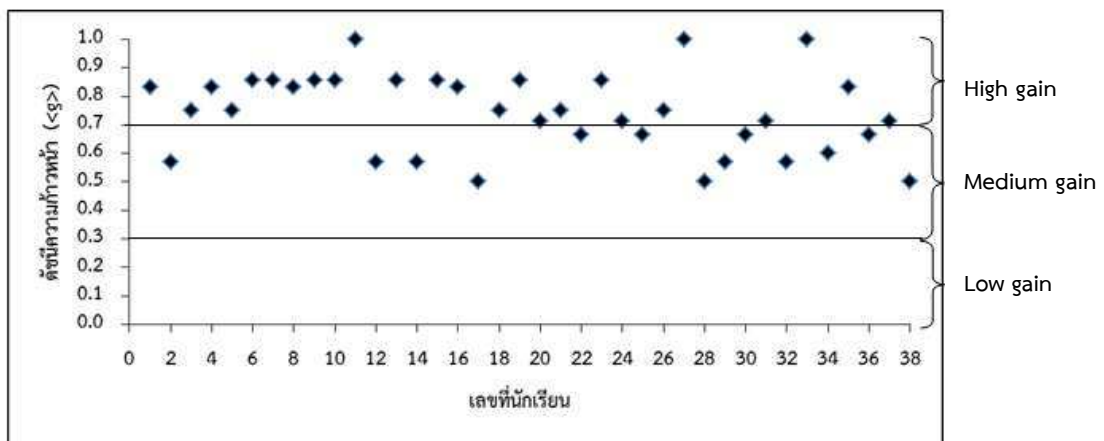
4.3 เรื่องวัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

4.3.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

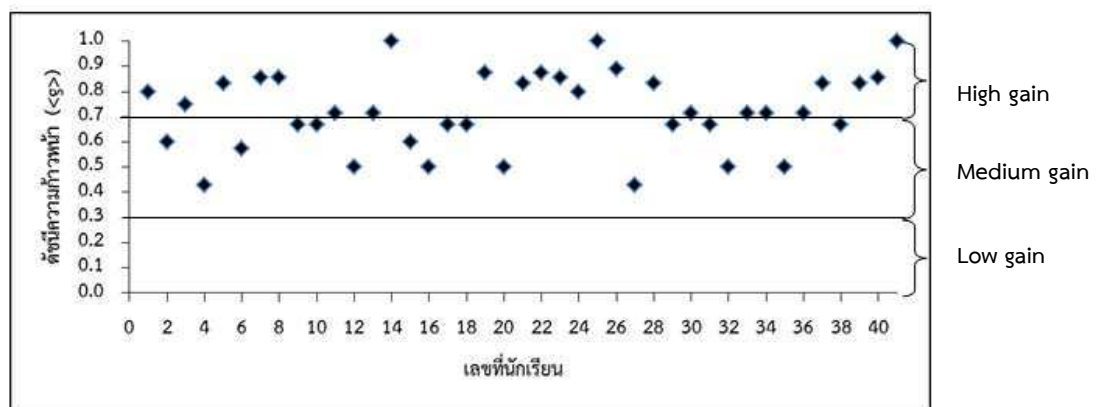
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อใช้กับห้องเรียนที่ 1 มีค่าเท่ากับ 81.18/80.99 และห้องเรียนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 80.98/80.22 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7435 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 74.35 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 13 และ 25 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูงตามลำดับ (ภาพที่ 4.9) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7235 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 72.35 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 18 และ 23 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูงตามลำดับ (ภาพที่ 4.10) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7435 และ 0.7235 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

4.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

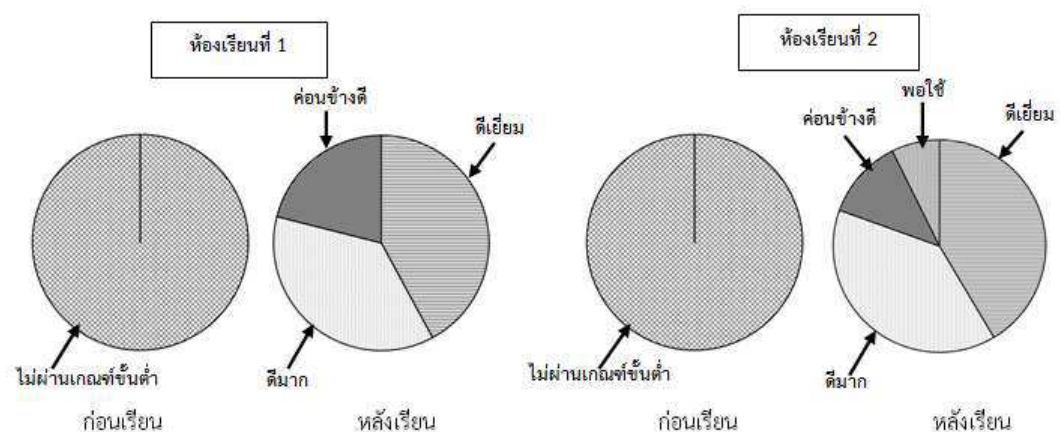
จากผลการศึกษาในข้อที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาตรฐาน จึงเป็นที่น่าสนใจว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้มากน้อยเพียงใด จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 25.44 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 38 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.99 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 16 คน ระดับดีมาก 14 คน และระดับค่อนข้างดี 8 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับห้องเรียนที่ 1 กล่าวคือคะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 27.64 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 41 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.22 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 17 คน ระดับดีมาก 16 คน ระดับค่อนข้างดี 5 คน และระดับพอใช้ 3 คน (ภาพที่ 4.11)



ภาพที่ 4.9 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.10 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล

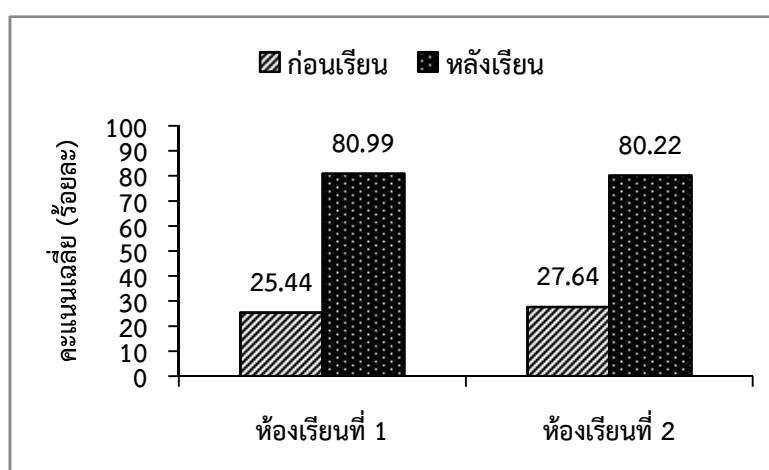


ภาพที่ 4.11 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 80.99) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 25.44) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 80.22) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 27.64) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน (ภาพที่ 4.12)

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.8) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามที่ 1 เป็นคำถามที่วัดการจำ และคำถามที่ 4 และ 5 เป็นคำถามที่วัดการเข้าใจ และคำถามที่ 6 และ 9 เป็นคำถามที่วัดการวิเคราะห์ มีนักเรียนตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถวิเคราะห์เกี่ยวกับวัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้เป็นอย่างดีจึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่รายงานไว้โดย Dikmenli (2010); Nakthong et al. (2007) พัทธพรพรณ ประสานเนตร และวิมล สำราญวานิช (2557)

ในส่วนของคำถามที่ 2, 7 และ 8 ที่เป็นคำถามที่วัดการเข้าใจ และคำถามที่ 3 เป็นคำถามวัดการวิเคราะห์ แม้ว่านักเรียนทั้งสองห้องจะตอบถูกมากขึ้นแต่จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกบางห้องหรือทั้งสองห้องยังต่ำกว่าร้อยละ 80 จากการสุ่มถามนักเรียนทั้งสองห้องที่ตอบคำถามไม่ถูกต้องทำให้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจเหตุการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นในระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์ แต่ไม่สามารถนำความรู้มาใช้ในการตอบคำถามที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ตัวอย่างได้



ภาพที่ 4.12 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2

ตารางที่ 4.7 ความถึของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้ำวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้ำวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	ลำดับขั้นตอนวัฏจักรของเซลล์	15.79	84.21	0.81
2	ลักษณะของเซลล์ในวัฏจักรของเซลล์	34.21	81.58	0.72
3	ความผิดปกติของเซลล์ในวัฏจักรของเซลล์	23.68	71.05	0.62
4	ลำดับขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	34.21	89.47	0.84
5	พฤติกรรมโครโมโซมในระยะการแบ่งเซลล์	26.32	81.58	0.75
6	ระยะในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	28.95	89.47	0.85
7	ลักษณะของโครโมโซมที่ได้จากการแบ่งเซลล์	36.84	76.32	0.63
8	จำนวนเซลล์และจำนวนโครโมโซมจากไมโทซิส	13.16	73.68	0.70
9	ความสำคัญของไมโทซิส	15.79	81.58	0.78

ตารางที่ 4.8 ความถึของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้ำวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้ำวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	ลำดับขั้นตอนวัฏจักรของเซลล์	10.53	84.21	0.82
2	ลักษณะของเซลล์ในวัฏจักรของเซลล์	26.32	73.68	0.64
3	ความผิดปกติของเซลล์ในวัฏจักรของเซลล์	34.21	78.95	0.68
4	ลำดับขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	57.89	89.47	0.75
5	พฤติกรรมโครโมโซมในระยะการแบ่งเซลล์	23.68	81.58	0.76
6	ระยะในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	39.47	86.84	0.78
7	ลักษณะของโครโมโซมที่ได้จากการแบ่งเซลล์	21.05	73.68	0.67
8	จำนวนเซลล์และจำนวนโครโมโซมจากไมโทซิส	13.16	71.05	0.67
9	ความสำคัญของไมโทซิส	18.42	81.58	0.77

4.3.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส พบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และนักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.45 ± 0.62 และ 4.40 ± 0.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.45 ± 0.61 และ 4.40 ± 0.62) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน (4.55 ± 0.55) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน (4.44 ± 0.63) และครูจัดการสอนเป็นลำดับขั้นตอน (4.44 ± 0.50)

ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.43 ± 0.63 และ 4.38 ± 0.61) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ สื่อการสอนมีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้ (4.58 ± 0.50) ส่วนข้อที่ห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ สื่อการสอนมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา (4.41 ± 0.59)

ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.48 ± 0.64 และ 4.41 ± 0.60) ข้อที่นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (4.58 ± 0.68 และ 4.46 ± 0.60)

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.44 ± 0.61 และ 4.42 ± 0.65) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย (4.58 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (4.46 ± 0.64)

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าสิ่งที่นักเรียนประทับใจ มีดังนี้

(1) การได้ทำปฏิบัติการ นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน จ “รู้สึกชอบที่ได้ทำปฏิบัติการ เพราะได้ส่องดูเซลล์จริง ๆ ได้เห็นเซลล์บริเวณปลายรากหอมที่มีการแบ่งเซลล์ระยะต่าง ๆ”

(2) การได้ทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ฉ “ชอบที่ได้สร้างแบบจำลองวัฏจักรเซลล์ร่วมกับเพื่อน ได้ช่วยกันคิด”

(3) ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ช “ได้ช่วยกันตรวจว่าแบบจำลองวัฏจักรเซลล์ของเพื่อนแต่ละกลุ่มถูกต้องหรือไม่ ตอนที่เพื่อนออกไปนำเสนอหน้าห้อง”

ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สภาพของห้องเรียนที่มีอากาศร้อน เนื่องจากพัดลมชำรุด กล้องจุลทรรศน์มีสภาพชำรุด และไม่เพียงพอ

ตารางที่ 4.9 ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

ข้อ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
		ห้องเรียนที่ 1			ห้องเรียนที่ 2		
		$\bar{X}$	SD	แปลผล	$\bar{X}$	SD	แปลผล
ด้านการสอนของครู							
1	ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน	4.55	0.55	มากที่สุด	4.44	0.63	มาก
2	ครูจัดการสอนเป็นลำดับขั้นตอน	4.45	0.55	มาก	4.44	0.50	มาก
3	ครูให้คำแนะนำและความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึง	4.42	0.60	มาก	4.34	0.69	มาก
4	ครูรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนและเปิดโอกาสให้ซักถาม	4.47	0.65	มาก	4.34	0.62	มาก
5	ครูสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้มีความสุข	4.37	0.71	มาก	4.41	0.63	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.45	0.61	มาก	4.40	0.62	มาก
ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน							
1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.39	0.64	มาก	4.39	0.67	มาก
2	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและแปลกใหม่	4.45	0.60	มาก	4.34	0.57	มาก
3	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา	4.29	0.77	มาก	4.39	0.67	มาก
4	สื่อการสอนมีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้	4.58	0.50	มากที่สุด	4.34	0.57	มาก
5	สื่อการสอนมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.45	0.65	มาก	4.41	0.59	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.43	0.63	มาก	4.38	0.61	มาก
ด้านส่งเสริมการเรียนรู้							
1	กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.58	0.68	มากที่สุด	4.46	0.60	มาก
2	กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น	4.29	0.69	มาก	4.34	0.57	มาก
3	กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้	4.55	0.65	มากที่สุด	4.44	0.55	มาก
4	ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.55	0.55	มากที่สุด	4.41	0.67	มาก
5	ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก	4.45	0.65	มาก	4.41	0.59	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.48	0.64	มาก	4.41	0.60	มาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ							
1	ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.58	0.50	มากที่สุด	4.41	0.71	มาก
2	ทำให้จดจำเนื้อหาได้นาน	4.34	0.67	มาก	4.37	0.70	มาก
3	ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.45	0.60	มาก	4.46	0.64	มาก
4	ทำให้สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	4.42	0.64	มาก	4.41	0.59	มาก
5	ทำให้มีความสุขและสนุกกับการเรียน	4.42	0.64	มาก	4.44	0.59	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.44	0.61	มาก	4.42	0.65	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.45	0.62	มาก	4.40	0.62	มาก

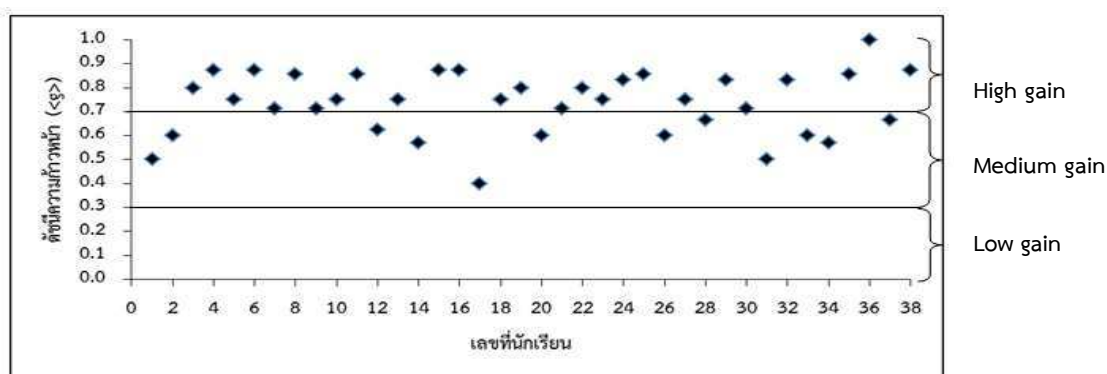
4.4 เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

4.4.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

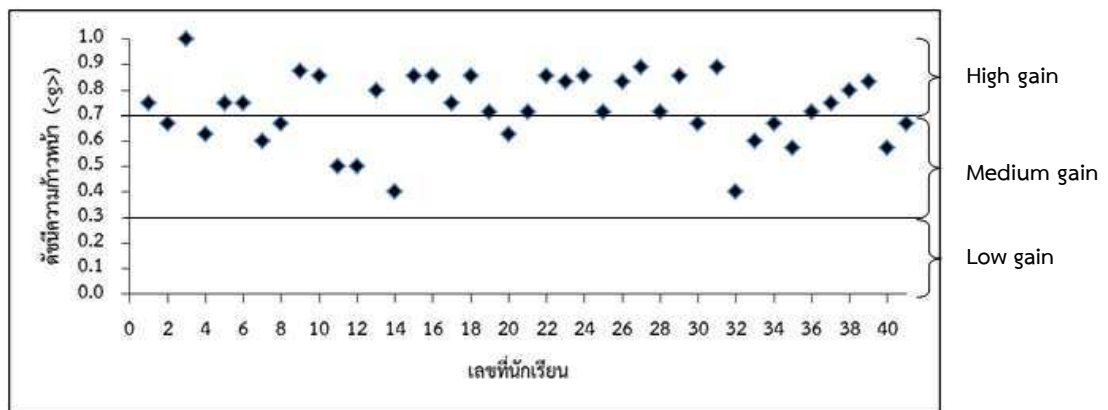
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อใช้กับห้องเรียนที่ 1 มีค่าเท่ากับ 81.23/80.99 และห้องเรียนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 81.14/80.22 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7358 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 73.58 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 10 และ 28 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูงตามลำดับ (ภาพที่ 4.13) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7268 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 72.68 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 15 และ 26 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูงตามลำดับ (ภาพที่ 4.14) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7358 และ 0.7268 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

4.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

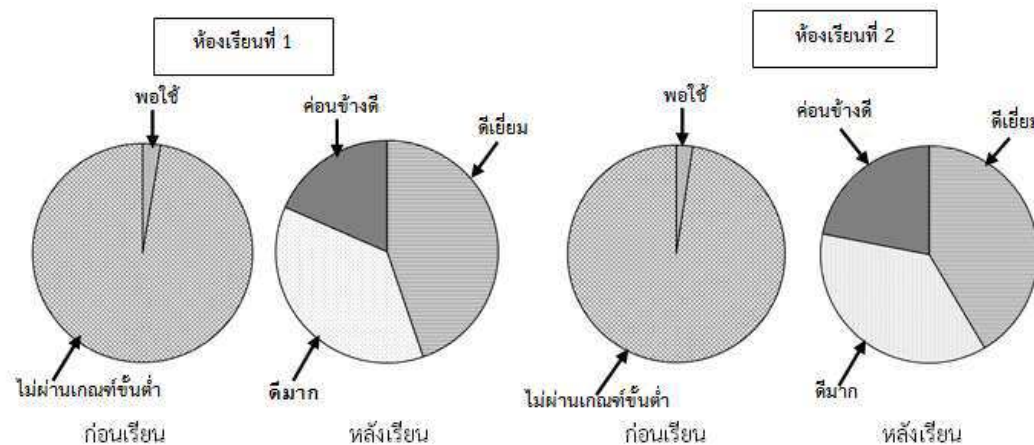
จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 25.73 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 1 คน มีคะแนนอยู่ในระดับพอใช้ และ 37 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.99 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 17 คน ระดับดีมาก 14 คน และระดับค่อนข้างดี 7 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับห้องเรียนที่ 1 กล่าวคือ คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 24.93 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 1 คน มีคะแนนอยู่ในระดับพอใช้ และ 40 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.22 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 17 คน ระดับดีมาก 15 คน และระดับค่อนข้างดี 9 คน (ภาพที่ 4.15)



ภาพที่ 4.13 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.14 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล



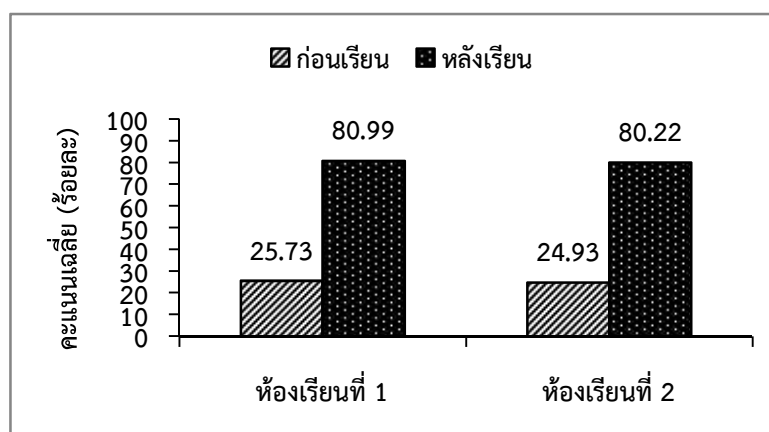
ภาพที่ 4.15 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่า คะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 80.99) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 25.73) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 80.22) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 24.93) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน (ภาพที่ 4.16)

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.10 และ ตารางที่ 4.11) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามที่ 1 และ 2 เป็นคำถามที่วัดการเข้าใจ และ 4 เป็นคำถามที่วัดการจำ และคำถามที่ 5 และ 9 เป็นคำถามที่วัดการวิเคราะห์ มีนักเรียนตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถวิเคราะห์

เกี่ยวกับไมโอซิสได้เป็นอย่างดี จึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่รายงานไว้โดย Smith (1991), Dikmenli (2010), Nakthong et al. (2007); พัชรพรรณ ประสานเนตร และวิมล สำราญวานิช (2557); Clark and Mathis (2000) และ Lewis et al. (2000)

ในส่วนของคำถามที่ 6 และ 7 ซึ่งเป็นคำถามที่วัดการเข้าใจ และคำถามที่ 3 และ 8 เป็นคำถามที่วัดการวิเคราะห์ แม้ว่านักเรียนทั้งสองห้องจะตอบถูกมากขึ้นแต่จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกบางห้องหรือทั้งสองห้องยังต่ำกว่าร้อยละ 80 จากการสุ่มถามนักเรียนทั้งสองห้องที่ตอบคำถามไม่ถูกต้องทำให้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจเหตุการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นในระยะต่าง ๆ ของไมโอซิส แต่ไม่สามารถนำความรู้มาใช้ในการตอบคำถามที่มีลักษณะเป็นการให้เหตุผลและสถานการณ์ตัวอย่างได้



ภาพที่ 4.16 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2

ตารางที่ 4.10 ความถึของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้ำวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้ำวหน้า
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	ลำดับขั้นของไมโอซิส	31.58	86.84	0.81
2	การเกิด crossing over	31.58	84.21	0.77
3	พฤติกรรมโครโมโซมระยะเมทาเฟส	26.32	81.58	0.75
4	พฤติกรรมโครโมโซมระยะโปรเฟส	28.95	84.21	0.78
5	ไมโอซิสกับความแปรผันทางพันธุกรรม	21.05	81.58	0.77
6	จำนวนเซลล์ที่ได้จากไมโอซิส	23.68	76.32	0.69
7	จำนวนโครมาทิดที่ได้จากไมโอซิส	18.42	78.95	0.74
8	ความแตกต่างระหว่างไมโทซิสและไมโอซิส	26.32	73.68	0.64
9	ความสำคัญของไมโอซิส	23.68	81.58	0.76

ตารางที่ 4.11 ความถี่ของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	ลำดับชั้นของไมโอซิส	23.68	84.21	0.79
2	การเกิด crossing over	31.58	84.21	0.77
3	พฤติกรรมโครโมโซมระยะเมทาเฟส	31.58	78.95	0.69
4	พฤติกรรมโครโมโซมระยะโปรเฟส	34.21	81.58	0.72
5	ไมโอซิสกับความแปรผันทางพันธุกรรม	10.53	81.58	0.79
6	จำนวนเซลล์ที่ได้จากไมโอซิส	31.58	76.32	0.65
7	จำนวนโครมาทิดที่ได้จากไมโอซิส	18.42	73.68	0.68
8	ความแตกต่างระหว่างไมโทซิสและไมโอซิส	13.16	76.32	0.73
9	ความสำคัญของไมโอซิส	34.21	81.58	0.72

4.4.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส พบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และนักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.44 ± 0.66 และ 4.40 ± 0.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.41 ± 0.65 และ 4.42 ± 0.60) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ และครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน (4.58 ± 0.55) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ครูให้คำแนะนำและความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึง (4.49 ± 0.55)

ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.49 ± 0.67 และ 4.35 ± 0.62) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและแปลกใหม่ (4.58 ± 0.64) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ สื่อการสอนมีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้ (4.54 ± 0.55)

ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.48 ± 0.64 และ 4.42 ± 0.60) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (4.61 ± 0.64) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (4.51 ± 0.64)

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.36 ± 0.66 และ 4.39 ± 0.64) ข้อที่นักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (4.50 ± 0.56 และ 4.46 ± 0.64)

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าสิ่งที่นักเรียนประทับใจ มีดังนี้

(1) สนุกสนานกับการเรียน นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ช “รู้สึกสนุกที่ได้สร้างโครโมโซมจำลองที่ทำจากวัสดุที่นุ่ม ๆ มีสีสันสะดุดตา” และนักเรียน ณ “ชอบที่ได้ออกแบบและตกแต่งชิ้นชิ้นงาน Shutter fold ของตนเองให้สวยงาม และได้นำผลงานไปจัดบอร์ดหน้าห้องเรียน”

(2) การได้ทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ณ “ชอบทำงานร่วมกับเพื่อน และได้ช่วยเหลือกัน” และนักเรียน ณ “ชอบที่เพื่อนช่วยอธิบายส่วนที่ไม่เข้าใจให้ฟัง”

(3) ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน “ได้ช่วยกันตรวจสอบว่าแบบจำลองวิญจักรเซลล์ของเพื่อนแต่ละกลุ่มถูกต้องหรือไม่ ตอนที่เพื่อนออกไปนำเสนอหน้าห้อง”

ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ข้อ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
		ห้องเรียนที่ 1			ห้องเรียนที่ 2		
		$\bar{X}$	SD	แปลผล	$\bar{X}$	SD	แปลผล
ด้านการสอนของครู							
1	ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน	4.58	0.55	มากที่สุด	4.46	0.60	มาก
2	ครูจัดการสอนเป็นลำดับขั้นตอน	4.47	0.69	มาก	4.41	0.63	มาก
3	ครูให้คำแนะนำและความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึง	4.32	0.62	มาก	4.49	0.55	มาก
4	ครูรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนและเปิดโอกาสให้ซักถาม	4.32	0.70	มาก	4.34	0.57	มาก
5	ครูสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้มีความสุข	4.34	0.71	มาก	4.41	0.63	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.41	0.65	มาก	4.42	0.60	มาก
ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน							
1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.50	0.56	มาก	4.24	0.66	มาก
2	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและแปลกใหม่	4.58	0.64	มากที่สุด	4.49	0.55	มาก
3	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา	4.37	0.75	มาก	4.24	0.70	มาก
4	สื่อการสอนมีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้	4.47	0.69	มาก	4.54	0.55	มากที่สุด
5	สื่อการสอนมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.55	0.72	มากที่สุด	4.24	0.62	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.49	0.67	มาก	4.35	0.62	มาก
ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้							
1	กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.61	0.64	มากที่สุด	4.39	0.63	มาก
2	กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น	4.34	0.67	มาก	4.32	0.61	มาก
3	กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้	4.58	0.64	มากที่สุด	4.51	0.64	มากที่สุด
4	ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.53	0.56	มากที่สุด	4.49	0.55	มาก
5	ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก	4.37	0.67	มาก	4.41	0.59	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.48	0.64	มาก	4.42	0.60	มาก

ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
		ห้องเรียนที่ 1			ห้องเรียนที่ 2		
		$\bar{X}$	SD	แปลผล	$\bar{X}$	SD	แปลผล
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ							
1	ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.47	0.69	มาก	4.41	0.71	มาก
2	ทำให้จดจำเนื้อหาได้นาน	4.26	0.69	มาก	4.22	0.69	มาก
3	ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.50	0.56	มาก	4.46	0.64	มาก
4	ทำให้สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	4.18	0.69	มาก	4.39	0.59	มาก
5	ทำให้มีความสุขและสนุกกับการเรียน	4.39	0.68	มาก	4.44	0.59	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.36	0.66	มาก	4.39	0.64	มาก

4.5 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดดิกรี

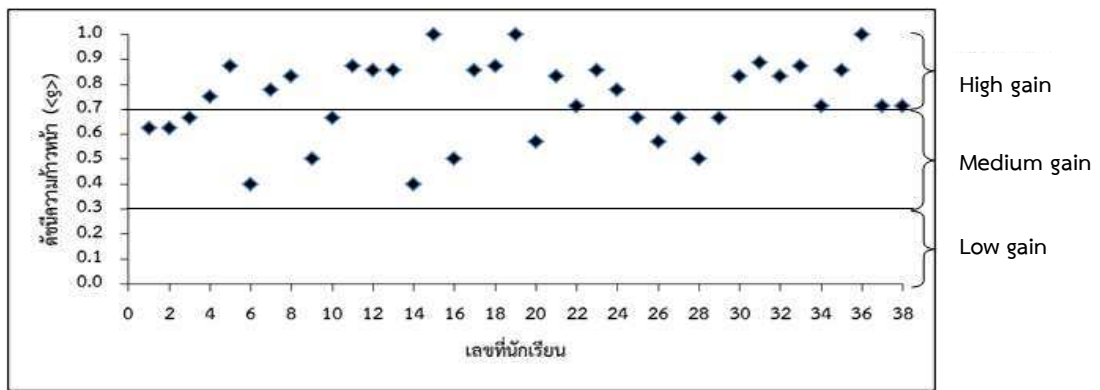
4.5.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อใช้กับห้องเรียนที่ 1 มีค่าเท่ากับ 81.05/80.99 และห้องเรียนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 80.98/80.22 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7420 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 74.20 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 14 และ 24 คน มีความความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.17) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7380 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 73.80 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 15 และ 26 คน มีความความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.18) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7420 และ 0.7380 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

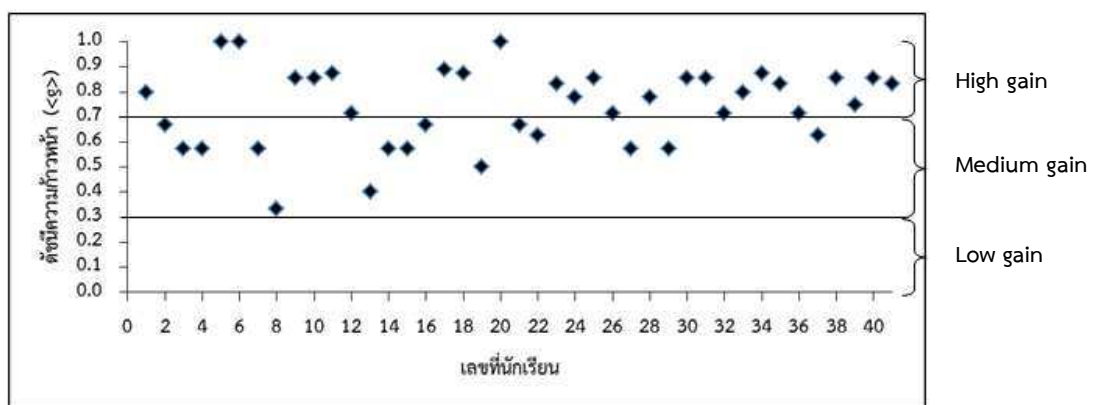
4.5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 23.10 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 1 คน มีคะแนนอยู่ในระดับพอใช้ และ 37 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.99 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 17 คน ระดับดีมาก 12 คน และระดับค่อนข้างดี 9 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับห้องเรียนที่ 1 กล่าวคือ คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 23.04 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 41 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการ

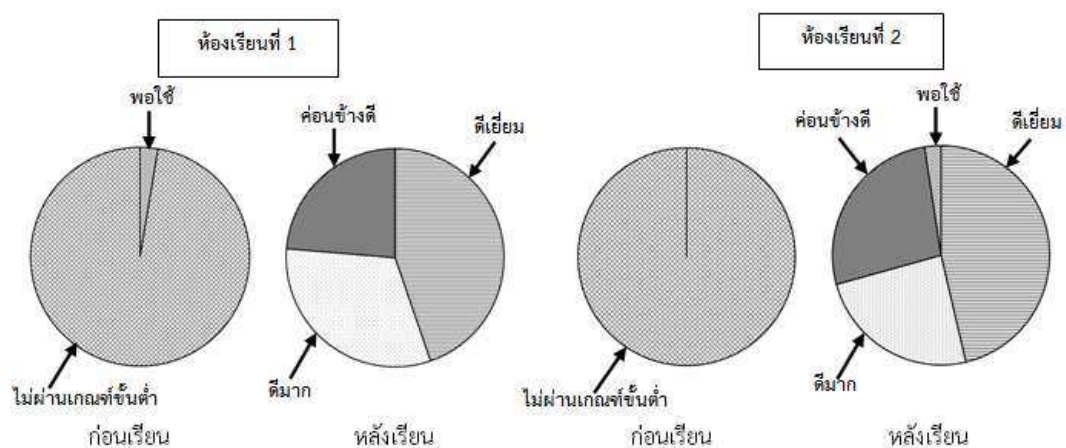
เรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.22 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 19 คน ระดับดีมาก 10 คน ระดับค่อนข้างดี 11 คน และระดับพอใช้ 1 คน (ภาพที่ 4.19)



ภาพที่ 4.17 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล



ภาพที่ 4.18 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล

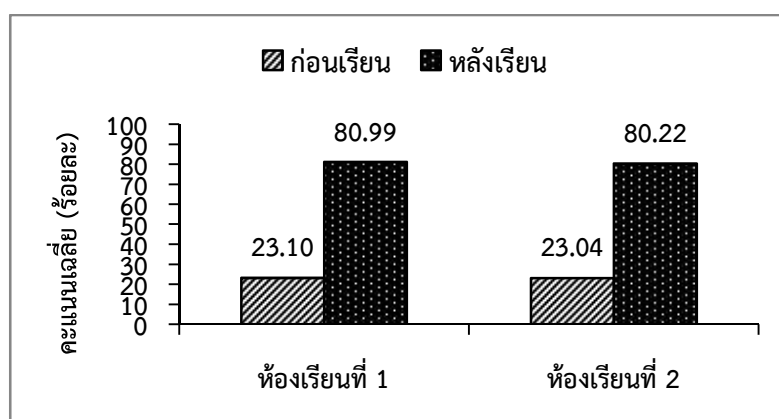


ภาพที่ 4.19 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่า คะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 80.99) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 23.10) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 80.22) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 23.04) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน (ภาพที่ 4.20)

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 4.13 และ ตารางที่ 4.14) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยคำถามที่ 2, 3, 4 และ 8 เป็นคำถามที่วัดการวิเคราะห์ และคำถามที่ 5 และ 6 วัดการเข้าใจ มีนักเรียนตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถวิเคราะห์เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้เป็นอย่างดี จึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่ยกงานไว้โดย กาญจนา ข้าวจ้าว และสุธารทิพย์ เรื่องประภาวุฒิ (2558) และ Michelle (1994)

ในส่วนของคำถามที่ 1 ซึ่งเป็นคำถามที่วัดการเข้าใจ และคำถามที่ 7 และ 9 ซึ่งเป็นคำถามที่วัดการวิเคราะห์ แม้ว่านักเรียนทั้งสองห้องจะตอบถูกมากขึ้นแต่จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกบางข้อหรือทั้งสองข้อยังต่ำกว่าร้อยละ 80 จากการสุ่มถามนักเรียนทั้งสองห้องที่ตอบคำถามไม่ถูกต้องทำให้ทราบว่าคำถามที่ 1 นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำศัพท์จีโนไทป์ และเฮเทอโรไซกัสยีน แต่เกิดความสับสนเมื่อต้องตอบคำถามจากภาพที่โจทย์กำหนด ส่วนคำถามข้อที่ 7 และ 9 พบว่านักเรียนยังไม่สามารถแยกได้ว่าลักษณะทางพันธุกรรมที่กำหนดไว้ในคำถามเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากยีนบนโครโมโซมร่างกายหรือยีนบนโครโมโซมเพศ ทำให้ไม่สามารถนำความรู้มาใช้ในการตอบคำถามได้



ภาพที่ 4.20 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2

ตารางที่ 4.13 ความถึของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้ำวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้ำวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	เฮเทอโรไซกัสยีน	23.68	78.95	0.72
2	ความผิดปกติจากยีนบนโครโมโซมเพศ	34.21	81.58	0.72
3	ยีนเด่นบนโครโมโซมเพศ	10.53	84.21	0.82
4	เพดดิกรีการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมเพศ	26.32	84.21	0.79
5	การแปลผลจากแผนภาพเพดดิกรี	15.79	81.58	0.78
6	การเขียนแผนภาพเพดดิกรี	21.05	81.58	0.77
7	การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมเพศ	13.16	73.68	0.70
8	อัตราส่วนการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมร่างกาย	31.58	81.58	0.73
9	โอกาสเกิดการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมร่างกาย	31.58	81.58	0.73

ตารางที่ 4.14 ความถึของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละข้อของการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้ำวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถึนักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้ำวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	เฮเทอโรไซกัสยีน	15.79	73.68	0.69
2	ความผิดปกติจากยีนบนโครโมโซมเพศ	23.68	84.21	0.79
3	ยีนเด่นบนโครโมโซมเพศ	26.32	81.58	0.75
4	เพดดิกรีการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมเพศ	28.95	84.21	0.78
5	การแปลผลจากแผนภาพเพดดิกรี	21.05	81.58	0.77
6	การเขียนแผนภาพเพดดิกรี	28.95	84.21	0.78
7	การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมเพศ	15.79	73.68	0.69
8	อัตราส่วนการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมร่างกาย	10.53	81.58	0.79
9	โอกาสเกิดการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมร่างกาย	28.95	78.95	0.70

4.5.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดติกรี พบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และนักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.45 ± 0.63 และ 4.32 ± 0.64 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.43 ± 0.64 และ 4.34 ± 0.63) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ และครูจัดการสอนเป็นลำดับขั้นตอน (4.55 ± 0.60) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน (4.39 ± 0.63) และครูให้คำแนะนำและความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึง (4.39 ± 0.63)

ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.46 ± 0.60 และ 4.32 ± 0.61) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ (4.50 ± 0.60) และสื่อการสอนมีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้ (4.50 ± 0.51) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและแปลกใหม่ (4.39 ± 0.63)

ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.48 ± 0.60 และ 4.31 ± 0.66) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (4.58 ± 0.50) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (4.37 ± 0.66) และส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (4.37 ± 0.58)

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก (4.43 ± 0.68 และ 4.30 ± 0.65) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย (4.53 ± 0.60) และทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (4.53 ± 0.60) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ทำให้สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (4.46 ± 0.60)

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าสิ่งที่นักเรียนประทับใจ มีดังนี้

(1) การได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเอง นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน กว “ชอบที่ได้สร้างสัญลักษณ์เพดติกรีด้วยตัวเอง”

(2) การได้ทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ฐ “ได้ทำงานช่วยเหลือกันในกลุ่ม”

(3) ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน นักเรียนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ นักเรียน ท “ชอบที่ได้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนกลุ่มอื่น ได้ตรวจงานให้เพื่อน และเพื่อนก็ตรวจงานให้เรา”

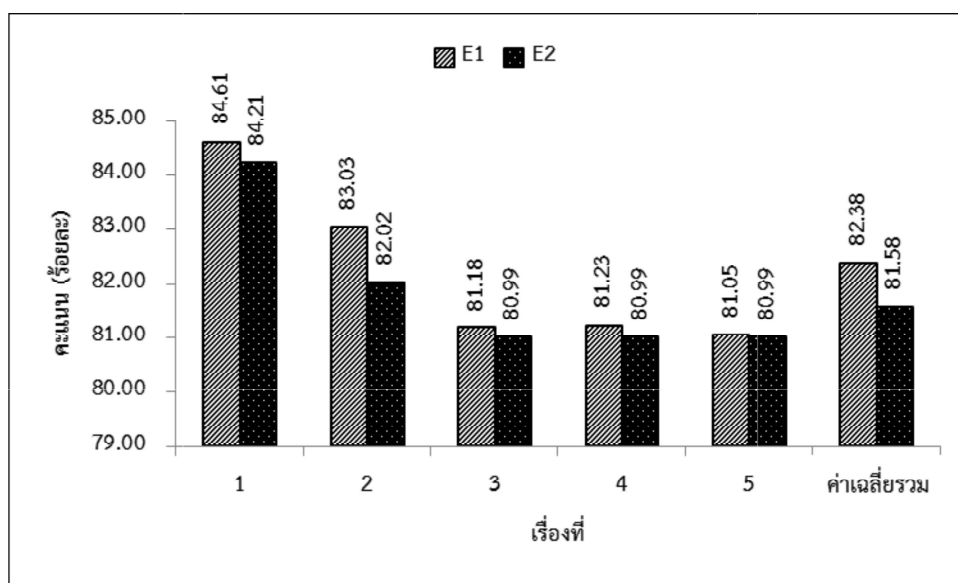
ตารางที่ 4.15 ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดดิกรี

ข้อ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
		ห้องเรียนที่ 1			ห้องเรียนที่ 2		
		$\bar{X}$	SD	แปลผล	$\bar{X}$	SD	แปลผล
ด้านการสอนของครู							
1	ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน	4.53	0.56	มากที่สุด	4.39	0.63	มาก
2	ครูจัดการสอนเป็นลำดับขั้นตอน	4.55	0.60	มากที่สุด	4.34	0.66	มาก
3	ครูให้คำแนะนำและความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึง	4.39	0.64	มาก	4.39	0.63	มาก
4	ครูรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนและเปิดโอกาสให้ซักถาม	4.42	0.60	มาก	4.24	0.58	มาก
5	ครูสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้มีความสุข	4.26	0.79	มาก	4.32	0.65	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.43	0.64	มาก	4.34	0.63	มาก
ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน							
1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.50	0.60	มาก	4.29	0.68	มาก
2	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและแปลกใหม่	4.45	0.50	มาก	4.39	0.63	มาก
3	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา	4.39	0.68	มาก	4.20	0.64	มาก
4	สื่อการสอนมีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้	4.50	0.51	มาก	4.34	0.57	มาก
5	สื่อการสอนมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.45	0.72	มาก	4.37	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.46	0.60	มาก	4.32	0.61	มาก
ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้							
1	กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.55	0.55	มากที่สุด	4.32	0.65	มาก
2	กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น	4.39	0.68	มาก	4.24	0.70	มาก
3	กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้	4.58	0.50	มากที่สุด	4.37	0.66	มาก
4	ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.42	0.64	มาก	4.37	0.58	มาก
5	ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก	4.45	0.60	มาก	4.27	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.48	0.60	มาก	4.31	0.66	มาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ							
1	ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.53	0.60	มากที่สุด	4.34	0.62	มาก
2	ทำให้จดจำเนื้อหาได้นาน	4.37	0.75	มาก	4.15	0.65	มาก
3	ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.53	0.60	มากที่สุด	4.32	0.65	มาก
4	ทำให้สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	4.34	0.67	มาก	4.46	0.60	มาก
5	ทำให้มีความสุขและสนุกกับการเรียน	4.37	0.75	มาก	4.24	0.73	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.43	0.68	มาก	4.30	0.65	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.45	0.63	มาก	4.32	0.64	มาก

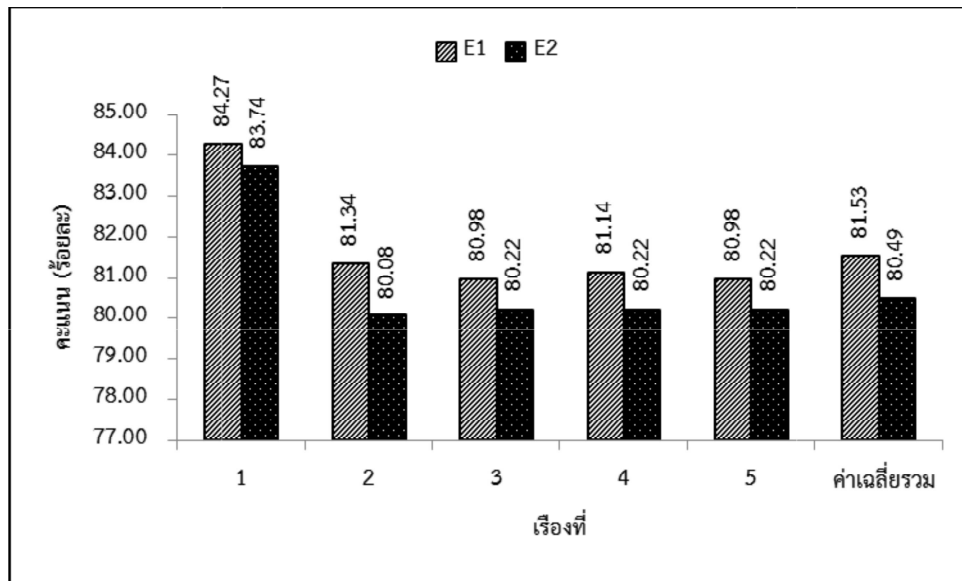
4.6 ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

4.6.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

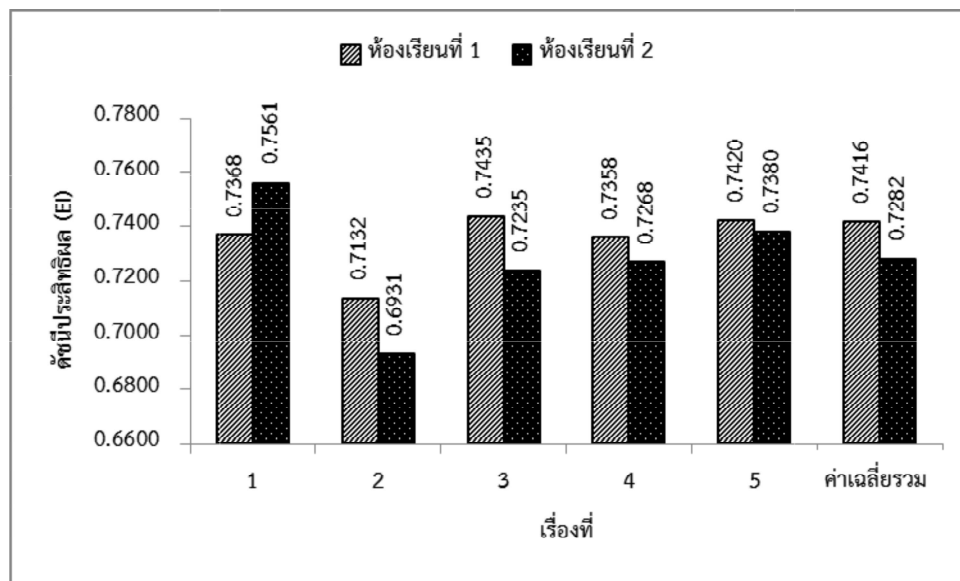
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เมื่อใช้กับห้องเรียนที่ 1 มีค่าเท่ากับ 82.38/81.58 (ภาพที่ 4.21) และห้องเรียนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 81.53/80.49 (ภาพที่ 4.22) แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7416 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 1 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 74.16 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 10 และ 28 คน มีความความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.24) และเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นพบว่าจัดอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความก้าวหน้า เท่ากับ 0.7282 แสดงว่านวัตกรรมจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนห้องเรียนที่ 2 ทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 72.82 ทั้งนี้มีนักเรียนจำนวน 11 และ 30 คน มีความความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และสูง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.25) จากข้อมูลความก้าวหน้าทางการเรียนนี้สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7416 และ 0.7282 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (ภาพที่ 4.23)



ภาพที่ 4.21 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้องเรียนที่ 1



ภาพที่ 4.22 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้องเรียนที่ 2

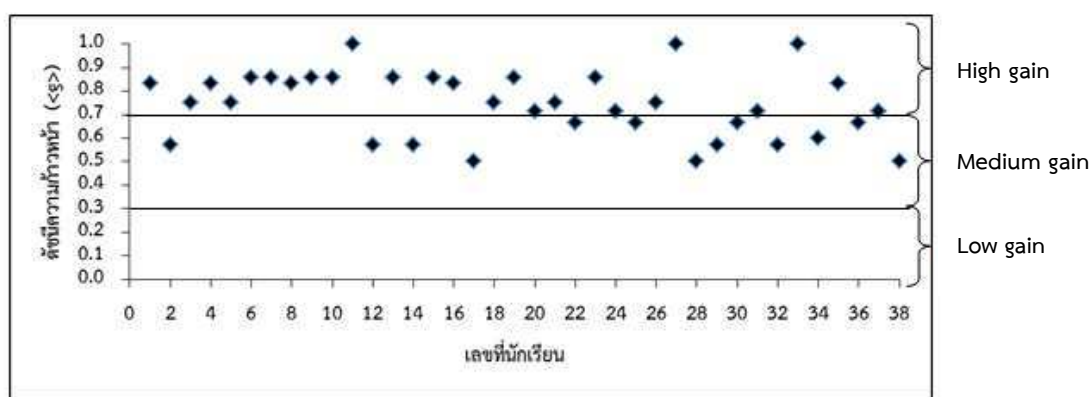


ภาพที่ 4.23 ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ของห้องเรียนที่ 1 และ ห้องเรียนที่ 2

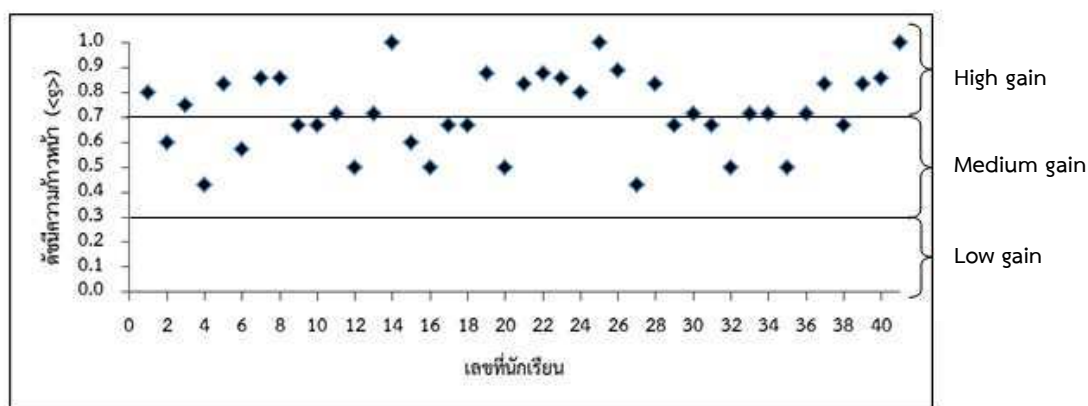
4.6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากผลการศึกษาในข้อที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาตรฐาน จึงเป็นที่น่าสนใจว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้มากน้อยเพียงใด จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 28.29 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 38 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.58 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดย

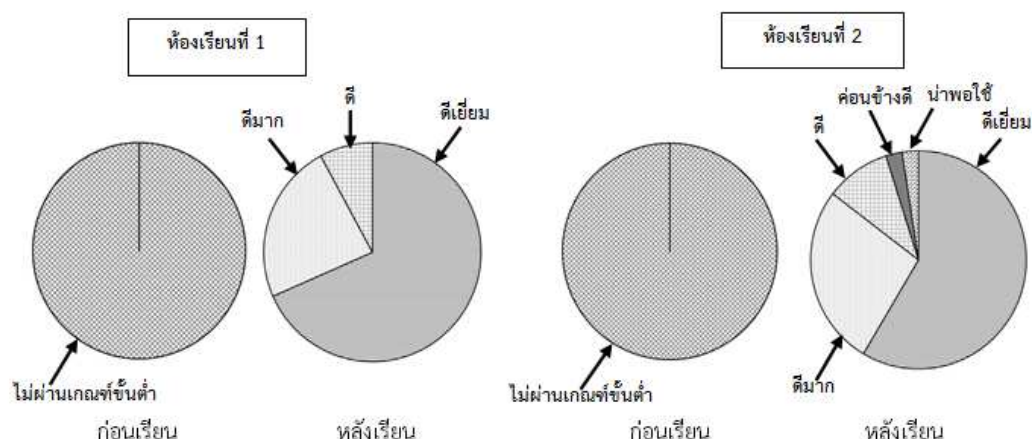
แบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 26 คน ระดับดีมาก 9 คน และระดับดี 3 คน และจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับห้องเรียนที่ 1 กล่าวคือ คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 28.18 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ทั้งนี้มีนักเรียน 41 คน มีคะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้ และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.49 อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยแบ่งเป็นอยู่ในระดับดีเยี่ยม 24 คน ระดับดีมาก 11 คน ระดับดี 4 คน ระดับค่อนข้างดี 1 คน และระดับน่าพอใจ 1 คน (ภาพที่ 4.26)



ภาพที่ 4.24 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 เป็นรายบุคคล



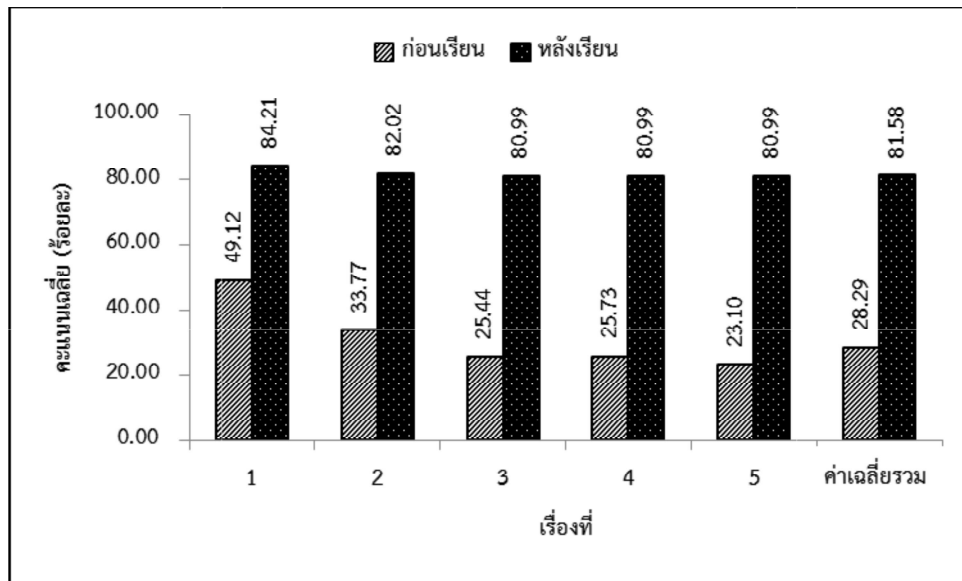
ภาพที่ 4.25 คะแนนดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 เป็นรายบุคคล



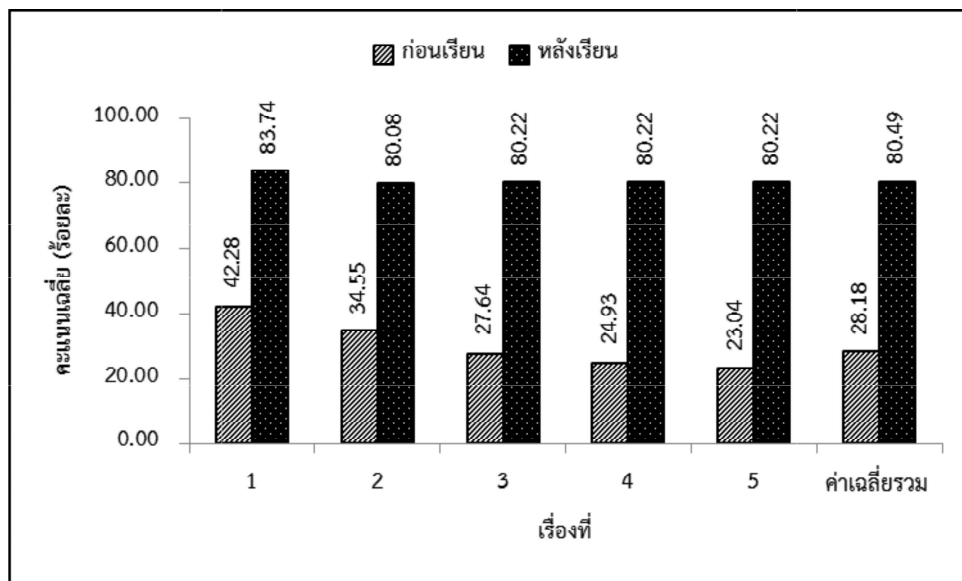
ภาพที่ 4.26 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนห้องเรียนที่ 1 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 81.58) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 28.29) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) (ภาพที่ 4.28) ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 พบว่าคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียน (ร้อยละ 80.49) มีค่ามากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน (ร้อยละ 28.18) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) (ภาพที่ 4.27) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองห้องเรียน

นอกจากนี้หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายเรื่อง (ตารางที่ 4.16 และ ตารางที่ 4.17) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละเรื่องถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อ โดยภาพรวมนักเรียนทั้งสองห้องตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดการจำ การเข้าใจและการวิเคราะห์เกี่ยวกับเรื่องลักษณะทางพันธุกรรม โครโมโซมและสารพันธุกรรม วัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้เป็นอย่างดี จึงเป็นวิธีการที่น่าจะเหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามที่รายงานไว้โดย Kindfield (1991), Michelle (1994); Shaw et al. (2008); Quinn et al. (2009); Dikmenli (2010); Nakthong et al. (2007); พัชรพรรณ ประสานเนตร และวิมล สำราญวานิช (2557); Smith (1991); Clark and Mathis (2000); Lewis et al. (2000); กาญจนา ข้าวจ้าว และสุธารทิพย์ เรื่องประภาวุฒิ (2558) โดยเรื่องที่ 1, 2, 3, 5 มีนักเรียนตอบถูกมากกว่าร้อยละ 80 ในส่วนของเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสแม้ว่านักเรียนทั้งสองห้องจะตอบถูกมากขึ้นแต่จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกบางห้องยังต่ำกว่าร้อยละ 80 จากการสุ่มถามนักเรียนที่ตอบคำถามไม่ถูกต้องทำให้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจเหตุการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นในระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส แต่ไม่สามารถนำความรู้มาใช้ในการตอบคำถามที่มีลักษณะเป็นการให้เหตุผลและสถานการณ์ตัวอย่างได้



ภาพที่ 4.27 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 1



ภาพที่ 4.28 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนห้องเรียนที่ 2

ตารางที่ 4.16 ความถี่ของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละเรื่องของการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	49.12	84.21	0.7368
2	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	33.77	82.02	0.7132
3	วัฏจักรเซลล์และไมโทซิส	25.44	80.99	0.7435
4	ไมโอซิส	25.73	80.99	0.7358
5	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และเพดติกีรี	23.10	80.99	0.7420
6	ภาพรวมการจัดการเรียนรู้	31.43	81.84	0.7416

ตารางที่ 4.17 ความถี่ของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 ที่ตอบคำถามถูกในแต่ละเรื่องของการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน และดัชนีความก้าวหน้า

ข้อ	ความคิดหลัก	ความถี่นักเรียนที่ตอบถูก (ร้อยละ)		ดัชนีความก้าวหน้า <g>
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	41.23	82.46	0.7561
2	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	35.96	81.14	0.6931
3	วัฏจักรเซลล์และไมโทซิส	27.19	80.12	0.7235
4	ไมโอซิส	25.44	79.82	0.7268
5	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และเพดติกีรี	22.22	80.41	0.7380
6	ภาพรวมการจัดการเรียนรู้	30.97	81.36	0.7561

4.6.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม พบว่านักเรียนห้องเรียนที่ 1 และนักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.43 ± 0.65 และ 4.40 ± 0.64 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ผลเป็นดังนี้

ด้านการสอนของครู นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.40 ± 0.64 และ 4.40 ± 0.62) ข้อที่นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน (4.49 ± 0.57 และ 4.47 ± 0.60)

ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.46 ± 0.65 และ 4.39 ± 0.63) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด

ค สื่อการสอนมีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้ (4.54 ± 0.58) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและแปลกใหม่ (4.44 ± 0.60)

ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.44 ± 0.63 และ 4.42 ± 0.63) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (4.52 ± 0.63) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (4.47 ± 0.60)

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ นักเรียนทั้งสองห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (4.41 ± 0.66 และ 4.39 ± 0.66) ข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 1 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย (4.54 ± 0.59) ส่วนข้อที่นักเรียนห้องเรียนที่ 2 มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (4.46 ± 0.63)

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าสิ่งที่นักเรียนประทับใจ มีดังนี้ กิจกรรมมีความหลากหลาย กิจกรรมทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย สนุกสนานกับการเรียน การได้ทำปฏิบัติการ การได้นำเสนองานหน้าชั้นเรียน การได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง การได้ทำงานเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สภาพของห้องเรียนที่มีอากาศร้อน เนื่องจากพัดลมชำรุด กล้องจุลทรรศน์มีสภาพชำรุด และไม่เพียงพอ ข้อเสนอแนะอื่น ๆ คือ นักเรียนอยากให้มีการใช้สื่อการเรียนการสอนแบบใหม่ ๆ แบบนี้อีก

ตารางที่ 4.18 ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม

ข้อ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
		ห้องเรียนที่ 1			ห้องเรียนที่ 2		
		$\bar{X}$	SD	แปลผล	$\bar{X}$	SD	แปลผล
ด้านการสอนของครู							
1	ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน	4.49	0.57	มาก	4.47	0.60	มาก
2	ครูจัดการสอนเป็นลำดับขั้นตอน	4.47	0.63	มาก	4.41	0.63	มาก
3	ครูให้คำแนะนำและความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึง	4.34	0.62	มาก	4.41	0.62	มาก
4	ครูรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนและเปิดโอกาสให้ซักถาม	4.37	0.66	มาก	4.34	0.59	มาก
5	ครูสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้มีความสุข	4.35	0.73	มาก	4.35	0.67	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.40	0.64	มาก	4.40	0.62	มาก
ด้านการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน							
1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.48	0.62	มาก	4.37	0.66	มาก
2	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและแปลกใหม่	4.51	0.59	มากที่สุด	4.44	0.60	มาก
3	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา	4.27	0.77	มาก	4.28	0.73	มาก
4	สื่อการสอนมีความน่าสนใจกระตุ้นให้อยากเรียนรู้	4.54	0.58	มากที่สุด	4.43	0.60	มาก
5	สื่อการสอนมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	4.48	0.68	มาก	4.40	0.56	มาก

ค่าเฉลี่ย	4.46	0.65	มาก	4.39	0.63	มาก
-----------	------	------	-----	------	------	-----

ตารางที่ 4.18 ความพึงพอใจของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 และห้องเรียนที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน					
		ห้องเรียนที่ 1			ห้องเรียนที่ 2		
		$\bar{X}$	SD	แปลผล	$\bar{X}$	SD	แปลผล
ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้							
1	กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.52	0.63	มากที่สุด	4.44	0.64	มาก
2	กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น	4.33	0.66	มาก	4.36	0.65	มาก
3	กระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้	4.51	0.60	มากที่สุด	4.47	0.60	มาก
4	ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.48	0.63	มาก	4.45	0.61	มาก
5	ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก	4.37	0.65	มาก	4.38	0.63	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.44	0.63	มาก	4.42	0.63	มาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ							
1	ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.54	0.59	มากที่สุด	4.41	0.69	มาก
2	ทำให้จดจำเนื้อหาได้นาน	4.31	0.70	มาก	4.28	0.71	มาก
3	ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.42	0.62	มาก	4.46	0.63	มาก
4	ทำให้สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	4.37	0.70	มาก	4.39	0.63	มาก
5	ทำให้มีความสุขและสนุกกับการเรียน	4.43	0.70	มาก	4.40	0.65	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.41	0.66	มาก	4.39	0.66	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.43	0.65	มาก	4.40	0.64	มาก

4.6.4 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยโดยรวมสะท้อนให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมด้วยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสร้างความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

(1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ในแต่ละขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ (สมจิต ผอมแข็ง และคณะ, 2557) ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

(2) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นแนวทางที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดที่นำไปสู่การเกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ (สุธีระ ประเสริฐสรรพ, 2555; McDonald, 2012) และการที่นักเรียนยังได้ลงมือปฏิบัติ สังเกตรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติ เพื่อนำมาสร้างคำอธิบายเพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ในสถานการณ์ที่ต่างไปจากบทเรียนด้วยตนเอง ทำให้เกิดความภาคภูมิใจจากการค้นพบความรู้ที่

(3) กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับเนื้อหา (ณภาพร จันทรวง และคณะ, 2557) โดยมีการจัดกิจกรรมเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก ผู้เรียนจึงสามารถฝึกปฏิบัติ

กิจกรรมได้ด้วยตนเองจนเกิดการเรียนรู้ (กาญจนา ข้าวจ้าว และสุธารทิพย์ เรื่องประภาวุฒิ, 2558) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมกระชับ มีการจัดลำดับการจัดการเรียนรู้ที่ดี และคำถามที่ใช้ในแบบทดสอบ มีความเหมาะสม (วรุฒิ ศรีโพธิ์ และสุภาพร พรไตร, 2557)

(4) กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย ใช้สื่อที่แปลกใหม่ ช่วยดึงดูดความสนใจ ทำให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาของวิชาชีววิทยาที่เป็นนามธรรมให้เข้าใจเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น (เสาวลักษณ์ หล้าสิงห์, 2558) ได้แก่ กิจกรรมการค้นหาลักษณะทางพันธุกรรมในพืชและสัตว์ การศึกษาความแปรผันทางพันธุกรรมจากลักษณะเปลือกของหอยทากบก และการสำรวจลักษณะทางพันธุกรรมของสมาชิกในกลุ่ม ศึกษารูปร่างของโครโมโซมของเซลล์เม็ดเลือดขาว ดูวิดีโอโครงสร้างของโครโมโซม และต่อแบบจำลองโครงสร้างของดีเอ็นเอกระดาษ การศึกษาการแบ่งเซลล์จากวิดีโอ การต่อจิ๊กซอว์ วัฏจักรเซลล์ การสร้างแบบจำลองแผนภาพวัฏจักรเซลล์ การทำปฏิบัติการเรื่องการแบ่งเซลล์บริเวณปลายรากหอม การเรียงลำดับภาพระยะการแบ่งเซลล์ การสังเกตและอธิบายพฤติกรรมโครโมโซม และเหตุการณ์สำคัญในระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์จากภาพ การเรียงลำดับภาพระยะการแบ่งเซลล์ การวาดภาพระยะการแบ่งเซลล์โดยใช้ Shutter fold และสร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส การค้นหาความหมายของคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์จากตัวอย่างการถ่ายทอดลักษณะดั่งหูในคน การสร้างแผนภาพการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และสร้างสัญลักษณ์เพตติกรี

(5) การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ได้ร่วมมือกันในการคิดแก้ปัญหา สมาชิกในกลุ่มได้รับการกระตุ้นให้มีส่วนร่วมในการทำงาน มีการแลกเปลี่ยนให้ข้อมูลย้อนกลับ เปิดโอกาสให้สมาชิกเสนอแนวความคิดใหม่ ๆ เพื่อเลือกในสิ่งที่เหมาะสม และเกิดความรับผิดชอบร่วมกัน เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มมีเป้าหมายร่วมกันและมีส่วนรับความสำเร็จร่วมกัน (Johnson et al., 1993)

(6) นักเรียนมีโอกาสนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น คิดวิเคราะห์และซักถาม แสดงเหตุผลโต้แย้งในคำอธิบายที่สร้างขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในงานของตนเอง (สุภาพร พรไตร, 2555; NRC, 2000; Proulx, 2004)

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสร้าง ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผล ตลอดจนมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิธีดำเนินกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้น ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 50 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (20 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (10 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (5 นาที)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้องเรียนที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.61/84.21 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.7368 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 73.68 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 49.12) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 84.21) และห้องเรียนที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 84.27/83.74 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7561 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 75.61 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 42.28) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.74) และนักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.38 ± 0.66 และ 4.44 ± 0.65 ตามลำดับ

5.1.2 เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของ

นักเรียน วิจัยดำเนินการกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 100 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (45 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (15 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (15 นาที)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้องเรียนที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.03/82.02 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7132 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 71.32 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 33.77) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 82.02) และห้องเรียนที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.34/80.08 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6931 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 69.31 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับปานกลาง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 34.55) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 80.08) และนักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.43 ± 0.66 และ 4.43 ± 0.65 ตามลำดับ

5.1.3 เรื่องวัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัฏจักรเซลล์และไมโทซิส มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิจัยดำเนินการกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 150 นาที แบ่งออกเป็น 2 เรื่อง ได้แก่ เรื่อง วัฏจักรเซลล์ เวลา 50 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (15 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (15 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (5 นาที) เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เวลา 100 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (50 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (15 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (10 นาที)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้องเรียนที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.18/80.99 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7435 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.35 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 25.44) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 80.99) และห้องเรียนที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ

80.98/80.22 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7235 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 72.35 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 27.64) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 80.22) และนักเรียนทั้งสอง ห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.45 ± 0.62 และ 4.40 ± 0.62 ตามลำดับ

5.1.4 เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องไมโอซิส มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วย ตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิธีดำเนินกิจกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 150 นาที แบ่งออกเป็น 2 เรื่อง ได้แก่ เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เวลา 50 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่ การสืบเสาะ (5 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (20 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (10 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียน สือสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (5 นาที) เรื่อง การสร้างแบบจำลอง ไมโอซิส เวลา 100 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (50 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียน เชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (15 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้ง แสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (15 นาที)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้องเรียนที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.23/80.99 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7358 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 73.58 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 25.73) ไปสู่ ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 80.99) และห้องเรียนที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.14/80.22 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7268 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 72.68 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 24.93) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 80.22) และนักเรียนทั้งสอง ห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.44 ± 0.66 และ 4.40 ± 0.62 ตามลำดับ

5.1.5 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดดิกรี

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีลักษณะการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้ นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะ ของนักเรียน วิธีดำเนินกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 150 นาที แบ่งออกเป็น 2 เรื่อง ได้แก่ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เวลา 50 นาที ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (15 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (15 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (5 นาที) เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพตติกรี เวลา 100 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที) ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (45 นาที) ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที) ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (15 นาที) และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (15 นาที)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้องเรียนที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่า ประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.05/80.99 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7420 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.20 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 23.10) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 80.99) และห้องเรียนที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.98/80.22 และค่า ดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7380 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 73.80 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 23.04) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 80.22) และนักเรียนทั้งสองห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.45 ± 0.63 และ 4.32 ± 0.64 ตามลำดับ

5.1.6 ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ประกอบด้วยเนื้อหา 5 เรื่อง ได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม โครโมโซมและสารพันธุกรรม วัฏจักรเซลล์และไมโทซิส ไมโอซิส และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และให้ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักเรียน วิธิดำเนินกิจกรรม ประกอบด้วย 5 ขั้น ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้รวมทั้งสิ้น 600 นาที ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้องเรียนที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.38/81.58 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7416 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.16 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 28.29) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 81.58) และห้องเรียนที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ

81.53/80.49 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7282 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 72.82 จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับสูง ทำให้นักเรียนยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 28.18) ไปสู่ระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 80.49) และนักเรียนทั้งสอง ห้องมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.43 ± 0.65 และ 4.40 ± 0.64 ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากผลการทำข้อสอบผู้วิจัยพบว่าในเนื้อหาบางเรื่องยังมีจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกต้องต่ำกว่า ร้อยละ 80 ดังนั้นครูควรให้กิจกรรมเสริมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกการคิดวิเคราะห์ เพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น ดังนี้ เรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม นอกเหนือจากการดูภาพและดูวิดีโอ ควรใช้แบบจำลองโครงสร้างของโครโมโซมที่สื่อถึงความสัมพันธ์ระหว่าง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน และให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจำลองโครโมโซม เรื่องวัฏจักรเซลล์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในการการทำกิจกรรมอาจเพิ่มคำถาม ในลักษณะให้สถานการณ์หรือเหตุการณ์สมมติ และให้นักเรียนให้เหตุผลประกอบการตอบคำถามและการอธิบายมากขึ้น เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมอาจให้นักเรียนวิเคราะห์แผนภาพเพตติกรี หลาย ๆ ลักษณะ และนำมาจัดกลุ่มแยกประเภทการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากยีนบน โครโมโซมร่างกายและยีนบนโครโมโซมเพศ

5.2.2 กิจกรรมบางขั้นตอนสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของเวลา เพื่อให้สามารถ ดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนต่อไปได้ และช่วยให้สามารถจัดกิจกรรมได้ตามกำหนดเวลา ดังนี้ เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม ในกิจกรรมการต่อโครงสร้างดีเอ็นเอ ครูสามารถปรับเปลี่ยนจำนวน นิวคลีโอไทด์ได้ เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ในการทำปฏิบัติการการแบ่งเซลล์บริเวณปลาย รากหอม นักเรียนในแต่ละกลุ่มอาจพบการแบ่งเซลล์ไม่ครบทุกระยะ ครูอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ถ่ายภาพระยะการแบ่งเซลล์ที่พบ หรือวาดภาพที่แต่ละกลุ่มพบบนกระดาน เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยน ข้อมูลระหว่างกลุ่ม หากยังได้ภาพการแบ่งเซลล์ไม่ครบทุกระยะ ครูควรให้ภาพเพิ่มเติม เรื่องการ แบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในกิจกรรมการสร้างแบบจำลองไมโอซิส ครูอาจต่อโครโมโซมจำลองไว้ก่อน เพื่อเป็นการลดขั้นตอนให้สามารถจัดกิจกรรม และควรบันทึกภาพถ่ายแบบจำลองของนักเรียนแต่ละ กลุ่มไว้ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้คะแนนในภายหลัง

5.2.3 หลังจากจัดกิจกรรมแล้ว 15 วัน ควรทำการทดสอบความคงทนของความรู้ โดยใช้ข้อสอบ ชุดเดิมแต่สลับตัวเลือกและสลับข้อ เพื่อยืนยันว่านักเรียนเกิดความจำและเกิดความเข้าใจในระยะยาว หรือไม่

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ, 2546.
- กระทรวงศึกษาธิการ. แนวการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะดี เก่ง มีสุข. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา, 2542.
- _____. คู่มือการจัดการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ, 2544.
- _____. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2552.
- กาญจนา ข้าวจ้าว และ สุธารทิพย์ เรื่องประภาวุฒิ. “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี”, ใน การประชุม วิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 2. น.336-371. เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2558.
- กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. การวิจัยเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนในประมวลสาระชุด การวิจัยหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน หน่วยที่ 14. นนทบุรี: มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช, 2540.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน”, วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์ วิจัย. 5(1): 1-20, 2556.
- ณภาพร จันทรดวง, เทียมจันทร์ พานิชย์ ผลินไชย และ ชำนาญ ปาณาวงษ์. “การพัฒนาชุด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับรู้สีก สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4”, วารสารก้าวหน้าโลกวิทยาศาสตร์. 14(1): 81-93, 2557.
- ทัศนียา รัตนถาพิย และนฤมล ยุตาคม. “การรับรู้ของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียน การสอนพันธุศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนสังกัดกองการศึกษา สงเคราะห์ในประเทศไทย”, วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และ มนุษยศาสตร์. 12(3): 314-327, 2549.
- ทีศนา แคมมณี. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. “วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5Es”, วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 2(4): 1-9, 2550.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุริยสาส์น, 2545.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน
ประมวลสาระชุดการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษาหน่วยที่ 5.
นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2545.
- ประภา ตูลานนท์. ความพึงพอใจต่อสภาพการเรียนการสอนของนักศึกษาทางไกลสายสามัญ
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ, 2540.
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. “สมรรถภาพที่พึงประสงค์จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์”, วารสาร
สสวท. 25(96): 16-19, 2540.
- ปริญญา จเรรัชต์. ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ทะเบียนท้องถิ่นเทศบาลเมืองใน
กลุ่มภาคกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญารัฐศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
2546.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, 2545.
- ปิยบุษ โอสาร. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7 ขั้น เพื่อ
ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสง
สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1. การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต:
มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2555.
- พวงทอง มีมั่งคั่ง. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา, 2537.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- พัชรพรรณ ประสานเนตร และวิมล สำราญวานิช. “ตัวแทนความคิด เรื่องการแบ่งเซลล์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้กระบวนการเรียนรู้โดยการสร้าง Slowmation”,
วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 8(2): 91-98,
2557.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. การเรียนการสอนที่เน้นเด็กเป็นสำคัญ แนวคิดวิธีการสอนและเทคนิคการ
สอน. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์, 2544.
- _____. พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.),
2545.
- เพ็ญแข ช่อมณี. ความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์, 2544.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น, 2538.
- ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี. การวิจัยในชั้นเรียนสำหรับการจัดการเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
อุดรดิตถ์: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, 2545.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์, 2542.
- วรวิทย์ ศรีโพธิ์ และสุภาพร พรไตร. “การจำลองพันธุศาสตร์ของมังกร: กิจกรรมเพื่อการจัดการเรียนรู้ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม”, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5(2): 118-127, 2557.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค, 2545.
- วัลยา บุตรดี. การกระตุ้นเพื่อให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน. กรุงเทพฯ: 2531.
- วิรุฬ พรรณเทวี. ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงานกระทรวงมหาดไทย ในอำเภอเมืองจังหวัดแม่ฮ่องสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญารัฐศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2542.
- ศรีสุดา ญาติปลื้ม. การพัฒนาแผนการเรียนรู้แบบ TAI วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและ ร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2547.
- ศิริพรรณ ศรีวรรณวงษ์ และไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์. “ความเข้าใจในนิเวศวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อใช้ยุทธศาสตร์ การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติ”, วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา. 4(พิเศษ): 26-32; ตุลาคม – ธันวาคม, 2553.
- ศุภสิริ โสมาเกต. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความพึงพอใจในการเรียน ภาษาอังกฤษชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนโครงงานกับการเรียนรู้ ตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2544.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดการการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สสวท., 2546.
- _____. คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สกศค., 2556.
- สมจิต ผอมเซ่ง, ดวงเดือน พินสุวรรณ์ และนวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์. “ผลการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา”, วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ. 7(1): 160-173, 2557.
- สมนึก ภัททิยธนี. การวัดผลการศึกษา. มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2544.
- _____. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กทม.: ประสานการพิมพ์, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สมภาร เชื้ออ่อน. “ประสิทธิผลของรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มในการทดลองวิทยาศาสตร์”, *Veridian E-Journal SU*. 4(1): 645-651, 2554.
- สมหวัง พิชยานุวัฒน์. **รวมบทความทางการประเมินโครงการ**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- สุชาดา พ่อไชยราช และสุภาพร พรไตร. “การยกระดับความสามารถการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้”, *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 6(1): 46-56, 2558.
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. **โครงการฐานวิจัย: กระบวนการเรียนรู้ใหม่ของการศึกษาไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2555.
- สุภาพร พรไตร. **นวัตกรรมจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา**. อุบลราชธานี: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.
- _____. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์”, *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 5(1): 11-20, 2557.
- สุรียัน แสงแก้ว. **การศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้แจ้งกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเวลาที่ใช้ในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2535.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. **21 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด**. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์, 2545.
- เสาวลักษณ์ หล้าสิงห์. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ด้วยสื่อประสม เรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 8(1): 1243-1255, 2558.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. “การประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่โดยการใช้ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน”, *วารสาร มจร.วิชาการ*. 11(21): 86-94, 2550.
- Anderson, L.W. et al. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives (Complete edition)**. New York: Longman, 2001.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). **Science: a process approach commentary for teachers**. Washington DC: AAAS, 1970.
- Barnard, C.L. **The functions of executive**. Cambridge: Harvard University Press, 1968.
- Biological Science Curriculum Society (BSCS). **Teacher’s guide BSCS biology: A human approach**. Dubuque, IA: Kendall/Hunt publishing company, 1997.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

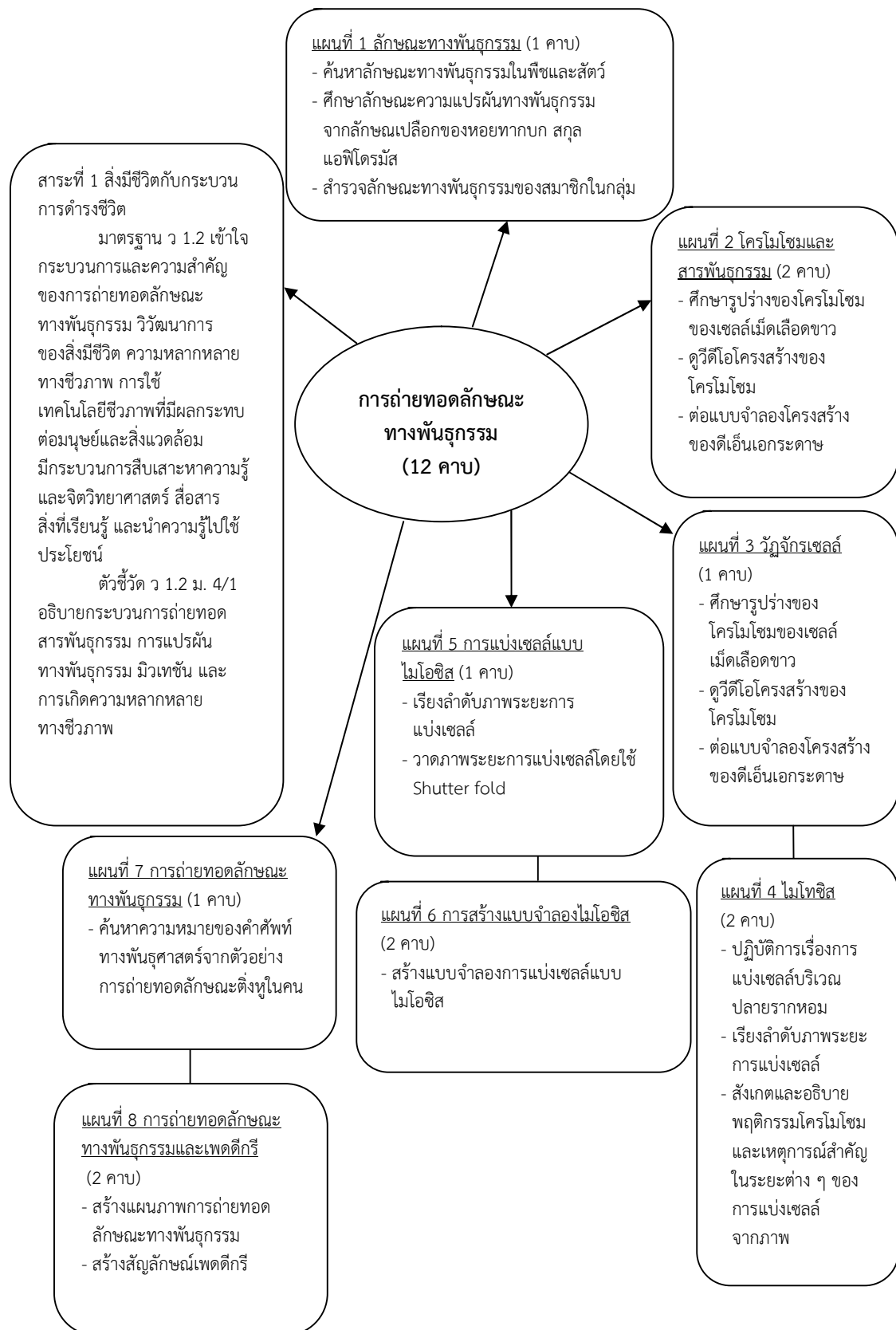
- Bloom, B. **Human Characteristics and School Learning**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1976.
- Clark, D.C., and Mathis, P.M. “Modeling mitosis and meiosis: A problem-solving activity”, **The American Biology Teacher**. 62(3): 204-206, 2000.
- Dikmenli, M. “Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis”, **Scientific Research and Essay**. 5(2): 235-247, 2010.
- Gelbart, H. and Yarden, A. “Learning genetics through an authentic research simulation in bioinformatics”, **Journal of Biological Education**. 30(3): 107-112, 2006.
- Hogan, K. and Berkowitz, A.R. “Teachers as inquiry learners”, **Journal of Science Teacher Education**. 11(1): 1-25, 2000.
- Johnson, D., Johnson, R. and Johnson, H. **Cooperative in the Classroom**. Minnesota: Interaction Book, 1993.
- Keleş, E. and Kefeli, P. “Determination of student misconceptions in photosynthesis and respiration unit and correcting them with the help of caimaterial”, **Procedia-Social and Behavioral Sciences**. 2: 3111-3118, 2010.
- Kindfield, A.C. “Confusing chromosome number and structure: A common student erro”, **Journal of Biological Education**. 25(3): 193-200, 1991.
- Lewis, J., Leach, J. and Wood, R. “Chromosomes: The missing link - young people’s understanding of mitosis, meiosis and fertilization”, **Journal of Biological Education**. 34(4): 189-199, 2000.
- McDonald, G. “Teaching critical and analytical thinking in high school biology”, **The American Biology Teacher**. 74(3): 178-181, 2012.
- Michelle, P. “A-level students: their problems with gene and allele”, **Journal of Biological Education (Society of Biology)**. 94(28): 20-126, 1994.
- Nakthong, U., Anuntasethakul, T.A. and Yutakom, N. “Student conceptions on cells and cell processes in grade 10”, **Kasetsart Journal (Social Sciences)**. 28(1): 1-10, 2007.
- National Research Council [NRC]. **National Science Education Standards**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.
- _____. **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning**. Washington D.C.: National Academy Press, 2000.
- _____. **Inquiry and the national science education standards A guide for teaching and learning**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

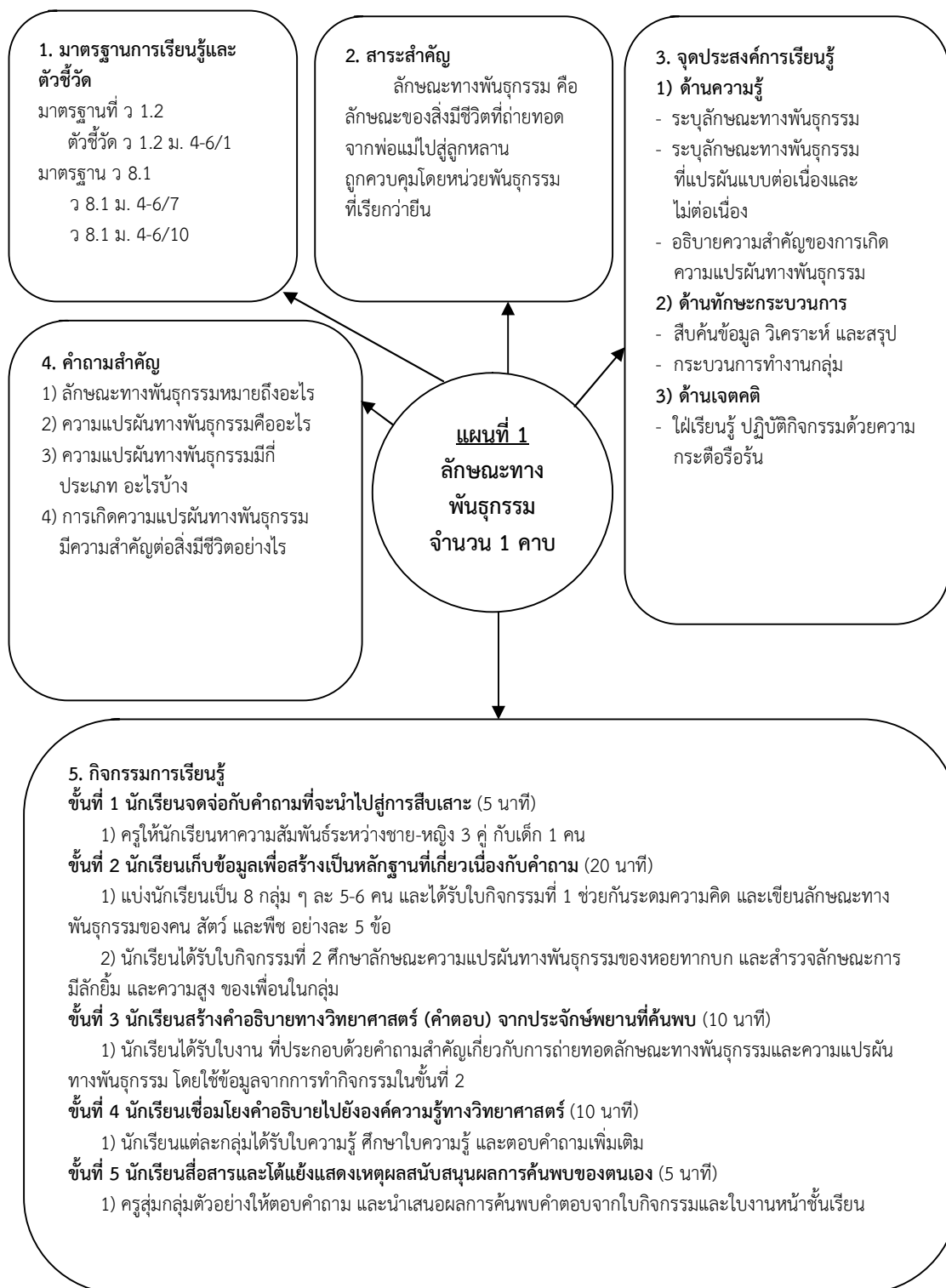
- Newman, W.J. and et al. “Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods”, **Journal of science teacher education**. 15(4): 257–279, 2004.
- Ozcan, T., Yildirim, O. and Ozgur, S. “Determining of the university freshmen students’ misconceptions and alternative conceptions about mitosis and meiosis”, **Procedia**. 46: 3677-3680, 2012.
- Proulx, G. “Integrating scientific method and critical thinking in classroom debates on environmental issues”, **The American Biology Teacher**. 66(1): 26-33, 2004.
- Quinn, F., Pegg, J. and Panizzon, D. “First-year biology students understandings of meiosis: an investigation using a structural theoretical framework”, **International Journal of Science Education**. 31(10): 1279-1305, 2009.
- Richardson, V. “Constructivism pedagogy”, **Teacher College Record**. 105(9): 1623-1640, 2003.
- Richey, R. **The Theoretical and Conceptual Bases of Instructional Design**. London: Kogan Page, 1986.
- Saka, A., Cerrah, L., Akdeniz, A.R. and Ayas, A. “A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: How do they image the gene, DNA and chromosome?”, **The Journal of Science Education and Technology**. 15(2): 192-202, 2006.
- Shaw, K.R.M., Horne, K.V., Zang, H. and Boughman, J. “Innovations in teaching and learning genetics”, **Genetics**. 178: 1157-1168, 2008.
- Smith, M.U. “Teaching cell division: Student difficulties and teaching recommendations”, **Journal of College Science Teaching**. 21(1): 28-33, 1991.
- Wu, H. and Hsieh, C. “Developing sixth grades inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments”, **International Journal of Science Education**. 28(11): 1289-1313, 2006.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แผนผังความคิดสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน



ภาพที่ ก.1 แผนผังความคิด สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน



ภาพที่ ก.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม จำนวน 1 คาบ

ภาคผนวก ข
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าดัชนีสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาพร พรไตร อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ครูโรงเรียนศิครภูมิพิสัย
2. นางสาววาสนา ดวงใจ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาชีววิทยา
จบการศึกษา การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา
การสอนวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา)
ครูโรงเรียนศิครภูมิพิสัย
3. นางวิไลวรรณ คำดี ตำแหน่ง ครู
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
จบการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวัด
และประเมินผล



คำสั่งโรงเรียนศิครภูมิพิสัย

ที่ ๑๑๕ / ๒๕๕๘

เรื่อง แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

ด้วยโรงเรียนศิครภูมิพิสัย มีนโยบายให้ครูและบุคลากรมีการพัฒนาตนเองและศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ตลอดจนดำเนินงานวิจัยในชั้นเรียนเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาการเรียนการสอนให้มีคุณภาพมาก เพื่อเป็นการนำนโยบายสู่การพัฒนารูปแบบอย่างมีประสิทธิภาพ อาศัยอำนาจตามตรา ๒๗ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ. ๒๕๕๗ จึงแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย ในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัย คือ นางสาวชนันธร อุตมศิลป์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

๑. ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย

- | | |
|-----------------------|--|
| ๑.๑ นางสาววาสนา ดวงใจ | ครูโรงเรียนศิครภูมิพิสัย ประธานกรรมการ |
| ๑.๒ นางวิไลวรรณ คำดี | ครูโรงเรียนศิครภูมิพิสัย กรรมการ |

หน้าที่ ตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำ เพื่อการพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีคุณภาพ

ทั้งนี้ให้ข้าราชการครู ผู้ได้รับแต่งตั้งตามคำสั่งนี้ ปฏิบัติหน้าที่อย่างเต็มกำลังความสามารถ เพื่อบังเกิดผลดีแก่โรงเรียนและทางราชการสืบไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๖ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

(นายแสน แหวนวงศ์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนศิครภูมิพิสัย

ภาคผนวก ค
ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC)

แผนที่	เรื่อง	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	+1	+1	+1	1.00
2	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	+1	+1	+1	1.00
3	วัฏจักรเซลล์	+1	+1	+1	1.00
4	การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	+1	+1	+1	1.00
5	การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	+1	+1	+1	1.00
6	การสร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	+1	+1	+1	1.00
7	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	+1	+1	+1	1.00
8	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดดิกรี	+1	+1	+1	1.00

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
รหัส ว 30103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม

รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน
ภาคเรียนที่ 2/2558
เวลา 1 คาบ

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม. 4-6/1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม. 4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ว 8.1 ม. 4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

2. สาระสำคัญ

ลักษณะทางพันธุกรรม คือ ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลาน ถูกควบคุมโดยหน่วยพันธุกรรมที่เรียกว่ายีน (Gene) ที่อยู่ในโครโมโซม โดยลักษณะทางพันธุกรรมนี้จะถ่ายทอดผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อ คือ เซลล์อสุจิ และเซลล์สืบพันธุ์ของแม่ คือ เซลล์ไข่ เมื่อเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อผสมกับเซลล์สืบพันธุ์ของแม่ ลักษณะต่าง ๆ จากพ่อแม่จะถูกถ่ายทอดไปยังรุ่นลูก โดยในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีลักษณะทางพันธุกรรม ที่คล้ายคลึงกัน ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างไปจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

(1) ด้านความรู้

- ระบุลักษณะทางพันธุกรรม
- ระบุลักษณะทางพันธุกรรมที่แปรผันแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง
- อธิบายความสำคัญของการเกิดความแปรผันทางพันธุกรรม

(2) ด้านทักษะกระบวนการ

- สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และสรุป
- กระบวนการทำงานกลุ่ม

(3) ด้านเจตคติ

- ใฝ่เรียนรู้ ปฏิบัติกิจกรรมด้วยความกระตือรือร้น

4. สารการเรียนรู้

ลักษณะทางพันธุกรรม หมายถึง ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลาน ถูกควบคุมโดยหน่วยพันธุกรรมที่เรียกว่ายีน (Gene) ที่อยู่ในโครโมโซม โดยลักษณะทางพันธุกรรมนี้จะถ่ายทอดผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อ คือ เซลล์อสุจิ และเซลล์สืบพันธุ์ของแม่ คือ เซลล์ไข่ เมื่อเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อผสมกับเซลล์สืบพันธุ์ของแม่ ลักษณะต่าง ๆ จากพ่อแม่จะถูกถ่ายทอดไปยังรุ่นลูก

สิ่งมีชีวิตทั้งคน สัตว์ และพืช ต่างมีลักษณะที่ถ่ายทอดได้ทางพันธุกรรม โดยในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีลักษณะทางพันธุกรรม ที่คล้ายคลึงกัน และถ้าเป็นสมาชิกในครอบครัวเดียวกันความคล้ายคลึงกันก็จะยิ่งมากขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างไปจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากความแตกต่างทางพันธุกรรม เรียกว่า “ความแปรผันทางพันธุกรรม (Genetic Variation)” จำแนกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) **ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันต่อเนื่อง (Continuous Variation)** เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแตกต่างต่อเนื่องกันหลายระดับ ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ความแตกต่างของลักษณะจะปรากฏเป็นลำดับต่อเนื่องกันตั้งแต่แตกต่างน้อย ๆ จนถึงระดับแตกต่างกันมาก ๆ มักถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ และแปรผันได้ง่าย เมื่อได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม เช่น ลักษณะผิวของคนมีตั้งแต่ดำสนิท ดำปานกลาง ดำน้อยลงเรื่อย ๆ จนถึงผิวขาว ความสูง ระดับสติปัญญา ขนาดของร่างกาย ปริมาณการให้เนื้อ นม และไข่ เป็นต้น

(2) **ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous Variation)** เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนมักถูกควบคุมด้วยยีนน้อยคู่ เกิดจากอิทธิพลของพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว ไม่แปรผันโดยอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เช่น ความสามารถในการห่อลิ้น การถนัดมือขวาหรือมือซ้าย หมู่เลือด จำนวนชั้นของตา การมีลักยิ้มของคน การมีติ่งหูกับไม่มีติ่งหู สีผิวปกติกับผิวเผือก ลักษณะเชิงผมแหลมและเชิงผมไม่แหลม เป็นต้น

5. คำถามสำคัญ

- (1) ลักษณะทางพันธุกรรมคืออะไร
- (2) ความแปรผันทางพันธุกรรมคืออะไร
- (3) ความแปรผันทางพันธุกรรมมีกี่ประเภท อะไรบ้าง
- (4) การเกิดความแปรผันทางพันธุกรรมมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (5 นาที)

- (1) ครูให้นักเรียนดูภาพ ชาย-หญิง 3 คู่ และให้นักเรียนดูภาพเด็ก 1 คน
- (2) ครูถามว่า “นักเรียนคิดว่าภาพของเด็กที่นักเรียนเห็นน่าจะมีเกี่ยวข้องกับชาย-หญิงคู่ใด” เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูถามต่อว่า “เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น”
- (3) ครูเฉลยว่าเด็กในภาพเป็นลูกของชาย-หญิง คู่ใด และถามว่า “ลักษณะใดบ้างของเด็กที่เหมือนกับพ่อ-แม่” เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูถามต่อว่า “ลักษณะที่เหมือนกันระหว่างเด็กกับพ่อ-แม่ เกิดขึ้นได้อย่างไร”
- (4) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะที่สามารถถ่ายทอดจากพ่อ-แม่สู่ลูกได้ เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้”
 - (4.1) ลักษณะทางพันธุกรรมคืออะไร
 - (4.2) ความแปรผันทางพันธุกรรมคืออะไร
 - (4.3) ความแปรผันทางพันธุกรรมมีกี่ประเภท อะไรบ้าง
 - (4.4) การเกิดความแปรผันทางพันธุกรรมมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

ขั้นที่ 2 นักเรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (20 นาที)

- (1) แบ่งนักเรียนเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน
- (2) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

ให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิด และเขียนลักษณะทางพันธุกรรมของคน สัตว์ และพืช อย่างละ 5 ข้อ
- (3) นักเรียนได้รับใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องความแปรผันทางพันธุกรรม ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้
 - (3.1) นักเรียนศึกษาลักษณะของหอยทากบกสวยงามหรือหอยต้นไม้ สกุลงแอมฟิโดรมัส (Amphidromus) จากภาพ (ที่มา <http://www1a.biotec.or.th>) และตอบคำถามว่าลักษณะใดของหอยทากบกที่มีความแตกต่างกัน
 - (3.2) นักเรียนสำรวจลักษณะทางพันธุกรรมของเพื่อนในกลุ่มสองลักษณะ คือ ลักยิ้ม และ ความสูง นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาเขียนกราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางพันธุกรรมและจำนวนนักเรียน

ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (10 นาที)

- (1) นักเรียนได้รับใบงาน เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ที่ประกอบด้วยคำถามสำคัญดังต่อไปนี้
 - (1.1) นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าลักษณะที่ระบุลงในใบกิจกรรมที่ 1 เป็นลักษณะทางพันธุกรรม
 - (1.2) ความแตกต่างในหอยทากบกเกิดขึ้นได้อย่างไร
 - (1.3) ความแตกต่างของหอยทากบกที่เกิดขึ้น มีประโยชน์อย่างไร
 - (1.4) กราฟแท่งที่ได้จากการสำรวจลักษณะการมีลัทธิของสมาชิกในกลุ่ม มีลักษณะเป็นอย่างไร
 - (1.5) กราฟแท่งที่ได้จากการสำรวจลักษณะความสูงของสมาชิกในกลุ่ม มีลักษณะเป็นอย่างไร
 - (1.6) กราฟแท่งที่ได้จากการสำรวจลักษณะการมีลัทธิและความสูงของสมาชิกในกลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไร

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที)

- (1) นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับใบความรู้ เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม
- (2) นักเรียนศึกษาใบความรู้
- (3) นักเรียนตอบคำถามเพิ่มเติม ดังต่อไปนี้
 - (3.1) ลักษณะทางพันธุกรรมคืออะไร
 - (3.2) ลักษณะความแตกต่างที่เกิดขึ้นในหอยทากบก เรียกว่าอะไร

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (5 นาที)

- (1) ครูสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 3-4 กลุ่ม ให้ตอบคำถามต่อไปนี้
 - (1.1) นักเรียนจะสรุปความหมายของความแปรผันทางพันธุกรรมได้อย่างไร
 - (1.2) ความแปรผันทางพันธุกรรมมีกี่ประเภท อะไรบ้าง
- (2) ครูสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ให้วาดภาพกราฟที่ได้จากการสำรวจลักษณะการมีลัทธิ และความสูงของเพื่อนในกลุ่ม ตามลำดับ
- (3) นักเรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้
 - (3.1) ลัทธิ เป็นความแปรผันทางพันธุกรรมแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง นักเรียนทราบได้อย่างไร
 - (3.2) ความสูง เป็นความแปรผันทางพันธุกรรมแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง นักเรียนทราบได้อย่างไร
 - (3.3) การเกิดความแปรผันทางพันธุกรรมมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

7. การวัด และการประเมินผลการเรียนรู้

หลักฐานการเรียนรู้ วิธีการและเครื่องมือ

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 80

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้	วิธีการและเครื่องมือวัด
1) ด้านความรู้		
- บอกความหมายของลักษณะทางพันธุกรรม - ระบุลักษณะทางพันธุกรรมที่แปรผันแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง - ระบุอิทธิพลที่ทำให้เกิดความแปรผันทางพันธุกรรม	- ใบกิจกรรมที่ 1 - ใบกิจกรรมที่ 2 - ใบงานที่ 1	1) ใบกิจกรรมที่ 1 - ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 2) ใบกิจกรรมที่ 2 - ตรวจใบกิจกรรมที่ 2 3) ใบงานที่ 1 - ตรวจใบงานที่ 1
2) ด้านทักษะกระบวนการ		
- สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และสรุป - กระบวนการทำงานกลุ่ม	- ใบงานที่ 1 - พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	1) ใบงานที่ 1 - ตรวจใบงานที่ 1 2) แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
3) ด้านเจตคติ		
- ใฝ่เรียนรู้ ปฏิบัติกิจกรรมด้วยความกระตือรือร้น	- พฤติกรรมที่แสดงถึงความกระตือรือร้นในการเรียน และตอบคำถามในชั้นเรียน	1) แบบประเมินด้านเจตคติ - สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน

เกณฑ์ประเมินด้านความรู้

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
การตอบคำถาม	ตอบคำถามได้ เหตุผลประกอบ ถูกต้องทั้งหมด	ตอบคำถามได้ เหตุผลประกอบ ถูกต้องบางส่วน	ตอบคำถามได้ เหตุผลประกอบ ไม่ถูกต้อง	ตอบคำถามไม่ได้ ไม่มีเหตุผลประกอบ
การทำใบกิจกรรมที่ 1	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ร้อยละ 60-79	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ร้อยละ 50-59	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ต่ำกว่าร้อยละ 50
การทำใบกิจกรรมที่ 2	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ร้อยละ 60-79	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ร้อยละ 50-59	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ต่ำกว่าร้อยละ 50
การทำใบงานที่ 1	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ร้อยละ 60-79	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ร้อยละ 50-59	ทำใบกิจกรรม ถูกต้อง ต่ำกว่าร้อยละ 50
พัฒนาการ (การทดสอบก่อนและหลังเรียน)	เพิ่มขึ้น 2 คะแนนขึ้นไป	เพิ่มขึ้น 1 คะแนนขึ้นไป	คะแนนหลังเรียน เท่ากับก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียนน้อย วก่อนเรียน

เกณฑ์ประเมินด้านทักษะกระบวนการ

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
การวางแผนการทำงาน	การทำงานเป็นระบบ มีการวางแผนก่อนการทำงาน	การทำงานไม่ค่อยเป็นระบบ มีการวางแผนก่อนทำงาน	การทำงานไม่ค่อยเป็นระบบ ไม่มีการวางแผนก่อนทำงาน	การทำงานไม่เป็นระบบ ไม่มีการวางแผนก่อนทำงาน
การสืบค้นและรวบรวมข้อมูล	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล	จำนวนสมาชิกที่มีส่วนร่วมในการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล ร้อยละ 60-90	จำนวนสมาชิกที่มีส่วนร่วมในการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล ร้อยละ 50	จำนวนสมาชิกที่มีส่วนร่วมในการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลน้อยกว่า ร้อยละ 50
การวิเคราะห์ข้อมูลและการแสดงความคิดเห็น	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน	จำนวนสมาชิกที่มีส่วนร่วมในการทำงาน ร้อยละ 60-90	จำนวนสมาชิกที่มีส่วนร่วมในการทำงาน ร้อยละ 50	จำนวนสมาชิกที่มีส่วนร่วมในการทำงาน น้อยกว่า ร้อยละ 50
การนำเสนอ	ข้อมูลถูกต้องทั้งหมด กระชับ เข้าใจง่าย	ข้อมูลถูกต้องทั้งหมด ขาดความกระชับ	ข้อมูลถูกต้องบางส่วน ขาดความกระชับ	ข้อมูลไม่ถูกต้อง ขาดความกระชับ
ความสำเร็จของชิ้นงาน (ใบงานที่ 1)	ชิ้นงานถูกต้องเรียบร้อย และเสร็จทันเวลา	ชิ้นงานถูกต้อง ไม่ค่อยเรียบร้อย แต่เสร็จทันเวลา	ชิ้นงานไม่ถูกต้อง ไม่เรียบร้อย แต่เสร็จทันเวลา	ชิ้นงานไม่ถูกต้อง ไม่เรียบร้อย และเสร็จไม่ทันเวลา

เกณฑ์ประเมินด้านเจตคติ

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ตรงต่อเวลา	เข้าเรียนตรงเวลา	เข้าเรียนช้า ไม่เกิน 5 นาที	เข้าเรียนช้า 5-10 นาที	เข้าเรียนช้ากว่า 10 นาที
ความมีระเบียบวินัย	ปฏิบัติงานได้ถูกต้อง เรียบร้อยทุกครั้ง	ปฏิบัติงานได้ถูกต้อง เรียบร้อยบ่อยครั้ง	ปฏิบัติงานได้ ถูกต้อง เรียบร้อยบางครั้ง	ปฏิบัติงาน ไม่ถูกต้อง ไม่เรียบร้อย ทุกครั้ง
ความรับผิดชอบ	ปฏิบัติงานสำเร็จ ทันเวลาทุกครั้ง	ปฏิบัติงานสำเร็จ ทันเวลาบ่อยครั้ง	ปฏิบัติงานสำเร็จ ทันเวลาบางครั้ง	ปฏิบัติงาน ไม่สำเร็จ ไม่ทันเวลา ทุกครั้ง
ใฝ่เรียนรู้	กระตือรือร้นใน การเรียนรู้ และตอบ คำถามทุกครั้ง	กระตือรือร้นใน การเรียนรู้ และตอบ คำถามบ่อยครั้ง	กระตือรือร้น ในการเรียนรู้ และ ตอบคำถาม บางครั้ง	ไม่กระตือรือร้น ในการเรียนรู้ และ ไม่ตอบคำถาม ทุกครั้ง
การทำงานร่วมกับ ผู้อื่น	ให้ความร่วมมือ ในการทำงานกลุ่ม ทุกครั้ง	ให้ความร่วมมือ ในการทำงานกลุ่ม บ่อยครั้ง	ให้ความร่วมมือ ในการทำงานกลุ่ม บางครั้ง	ไม่ให้ความ ร่วมมือในการ ทำงานกลุ่ม ทุกครั้ง

8. สื่อการเรียนรู้

- (1) หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ของ สสวท.
- (2) ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม
- (3) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม
- (4) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความแปรผันทางพันธุกรรม
- (5) ใบงานที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม

แบบประเมินด้านความรู้ (รายบุคคล)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ประเด็นการประเมิน																				ระดับ ความถี่	สรุป ผล
		การตอบ คำถาม				การทำใบ กิจกรรมที่ 1				การทำใบ กิจกรรมที่ 2				การทำ ใบงานที่1				พัฒนาการ					
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		
1		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
2			✓			✓				✓				✓				✓				4	✓
3		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
4		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
5		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
6		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
7		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
8		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
9		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
10		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
11			✓			✓				✓				✓				✓				4	✓
12		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
13		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
14		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
15		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
16		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
17			✓			✓				✓				✓				✓				4	✓
18						✓				✓				✓				✓				4	✓
19		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
20		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓

คำชี้แจง 1. ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องคะแนนที่นักเรียนปฏิบัติได้

2. เกณฑ์การประเมิน ค่าเฉลี่ย

4 หมายถึง ดีมาก

3 หมายถึง ดี

2 หมายถึง พอใช้

1 หมายถึง ควรปรับปรุง

3. ผลการประเมิน ได้ระดับคะแนน ไม่ต่ำกว่า ระดับ 3 ถือว่า ผ่าน

แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ (รายกลุ่ม)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ประเด็นการประเมิน																				ระดับ ความถี่	สรุป ผล
		การวางแผน การทำงาน				การสืบค้น รวบรวมข้อมูล				การแสดง ความคิดเห็น				การนำเสนอ				ความสำเร็จ ของงาน					
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		
กลุ่มที่ 1																							
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓

- คำชี้แจง**
- ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องคะแนนที่นักเรียนปฏิบัติได้
 - เกณฑ์การประเมิน ค่าเฉลี่ย
 - 4 หมายถึง ดีมาก
 - 3 หมายถึง ดี
 - 2 หมายถึง พอใช้
 - 1 หมายถึง ควรปรับปรุง
 - ผลการประเมิน ได้ระดับคะแนน ไม่ต่ำกว่า ระดับ 3 ถือว่า ผ่าน

แบบประเมินด้านเจตคติ (รายบุคคล)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ประเด็นการประเมิน																				ระดับ ความถี่	สรุป ผล	
		ตรงต่อเวลา				ระเบียบวินัย				รับผิดชอบ				ไม่เรียนรู้				การทำงาน ร่วมกับผู้อื่น						
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1			
1		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
2		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
3		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
4		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
5		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
6		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
7		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
8		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
9		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
10		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
11			✓				✓				✓				✓				✓				4	✓
12		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
13		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
14		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
15		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
16		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
17		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
18		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
19		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	
20		✓				✓				✓				✓				✓				4	✓	

- คำชี้แจง**
1. ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องคะแนนที่นักเรียนปฏิบัติได้
 2. เกณฑ์การประเมิน ค่าเฉลี่ย
 - 4 หมายถึง ดีมาก
 - 3 หมายถึง ดี
 - 2 หมายถึง พอใช้
 - 1 หมายถึง ควรปรับปรุง
 3. ผลการประเมิน ได้ระดับคะแนน ไม่ต่ำกว่า ระดับ 3 ถือว่า ผ่าน

9. ข้อเสนอแนะ/กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

(ลงชื่อ)..... 96 eeผู้ตรวจ

(นางนงเยาว์ ผาสุก)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการโรงเรียนศิครภูมิพิสัย

11. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผลการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

2) ปัญหาอุปสรรค

.....

.....

.....

3) แนวทางแก้ไข

.....

.....

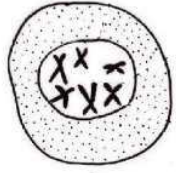
.....

(ลงชื่อ).....

(นางสาวชนันธร อุดมศิลป์)

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

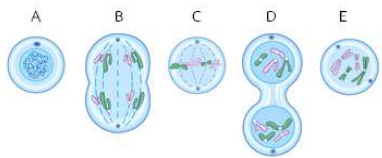
ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม 1. การมีหมู่เลือดเหมือนพ่อ 2. การมีผิวขาวเหมือนคุณตา 3. การมีผมหยักศกเหมือนคุณยายทวด 4. การเป็นโรคกระเพาะอาหารเหมือนแม่	1.00	0.74	0.35	ใช้ได้
2. ลักษณะทางพันธุกรรมข้อใดเป็นความแปรผันแบบต่อเนื่อง 1. ดึงหู 2. ลักยิ้ม 3. ผิวเผือก 4. ระดับสติปัญญา	1.00	0.49	0.35	ใช้ได้
3. การเกิดความแปรผันทางพันธุกรรมโดยการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมีข้อใดอย่างไร 1. ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะเผ่าพันธุ์คงที่ 2. ทำให้มีโอกาสเกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ 3. ทำให้จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตคงที่ 4. ทำให้สิ่งมีชีวิตขยายพันธุ์และเพิ่มจำนวนได้เป็นจำนวนมาก	1.00	0.40	0.65	ใช้ได้
4. เซลล์ในภาพมีจำนวนโครโมโซมและโครมาทิดอย่างละเท่าใด (ความเข้าใจ)  1. 12 และ 6 2. 12 และ 12 3. 6 และ 6 4. 6 และ 12	1.00	0.71	0.47	ใช้ได้

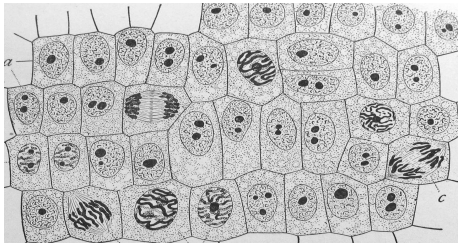
ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
5. จากภาพในข้อ 1 มีจำนวนดีเอ็นเอและเส้นใยโครมาทินรวมกันเป็นเท่าใด 1. ดีเอ็นเอ 6 สาย และเส้นใยโครมาทิน 6 เส้น 2. ดีเอ็นเอ 6 สาย และเส้นใยโครมาทิน 12 เส้น 3. ดีเอ็นเอ 12 สาย และเส้นใยโครมาทิน 6 เส้น 4. ดีเอ็นเอ 12 สาย และเส้นใยโครมาทิน 12 เส้น	1.00	0.49	0.47	ใช้ได้
6. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบของดีเอ็นเอ 1. หมู่ฟอสเฟต 2. โปรตีนฮิสโตน 3. ไนโตรจีนัสเบส 4. น้ำตาลดีออกซีไรโบส	1.00	0.60	0.35	ใช้ได้
7. ข้อใดกล่าวถึงโครงสร้างของ DNA ได้ถูกต้อง (ความจำ) 1. เบสคู่สม คือ A กับ C และ G กับ T 2. เบสคู่สมจับกันด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ 3. สายพอลินิวคลีโอไทด์บิดเป็นเกลียวคู่และหมุนตามเข็มนาฬิกา 4. DNA ประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย เรียงตัวสลับทิศกัน	1.00	0.54	0.41	ใช้ได้
8. ข้อใดกล่าวถึงยีนได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ) 1. บางตำแหน่งบนดีเอ็นเอมียีนอยู่ 2. ทุกตำแหน่งบนดีเอ็นเอมียีนอยู่ 3. ยีนทุกยีนจะอยู่ติดกันบนดีเอ็นเอ 4. ยีนใดยีนหนึ่งจะปรากฏได้ทั่วไปบนดีเอ็นเอ	1.00	0.51	0.76	ใช้ได้
9. ภาพใดแสดงความสัมพันธ์ของขนาดโครงสร้างดีเอ็นเอ โครโมโซม และยีนได้ดีที่สุด 1. ดีเอ็นเอ ยีน โครโมโซม 2. ดีเอ็นเอ โครโมโซม ยีน 3. ยีน ดีเอ็นเอ โครโมโซม 4. ยีน ดีเอ็นเอ โครโมโซม	1.00	0.51	0.76	ใช้ได้

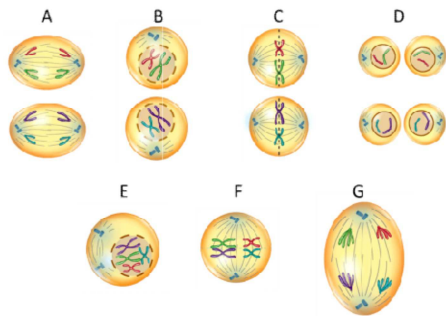
ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
10. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนในวัฏจักรของเซลล์ได้ถูกต้องที่สุด 1. $G_0 \rightarrow G_1 \rightarrow G_2 \rightarrow \text{Cytokinesis} \rightarrow \text{Karyokinesis}$ <u>2. $G_1 \rightarrow S \rightarrow G_2 \rightarrow \text{Karyokinesis} \rightarrow \text{Cytokinesis}$</u> 3. $G_1 \rightarrow G_2 \rightarrow S \rightarrow \text{Karyokinesis} \rightarrow \text{Cytokinesis}$ 4. $G_1 \rightarrow S \rightarrow G_2 \rightarrow \text{Cytokinesis} \rightarrow \text{Karyokinesis}$	1.00	0.57	0.65	ใช้ได้
11. เซลล์ชนิดใดที่จะอยู่ในระยะ G_0 จนกระทั่งเซลล์ชราภาพและตายไป 1. เซลล์เยื่อบุผิว <u>2. เซลล์ประสาท</u> 3. เซลล์ไขกระดูก 4. เซลล์กล้ามเนื้อ	1.00	0.49	0.82	ใช้ได้
12. เซลล์ของพืชชนิด A มีจำนวนชุดโครโมโซมเท่ากับ $2n$ เมื่อได้รับการฉายรังสีพบว่า เซลล์ของพืชชนิดนี้มีจำนวนชุดโครโมโซมเปลี่ยนเป็น $4n$ การฉายรังสีทำให้เกิดความผิดปกติของระยะใดในวัฏจักรของเซลล์ 1. G_1 phase 2. S phase <u>3. Cytokinesis</u> 4. Karyokinesis	1.00	0.43	0.29	ใช้ได้
13. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ถูกต้อง  1. $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow C$ <u>2. $A \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D$</u> 3. $E \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ 4. $E \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow A$	1.00	0.80	0.35	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
14. หากต้องการจัดทำคาริโอไทป์ (karyotype) ควรเลือกใช้โครโมโซมในระยะใด ของการแบ่งเซลล์ (ความเข้าใจ) 1. โพรเฟส 2. เมทาเฟส 3. แอนนาเฟส 4. อินเตอร์เฟส	1.00	0.29	0.29	ใช้ได้
15. จากภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส พบการแบ่งเซลล์ในระยะใดมากที่สุด เพราะเหตุใด (การวิเคราะห์)  1. เทโลเฟส เพราะมีการสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียส 2. อินเตอร์เฟส เพราะเป็นการเตรียมสภาพเซลล์เพื่อการแบ่งเซลล์ 3. โพรเฟส เพราะต้องใช้เวลาในการที่โครมาทิดบิดตัวเป็นเกลียวให้สั้นลง 4. แอนนาเฟส เพราะเป็นช่วงที่โครมาทิดเคลื่อนตัวไปอยู่ที่แต่ละขั้วของเซลล์	1.00	0.34	0.29	ใช้ได้
16. จากเซลล์เริ่มต้น 1 เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 4 โครโมโซม เมื่อสิ้นสุดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เซลล์ใหม่ที่ได้แต่ละเซลล์จะมีลักษณะเป็นอย่างไร 1  2  3  4 	1.00	0.63	0.41	ใช้ได้

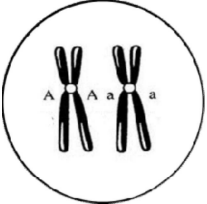
ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
17. จากเซลล์เริ่มต้น 5 เซลล์ แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 6 โครโมโซม เมื่อสิ้นสุดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จะได้เซลล์ใหม่กี่เซลล์ และในแต่ละเซลล์จะมีจำนวนโครโมโซมเป็นเท่าใด 1. 10 เซลล์ และ 6 โครโมโซม 2. 10 เซลล์ และ 3 โครโมโซม 3. 20 เซลล์ และ 6 โครโมโซม 4. 20 เซลล์ และ 3 โครโมโซม	1.00	0.54	0.29	ใช้ได้
18. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร 1. ทำให้มีโอกาสเกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ 2. ทำให้เกิดลักษณะที่แตกต่างกันในรุ่นลูก 3. ทำให้เกิดการสร้างเซลล์อสุจิในเพศชาย 4. ทำให้เกิดการสร้างเซลล์รังไข่ในเพศหญิง	1.00	0.20	0.41	ใช้ได้
19. จากเซลล์เริ่มต้น 1 เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 4 โครโมโซม เมื่อสิ้นสุดกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เซลล์ใหม่ที่ได้แต่ละเซลล์จะมีลักษณะเป็นอย่างไร  1. ไมโอซิส I: F ► E ► G ► B 2. ไมโอซิส I: E ► F ► G ► B 3. ไมโอซิส II: B ► C ► A ► D 4. ไมโอซิส II: C ► B ► A ► D	1.00	0.20	0.41	ใช้ได้

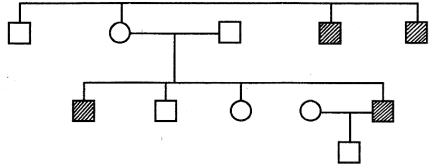
ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
20. จากข้อ 1 ในภาพใดมีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของสารพันธุกรรม (crossing over) 1. B 2. C <u>3. E</u> 4. F	1.00	0.31	0.41	ใช้ได้
21. ระยะเวลาของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่โครโมโซมมีการหดสั้นที่สุด และเหตุการณ์ดังกล่าวมีข้อดีอย่างไร 1. ระยะโพรเฟส I ทำให้มองเห็นโครโมโซมชัดเจน 2. ระยะโพรเฟส II ทำให้ง่ายต่อการแยกโครมาทิดออกจากกัน <u>3. ระยะเมทาเฟส I ทำให้เกิดความเสถียรในการเคลื่อนที่ของโครโมโซม</u> 4. ระยะเมทาเฟส II ทำให้สะดวกในการเข้าคู่กันของโฮโมโลกัสโครโมโซม	1.00	0.37	0.35	ใช้ได้
22. พฤติกรรมของโครโมโซมในข้อใดที่อยู่ในระยะ prophase II 1. เกิด crossing over <u>2. โครโมโซมเริ่มหดสั้นลง</u> 3. มีการจำลองโครโมโซมขึ้นอีก 1 ชุด 4. มีการจับเข้าคู่กันของ homologous chromosome	1.00	0.69	0.41	ใช้ได้
23. เพราะเหตุใดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจึงทำให้เกิดการแปรผันของลักษณะทางพันธุกรรมในรุ่นลูกได้ 1. มีการลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง 2. มีการแยกกันของโครโมโซมสองครั้ง 3. มีการเรียงตัวของโครโมโซมคู่เหมือนกลางเซลล์ <u>4. มีการเกิดครอสซิงโอเวอร์ระหว่างโครโมโซมคู่เหมือน</u>	1.00	0.49	0.76	ใช้ได้

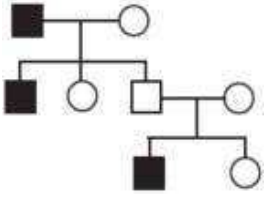
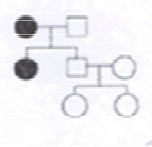
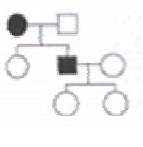
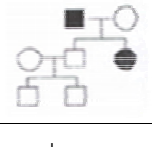
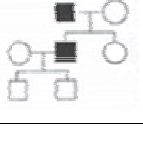
ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
24. ถ้าเซลล์เริ่มต้น 5 เซลล์ แต่ละเซลล์มี 20 โครโมโซม เมื่อสิ้นสุดการแบ่งไมโอซิส I จะได้เซลล์ใหม่กี่เซลล์ และแต่ละเซลล์จะมีจำนวนโครโมโซมเท่าใด 1. 10 เซลล์, 20 โครโมโซม 2. 10 เซลล์, 10 โครโมโซม 3. 20 เซลล์, 20 โครโมโซม 4. 20 เซลล์, 10 โครโมโซม	1.00	0.43	0.24	ใช้ได้
25. ถ้าเซลล์ในระยะเมทาเฟส I มีโครโมโซมอยู่ 8 คู่ เมื่อสิ้นสุดการแบ่งไมโอซิส II เซลล์ใหม่จะมีจำนวนโครโมโซมเป็นเท่าใด และแต่ละเซลล์จะมีกี่โครมาทิด 1. 4 โครโมโซม, 4 โครมาทิด 2. 4 โครโมโซม, 8 โครมาทิด 3. 8 โครโมโซม, 8 โครมาทิด 4. 8 โครโมโซม, 16 โครมาทิด	1.00	0.29	0.47	ใช้ได้
26. ไมโอซิส II เหมือนกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในข้อใด 1. มีการเข้าคู่กันของโฮโมโลกัสโครโมโซม 2. เซลล์ใหม่ที่ได้มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ $2n$ 3. มีการจำลองตัวเองของ DNA ก่อนการแบ่งเซลล์ 4. sister chromatid แยกออกจากกันในระยะแอนาเฟส	1.00	0.31	0.29	ใช้ได้
27. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร 1. ทำให้สิ่งมีชีวิตมีการขยายขนาด 2. ทำให้สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต 3. ทำให้มีเซลล์ใหม่ทดแทนเซลล์ที่ชำรุด 4. ทำให้สิ่งมีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมคงที่ในทุกรุ่น	1.00	0.23	0.41	ใช้ได้
28. ข้อใดสัมพันธ์กับภาพมากที่สุด  1. จีโนไทป์ (AA) 2. ฟีนไทป์ (aa) 3. โฮโมไซกัสยีน (AA) 4. เฮเทอโรไซกัสยีน (Aa)	1.00	0.23	0.47	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
29. ในครอบครัวหนึ่ง สามมีลักษณะปกติ และภรรยาเป็นโรค สามีและภรรยาคู่นี้มีลูก 2 คน คนแรกเพศชายเป็นโรค และคนที่สองเพศหญิงเป็นพาหะ ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับโรคนี้ 1. ควบคุมด้วยยีนด้อย บนโครโมโซม Y 2. ควบคุมด้วยยีนเด่น บนโครโมโซม Y 3. ควบคุมด้วยยีนด้อย บนโครโมโซม X 4. ควบคุมด้วยยีนเด่น บนโครโมโซม X	1.00	0.26	0.24	ใช้ได้
30. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในข้อใดน่าจะเป็นผลมาจากยีนเด่นบนโครโมโซม X 1. พ่อปกติ แม่เป็นโรค ลูกชายทุกคนปกติ 2. พ่อปกติ แม่เป็นโรค ลูกสาวทุกคนเป็นโรค 3. พ่อเป็นโรค แม่ปกติ ลูกสาวทุกคนปกติ 4. พ่อเป็นโรค แม่ปกติ ลูกชายมีโอกาสเป็นโรคร้อยละ 50	1.00	0.26	0.35	ใช้ได้
31. จากการศึกษาเพดดิกรีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมอย่างหนึ่ง ของบุคคลในครอบครัวหนึ่ง ปรากฏดังภาพ  ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับยีนที่ควบคุมลักษณะดังกล่าว 1. เป็นยีนด้อย บนโครโมโซม Y ทำให้เกิดนิ้วเกิน 2. เป็นยีนเด่น บนโครโมโซม Y ทำให้เกิดผิวเผือก 3. เป็นยีนด้อย บนโครโมโซม X ทำให้เกิดตาบอดสี 4. เป็นยีนเด่น บนโครโมโซม X ทำให้เกิดโลหิตจาง	1.00	0.31	0.41	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
32. จากภาพเพตดิกรีของครอบครัวหนึ่ง คำอธิบายใดแปลความหมายได้ถูกต้องที่สุด  1. มีลูกชายและหลานชายอย่างละ 1 คนที่ได้ลักษณะเด่น 2. มีลูกสาวและหลานสาวอย่างละ 1 คนที่ได้ลักษณะด้อย 3. มีหลานสาว 1 คน ได้ลักษณะเด่นเช่นเดียวกับพี่สาวของแม่ 4. มีหลานชาย 1 คน ได้ลักษณะด้อยเช่นเดียวกับพี่ชายของพ่อ	1.00	0.49	0.24	ใช้ได้
33. ชายคนหนึ่งมีลักษณะนิ้วเกินแต่งงานกับหญิงที่มีนิ้วปกติ มีลูกชายหนึ่งคนที่มีจำนวนนิ้วปกติ และลูกสาวหนึ่งคนที่มีลักษณะนิ้วเกิน ลูกชายแต่งงานกับหญิงที่มีจำนวนนิ้วปกติ และมีลูกชายหนึ่งคนที่มีจำนวนนิ้วปกติ ข้อใดคือเพตดิกรีของครอบครัวนี้ 1.  2.  3.  4. 	1.00	0.74	0.29	ใช้ได้
34. ถ้าผู้หญิงที่เป็นโรคฮีโมฟีเลีย (โรคเลือดไหลไม่หยุด) แต่งงานกับชายปกติ ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับลูกที่เกิดจากชายหญิงคู่นี้ 1. ลูกทุกคนปกติ 2. ลูกทุกคนเป็นโรค 3. ลูกสาวทุกคนเป็นโรค 4. ลูกชายทุกคนเป็นโรค	1.00	0.43	0.24	ใช้ได้

ตารางที่ จ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
35. กำหนดให้ A เป็นยีนที่ควบคุมลักษณะมีลักยิ้ม a เป็นยีนที่ควบคุมลักษณะไม่มีลักยิ้ม ถ้าพ่อมีลักยิ้มแบบพันธุ์แท้ และแม่ไม่มีลักยิ้ม ลูกจะมีลักยิ้มแบบ พันธุ์แท้ คิดเป็นร้อยละเท่าใด 1. 0 2. 25 3. 50 4. 100	1.00	0.29	0.59	ใช้ได้
36. ถ้าพ่อมีลักษณะผิวเผือก และแม่มีผิวปกติแบบเฮเทอโรไซกัส ลูกที่เกิดจากพ่อแม่คู่นี้จะมีโอกาสเกิดลักษณะผิวเผือกเป็นเท่าใด 1. 1 2. 3/4 3. 1/2 4. 1/4	1.00	0.31	0.29	ใช้ได้

ความเชื่อมั่น (Reliability: KR20) = 0.92

ภาคผนวก ฉ
แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน



แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้
รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว 30103 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม
โรงเรียนศิขรมพิสัย อำเภอสือภูมิ จังหวัดสุรินทร์

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียน

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านการสอนของครู						
1	มีความรู้ในเนื้อหาที่สอน					
2	มีการเตรียมการสอน และจัดลำดับเนื้อหาอย่างเหมาะสม					
3	ให้คำแนะนำ และความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึง					
4	ยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน และเปิดโอกาสให้ซักถาม					
5	สร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความสุข					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อการสอน						
1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์					
2	กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย และน่าสนใจ					
3	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลา					
4	สื่อการสอนมีความหลากหลาย และน่าสนใจ					
5	สื่อการสอนมีความสอดคล้อง และเหมาะสมเนื้อหา					
ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้						
1	กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
2	กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น					
3	ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้					
4	ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม/ทีม					
5	ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม					
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ						
1	ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					
2	ทำให้จดจำเนื้อหาได้นาน					
3	สามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเองได้					
4	สามารถปรับตัว และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้					
5	ผู้เรียนมีความสุข และสนุกกับการเรียน					



แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้
รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว 30103 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม
โรงเรียนศิครภูมิพิสัย อำเภอสีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ (ต่อ)

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ (โปรดระบุเพื่อใช้ในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครั้งต่อไป)

กิจกรรม/สิ่งที่นักเรียนประทับใจ เพราะเหตุใด

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค ในการเรียน

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

ภาคผนวก ข
ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
ของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ ข.1 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	เรื่อง	ห้องเรียนที่ 1		ห้องเรียนที่ 2	
		E ₁	E ₂	E ₁	E ₂
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	84.61	84.21	84.27	83.74
2	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	83.03	82.02	81.34	80.08
3-4	วิวัฒนาการเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	81.18	80.99	80.98	80.22
5-6	การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	81.23	80.99	81.14	80.22
7-8	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดดิกรี	81.05	80.99	80.98	80.22
เฉลี่ย		82.38	81.58	81.53	80.49

ตารางที่ ข.2 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้องเรียนที่ 1

แผนที่	เรื่อง	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนสอบหลังเรียน		
		คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	20	16.92	84.61	3	2.53	84.21
2	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	20	16.61	83.03	6	4.92	82.02
3-4	วิวัฒนาการเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	40	32.47	81.18	9	7.29	80.99
5-6	การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	30	24.37	81.23	9	7.29	80.99
7-8	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดดิกรี	30	24.32	81.05	9	7.29	80.99
รวม		140	115.33	82.38	36	29.37	81.58

ตารางที่ ข.3 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้องเรียนที่ 2

แผนที่	เรื่อง	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนสอบหลังเรียน		
		คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	20	16.85	84.27	3	2.51	83.74
2	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	20	16.27	81.34	6	4.80	80.08
3-4	วัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	40	32.39	80.98	9	7.22	80.22
5-6	การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	30	24.34	81.14	9	7.22	80.22
7-8	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพตดิกรี	30	24.29	80.98	9	7.22	80.22
รวม		140	114.15	81.53	36	28.98	80.49

ตารางที่ ข.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้องเรียนที่ 1

นักเรียนคนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า
1	10	27	0.65
2	11	26	0.60
3	12	29	0.71
4	9	31	0.81
5	8	29	0.75
6	8	31	0.82
7	10	29	0.73
8	11	31	0.80
9	10	30	0.77
10	10	29	0.73
11	9	33	0.89
12	8	27	0.68
13	8	31	0.82
14	12	26	0.58
15	7	32	0.86
16	10	29	0.73
17	11	27	0.64

ตารางที่ ข.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้องเรียนที่ 1 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 60 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 60 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า
18	11	32	0.84
19	12	32	0.83
20	12	27	0.63
21	10	29	0.73
22	14	29	0.68
23	8	30	0.79
24	9	29	0.74
25	9	30	0.78
26	11	27	0.64
27	10	30	0.77
28	11	26	0.60
29	9	28	0.70
30	12	29	0.71
31	8	30	0.79
32	13	29	0.70
33	13	32	0.83
34	12	28	0.67
35	10	32	0.85
36	13	34	0.91
37	7	28	0.72
38	9	28	0.70
ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)			0.7416

ตารางที่ ข.5 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้องเรียนที่ 2

นักเรียนคนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า
1	12	31	0.79
2	13	28	0.65
3	6	28	0.73
4	7	23	0.55
5	14	33	0.86
6	8	30	0.79
7	10	28	0.69
8	13	29	0.70
9	8	30	0.79
10	10	31	0.81
11	8	28	0.71
12	11	26	0.60
13	15	29	0.67
14	12	29	0.71
15	13	29	0.70
16	12	28	0.67
17	8	29	0.75
18	9	31	0.81
19	9	26	0.63
20	9	28	0.70
21	14	30	0.73
22	6	28	0.73
23	12	32	0.83
24	11	31	0.80
25	12	31	0.79
26	7	30	0.79
27	5	25	0.65
28	8	30	0.79
29	12	28	0.67
30	8	28	0.71

ตารางที่ ข.5 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล ห้องเรียนที่ 2 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 60 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 60 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า
31	7	30	0.79
32	14	26	0.55
33	15	30	0.71
34	9	30	0.78
35	8	26	0.64
36	9	28	0.70
37	8	28	0.71
38	12	30	0.75
39	11	32	0.84
40	9	29	0.74
41	12	32	0.83
ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)			0.7282

ภาคผนวก ซ
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ข.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้องเรียนที่ 1

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3-4	แผนที่ 5-6	แผนที่ 7-8	รวม
1	2	1	3	3	1	10
2	1	3	2	4	1	11
3	2	2	1	4	3	12
4	1	3	3	1	1	9
5	1	4	1	1	1	8
6	1	0	2	1	4	8
7	2	4	2	2	0	10
8	1	2	3	2	3	11
9	1	0	2	2	5	10
10	1	3	2	1	3	10
11	1	3	2	2	1	9
12	2	1	2	1	2	8
13	2	1	2	1	2	8
14	2	2	2	2	4	12
15	2	0	2	1	2	7
16	2	1	3	1	3	10
17	1	1	3	4	2	11
18	2	2	1	5	1	11
19	2	2	2	4	2	12
20	2	2	2	4	2	12
21	1	3	1	2	3	10
22	2	3	3	4	2	14
23	1	2	2	1	2	8
24	1	3	2	3	0	9
25	1	0	3	2	3	9
26	1	3	1	4	2	11
27	1	3	2	1	3	10
28	1	1	3	3	3	11
29	2	2	2	3	0	9
30	1	3	3	2	3	12

ตารางที่ ซ.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้องเรียนที่ 1 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3-4	แผนที่ 5-6	แผนที่ 7-8	รวม
31	1	2	2	3	0	8
32	2	3	2	3	3	13
33	1	3	4	4	1	13
34	2	2	4	2	2	12
35	1	2	3	2	2	10
36	2	3	3	2	3	13
37	2	1	2	0	2	7
38	2	1	3	1	2	9
เฉลี่ย	1.47	2.03	2.29	2.32	2.08	10.18

ตารางที่ ซ.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้องเรียนที่ 2

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3-4	แผนที่ 5-6	แผนที่ 7-8	รวม
1	1	2	4	1	4	12
2	2	1	4	3	3	13
3	2	0	1	1	2	6
4	0	2	2	1	2	7
5	2	1	3	5	3	14
6	2	2	2	1	1	8
7	1	1	2	4	2	10
8	2	3	2	3	3	13
9	1	1	3	1	2	8
10	2	1	3	2	2	10
11	1	1	2	3	1	8
12	1	2	3	3	2	11
13	2	3	2	4	4	15
14	1	2	3	4	2	12
15	2	3	4	2	2	13
16	1	3	3	2	3	12
17	2	2	3	1	0	8
18	1	2	3	2	1	9
19	1	2	1	2	3	9
20	1	1	3	1	3	9
21	2	4	3	2	3	14
22	1	1	1	2	1	6
23	2	2	2	3	3	12
24	2	3	4	2	0	11
25	2	3	3	2	2	12
26	1	1	0	3	2	7
27	0	1	2	0	2	5
28	1	2	3	2	0	8
29	2	3	3	2	2	12
30	1	3	2	0	2	8

ตารางที่ ซ.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ห้องเรียนที่ 2 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3-4	แผนที่ 5-6	แผนที่ 7-8	รวม
31	1	1	3	0	2	7
32	1	4	3	4	2	14
33	1	4	2	4	4	15
34	1	2	2	3	1	9
35	1	1	1	2	3	8
36	0	3	2	2	2	9
37	1	2	3	1	1	8
38	1	2	3	4	2	12
39	1	3	3	3	1	11
40	1	2	2	2	2	9
41	1	3	2	3	3	12
เฉลี่ย	1.27	2.07	2.49	2.24	2.07	10.15

ตารางที่ ข.3 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้องเรียนที่ 1

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3-4	แผนที่ 5-6	แผนที่ 7-8	รวม
1	3	4	8	6	6	27
2	2	5	6	7	6	26
3	3	4	7	8	7	29
4	3	5	8	8	7	31
5	2	5	7	7	8	29
6	3	6	8	8	6	31
7	2	5	8	7	7	29
8	2	5	8	8	8	31
9	3	5	8	7	7	30
10	2	5	8	7	7	29
11	2	6	9	8	8	33
12	3	4	6	6	8	27
13	3	5	8	7	8	31
14	3	5	6	6	6	26
15	3	4	8	8	9	32
16	3	4	8	8	6	29
17	2	5	6	6	8	27
18	3	6	7	8	8	32
19	3	4	8	8	9	32
20	3	4	7	7	6	27
21	2	5	7	7	8	29
22	2	5	7	8	7	29
23	2	4	8	7	8	30
24	2	5	7	8	7	29
25	2	6	7	8	7	30
26	2	5	7	7	6	27
27	2	4	9	7	7	30
28	2	5	6	7	6	26
29	3	4	6	8	6	28
30	2	5	7	7	8	29

ตารางที่ ซ.3 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้องเรียนที่ 1 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3-4	แผนที่ 5-6	แผนที่ 7-8	รวม
31	2	5	7	6	8	30
32	3	6	6	8	8	29
33	3	5	9	7	8	32
34	3	5	7	6	7	28
35	2	5	8	8	8	32
36	3	5	7	9	9	34
37	3	6	7	6	7	28
38	3	4	6	8	7	28
เฉลี่ย	2.53	4.92	7.29	7.29	7.29	29.37

ตารางที่ ข.4 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้องเรียนที่ 2

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3-4	แผนที่ 5-6	แผนที่ 7-8	รวม
1	3	5	8	7	8	31
2	3	4	7	7	7	28
3	3	3	7	9	6	28
4	2	4	5	6	6	23
5	3	5	8	8	9	33
6	3	5	6	7	9	30
7	2	5	8	7	6	28
8	3	6	8	7	5	29
9	2	5	7	8	8	30
10	3	5	7	8	8	31
11	2	5	7	6	8	28
12	3	4	6	6	7	26
13	3	5	7	8	6	29
14	3	5	9	6	6	29
15	3	5	7	8	6	29
16	2	5	6	8	7	28
17	2	5	7	7	8	29
18	3	5	7	8	8	31
19	2	3	8	7	6	26
20	2	5	6	6	9	28
21	3	5	8	7	7	30
22	2	4	8	8	6	28
23	3	5	8	8	8	32
24	3	5	8	8	7	31
25	3	4	9	7	8	31
26	2	5	8	8	7	30
27	2	4	5	8	6	25
28	3	5	8	7	7	30
29	3	4	7	8	6	28
30	2	5	7	6	8	28

ตารางที่ ข.4 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ห้องเรียนที่ 2 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3-4	แผนที่ 5-6	แผนที่ 7-8	รวม
31	2	5	7	8	8	30
32	2	5	6	6	7	26
33	2	6	7	7	8	30
34	3	5	7	7	8	30
35	2	5	5	6	8	26
36	2	5	7	7	7	28
37	3	4	8	7	6	28
38	2	5	7	8	8	30
39	3	6	8	8	7	32
40	2	5	8	6	8	29
41	2	6	9	7	8	32
เฉลี่ย	2.51	4.80	7.22	7.22	7.22	28.98

ตารางที่ ข.5 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ห้องเรียนที่ 1

คะแนน ผลสัมฤทธิ์	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD	$\bar{d}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	10.18	28.29	1.799	19.18	2.80	42.26*	0.00
หลังเรียน	29.37	81.58	2.032				

ตารางที่ ข.6 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ห้องเรียนที่ 2

คะแนน ผลสัมฤทธิ์	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD	$\bar{d}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	10.15	28.18	2.651	18.83	2.719	44.34*	0.00
หลังเรียน	28.98	80.49	2.067				

ตารางที่ ข.7 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ห้องเรียนที่ 1

แผน ที่	เรื่อง	การ ทดสอบ	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	ก่อนเรียน	3	1.47	0.51	16.26*	0.00
		หลังเรียน	3	2.53	0.51		
2	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	ก่อนเรียน	6	2.03	1.102	14.56*	0.00
		หลังเรียน	6	4.92	0.673		
3-4	วัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	ก่อนเรียน	9	2.29	0.77	27.64*	0.00
		หลังเรียน	9	7.29	0.90		
5-6	การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	ก่อนเรียน	9	2.32	1.25	21.26*	0.00
		หลังเรียน	9	7.29	0.80		
7-8	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดดีกรี	ก่อนเรียน	9	2.08	1.17	20.79*	0.00
		หลังเรียน	9	7.29	0.93		

ตารางที่ ข.8 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ห้องเรียนที่ 2

แผน ที่	เรื่อง	การ ทดสอบ	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	ก่อนเรียน	3	1.27	0.59	16.29*	0.00
		หลังเรียน	3	2.51	0.51		
2	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	ก่อนเรียน	6	2.07	0.985	18.43*	0.00
		หลังเรียน	6	4.80	0.679		
3-4	วัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	ก่อนเรียน	9	2.49	0.90	23.23*	0.00
		หลังเรียน	9	7.22	1.01		
5-6	การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	ก่อนเรียน	9	2.24	1.22	21.36*	0.00
		หลังเรียน	9	7.22	0.82		
7-8	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและเพดดีกรี	ก่อนเรียน	9	2.07	1.01	23.14*	0.00
		หลังเรียน	9	7.22	1.01		

ภาคผนวก ณ

ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ฅ.1 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้องเรียนที่ 1

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
1	10	27	0.65	ปานกลาง
2	11	26	0.60	ปานกลาง
3	12	29	0.71	สูง
4	9	31	0.81	สูง
5	8	29	0.75	สูง
6	8	31	0.82	สูง
7	10	29	0.73	สูง
8	11	31	0.80	สูง
9	10	30	0.77	สูง
10	10	29	0.73	สูง
11	9	33	0.89	สูง
12	8	27	0.68	ปานกลาง
13	8	31	0.82	สูง
14	12	26	0.58	ปานกลาง
15	7	32	0.86	สูง
16	10	29	0.73	สูง
17	11	27	0.64	ปานกลาง
18	11	32	0.84	สูง
19	12	32	0.83	สูง
20	12	27	0.63	ปานกลาง
21	10	29	0.73	สูง
22	14	29	0.68	ปานกลาง
23	8	30	0.79	สูง
24	9	29	0.74	สูง
25	9	30	0.78	สูง
26	11	27	0.64	ปานกลาง
27	10	30	0.77	สูง
28	11	26	0.60	ปานกลาง
29	9	28	0.70	สูง
30	12	29	0.71	สูง
31	8	30	0.79	สูง

ตารางที่ ฅ.1 ค่ำความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้องเรียนที่ 1 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
32	13	29	0.70	สูง
33	13	32	0.83	สูง
34	12	28	0.67	ปานกลาง
35	10	32	0.85	สูง
36	13	34	0.91	สูง
37	7	28	0.72	สูง
38	9	28	0.70	สูง
เฉลี่ย	10.18	29.37	0.7416	สูง

ตารางที่ ฅ.2 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้องเรียนที่ 2

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
1	12	31	0.79	สูง
2	13	28	0.65	ปานกลาง
3	6	28	0.73	สูง
4	7	23	0.55	ปานกลาง
5	14	33	0.86	สูง
6	8	30	0.79	สูง
7	10	28	0.69	ปานกลาง
8	13	29	0.70	สูง
9	8	30	0.79	สูง
10	10	31	0.81	สูง
11	8	28	0.71	สูง
12	11	26	0.60	ปานกลาง
13	15	29	0.67	ปานกลาง
14	12	29	0.71	สูง
15	13	29	0.70	สูง
16	12	28	0.67	ปานกลาง
17	8	29	0.75	สูง
18	9	31	0.81	สูง
19	9	26	0.63	ปานกลาง
20	9	28	0.70	สูง
21	14	30	0.73	สูง
22	6	28	0.73	สูง
23	12	32	0.83	สูง
24	11	31	0.80	สูง
25	12	31	0.79	สูง
26	7	30	0.79	ปานกลาง
27	5	69.44	0.65	ปานกลาง
28	8	83.33	0.79	สูง
29	12	77.78	0.67	ปานกลาง
30	8	77.78	0.71	สูง
31	7	83.33	0.79	สูง

ตารางที่ ฅ.2 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ห้องเรียนที่ 2 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
32	14	72.22	0.55	ปานกลาง
33	15	83.33	0.71	ปานกลาง
34	9	83.33	0.78	สูง
35	8	72.22	0.64	ปานกลาง
36	9	77.78	0.70	สูง
เฉลี่ย	10.15	28.98	0.7282	สูง

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวชนันธร อุดมศิลป์
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2546 – 2549 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พ.ศ. 2555 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2555 – ปัจจุบัน ครูโรงเรียนศิครภูมิพิสัย ตำบลระแงง อำเภอสัครภูมิ จังหวัดสุรินทร์
ตำแหน่ง	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนศิครภูมิพิสัย ตำบลระแงง อำเภอสัครภูมิ จังหวัดสุรินทร์อีเมล chanantorn_u@hotmail.com