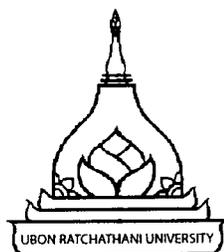




การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม  
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

สุชาดา พ่อไชยราช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
ปีการศึกษา 2558  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



THE DEVELOPMENT OF GRADE 10 STUDENTS' LEARNING  
ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING ABILITY ON GENETIC  
INHERITANCE USING SCIENCE INQUIRY APPROACH

SUCHADA PHOCHAIYARACH

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 2015  
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม  
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย นางสาวสุชาดา พ้อไชยราช

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาวร สุภาพรม	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร)

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

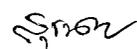
ปีการศึกษา 2558

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วย ความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และติดตามการทำวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิด เสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คุณครูณมล บุญประชม และคุณครูกนกอร ภูนาสูง ที่กรุณาให้คำแนะนำและ ตรวจสอบเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียน โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเก็บข้อมูลวิจัย ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาวร สุภาพรม คณะกรรมการสอบที่กรุณาให้คำแนะนำและ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกท่านที่ได้กรุณาอบรมสั่งสอนวิชาความรู้ และเป็นทีปรึกษาในด้านต่าง ๆ ตลอดมาจนจบหลักสูตร ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนเงินทุนการศึกษา ระดับปริญญาโท ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา และสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจเสมอมา จนการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายนี้ขออน้อมระลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ที่ได้เลี้ยงดู อบรมสั่งสอนและเป็นกำลังใจในการศึกษาเล่าเรียนตลอดมา ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ ผู้สนใจในการศึกษา ทั้งหมด



สุชาดา โพธิ์ไชยราช

ผู้วิจัย

## บทคัดย่อ

- เรื่อง : การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
- ผู้วิจัย : สุขาดา โพธิ์ไชยราช
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา
- อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร
- คำสำคัญ : การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์, การคิดวิเคราะห์, การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความคงทนของความรู้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม พร้อมทั้งศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน ความคงทนของความรู้ของนักเรียน ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 36 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย การทดสอบก่อนเรียน การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้รวมระยะเวลา 12 ชั่วโมง และการทดสอบหลังเรียน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 คือหลังเรียนเสร็จ และครั้งที่ 2 หลังจากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ พบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ( $29.69 \pm 3.28$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $8.93 \pm 2.61$ ) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ยกเว้นคะแนนจากระดับอ่อนไปอยู่ระดับดีมาก นักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (0.7716) ในส่วนของคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ( $20.00 \pm 1.47$ ) สูงกว่าคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน ( $6.36 \pm 2.91$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นคะแนนจากระดับอ่อนไปอยู่ระดับดีมาก โดยนักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ตามลำดับ ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนทั้งชั้นอยู่ในระดับสูง (0.7732) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนทั้ง 2 ครั้งไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคงทนของความรู้ทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านการคิดวิเคราะห์ กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์นี้มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ

84.27 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านการคิดวิเคราะห์เท่ากับ 82.48 และ 83.33 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ (80/80) และดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.7454

## ABSTRACT

TITLE : THE DEVELOPMENT OF GRADE 10 STUDENTS' LEARNING  
ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING ABILITY ON GENETIC  
INHERITANCE USING SCIENCE INQUIRY APPROACH

AUTHOR : SUCHADA PHOCHAIYARACH

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

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

KEYWORDS : SCIENCE INQUIRY, ANALYTICAL THINKING, GENETIC INHERITANCE,  
LEARNING ACHIEVEMENT, RETENTION

This research aimed to compare learning achievement and analytical thinking ability before and after learning by using science inquiry of genetic inheritance. Students' learning improvement, retention, effectiveness and effectiveness index of science inquiry learning instruction were also analyzed. The participants were 36 students of grade 10 in second semester academic year 2014 at Nongkungsriwittayakarn School. Research methodology comprised of the pretest, 12 hours learning through lesson plans followed by the posttest for 2 times, first was held after finished lesson and another was 2 weeks after the whole lesson finished. The results revealed that the science inquiry approach allowed students to make their posttest score of learning achievement exam ( $29.69 \pm 3.28$ ) to be higher than those of the pretest score ( $8.93 \pm 2.61$ ) at a significance level of 0.05. By which, the students' score was upgraded from low to very good level. The students had learning improvement of achievement score at a high level (0.7716). In part of analytical thinking ability the posttest score ( $20.00 \pm 1.47$ ) are also higher than those of the pretest score ( $6.36 \pm 2.91$ ) at a significance level of 0.05. The score was upgraded from low to very good level. Students' analytical thinking ability was improved in component, then relationship, and principle respectively. The learning improvement of analytical thinking ability was at a high level (0.7732). Both posttest scores of achievement and analytical exam had no statistical difference at a significance level of 0.05, indicated that the students had

retention. The science inquiry learning instruction had the effectiveness of process at 84.27 and the effectiveness of outcomes for learning achievement and analytical thinking ability are 82.48 and 83.33 which are equal to the standard criterion (80/80). The effectiveness index of the instruction was at 0.7454.

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
<b>บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking)	8
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	14
2.3 ความคงทนของความรู้	21
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการการวิจัย</b>	
3.1 รูปแบบการวิจัย	28
3.2 กลุ่มที่ศึกษา	29
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	30
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	34
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	35
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	37
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
4.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้	44
4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	46
4.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	49

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	51
4.5 ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน	53
4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์	56
4.7 ความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์	57
<b>บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผล	60
5.2 อภิปรายผล	61
5.3 ข้อเสนอแนะ	73
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>74</b>
<b>ภาคผนวก</b>	
ก การใช้จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	84
ข รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย	86
ค แผนผังความคิด (Mind mapping) สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน	89
ง ดัชนีความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC)	92
จ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	94
ฉ คุณภาพของแบบทดสอบ	109
ช ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) และดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนการจัดการเรียนรู้	133
ซ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	139
ฌ ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	150
ญ คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน	153
ฎ ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain) ด้านการคิดวิเคราะห์	163
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	<b>166</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	เนื้อหา	หน้า
3.1	กิจกรรมหลักในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน	32
ง.1	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC)	93
ฉ.1	ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	110
ฉ.2	ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	123
ช.1	ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้	134
ช.2	ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	135
ช.3	ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านการคิดวิเคราะห์	136
ช.4	ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล	137
ช.1	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน	140
ช.2	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1	142
ช.3	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน	143
ช.4	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	144
ช.5	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งชั้นและภายในกลุ่มของนักเรียน	146
ช.6	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 2	147
ช.7	การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1 และ 2	149
ฅ.1	ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	151
ฅ.2	ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มของนักเรียน	152
ญ.1	คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน	154
ญ.2	คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนครั้งที่ 1	156
ญ.3	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียน	157

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ญ.4	วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	158
ญ.5	วิเคราะห์ค่าที่ของคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งชั้นและภายในกลุ่มของนักเรียน	159
ญ.6	คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนครั้งที่ 2	160
ญ.7	การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนครั้งที่ 1 และ 2	162
ฎ.1	ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียน	164
ฎ.2	ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มของนักเรียน	165

## สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัด ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์	42
3.2	ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	43
4.1	ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	45
4.2	ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านการคิดวิเคราะห์	46
4.3	ระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	47
4.4	คะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายแผนการจัดการเรียนรู้	48
4.5	คะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายในกลุ่มของนักเรียน	49
4.6	ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน รายบุคคล	50
4.7	ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายบุคคลภายใน กลุ่มของนักเรียน	51
4.8	ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ภายในกลุ่ม	52
4.9	ค่าเฉลี่ยของคะแนนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	52
4.10	ระดับคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน	53
4.11	คะแนนร้อยละของความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์รายแผนการจัดการเรียนรู้	54
4.12	คะแนนร้อยละของความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ภายในกลุ่มของนักเรียน	55
4.13	คะแนนร้อยละของความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์รายด้าน	56
4.14	ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนรายบุคคล	58
4.15	ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์รายบุคคลภายในกลุ่มของ นักเรียน	58
4.16	ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ภายในกลุ่ม	59
4.17	ค่าเฉลี่ยของคะแนนด้านความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์	59
ค.1	แผนผังความคิดสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน	90
ค.2	แผนผังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ยืนและดีเอ็นเอ จำนวน 2 ชั่วโมง	91

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 24 กำหนดให้สถานศึกษาจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายจิตใจ สติปัญญา มีความรู้คู่คุณธรรม มีจริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำเนินชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข นอกจากนี้มาตรา 24 ยังเน้นฝึกกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้ ใฝ่เรียนอย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542) เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพสังคมในศตวรรษที่ 21 ที่การศึกษาจำเป็นต้องเตรียมคนออกไปเป็นคนที่ทำงานที่ใช้ความรู้และเป็นบุคคลพร้อมเรียนรู้ เพราะสภาพสังคมในปัจจุบันนี้มีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว รุนแรง พลิกผัน และคาดไม่ถึง ดังนั้น คนยุคใหม่จึงต้องมีทักษะสูงในการเรียนรู้และปรับตัว (วิจารณ์ พานิช, 2555)

หลังจากที่มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับนี้แล้ว ทำให้เกิดการปฏิวัติการศึกษาที่การจัดการศึกษาไม่ได้มุ่งเน้นแค่เพียงเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ยังให้ความสำคัญต่อการจัดการศึกษาที่เน้นการคิดที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วย ดังจะเห็นได้จากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (2550) มีการกำหนดมาตรฐานและตัวบ่งชี้ที่เน้นการคิดในการประเมินคุณภาพของสถานศึกษา โดยพบว่าสถานศึกษาที่ผ่านการประเมินคุณภาพภายนอกทั้งสิ้น 7,273 แห่ง มีผู้เรียนเพียงร้อยละ 18.12 ที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ เมื่อพิจารณารายตัวบ่งชี้ พบว่า ความสามารถในการประเมินค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล รู้จักพิจารณาข้อดี ข้อเสีย ความถูกต้อง ระบุสาเหตุ ผลการค้นหาคำตอบ เลือกวิธี และมีปฏิภาณในการแก้ปัญหาและตัดสินใจได้อย่างสันติและมีความถูกต้องเหมาะสมอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 18.74 รองลงมาคือ ความสามารถในการจำแนก ประเภทข้อมูล เปรียบเทียบ และมีความคิดรวบยอด คิดเป็นร้อยละ 26.24 (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2547) ซึ่งความสามารถในการคิดที่ต่ำมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำลงด้วย ดังที่เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549) ได้กล่าวไว้ว่า นักเรียนไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 และมีแนวโน้มที่จะลดลงอีก เพราะกระบวนการเรียนการสอนมุ่งเน้นการเรียนโดยการท่องจำเพื่อตอบคำถามมากกว่ามุ่งให้นักเรียนคิด

วิเคราะห์ และแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้เด็กไทยจำนวนมากคิดไม่เป็น ไม่ชอบอ่านหนังสือ ไม่รู้วิธีการเรียนรู้

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด จึงเป็นเรื่องสำคัญที่จำเป็นต้องเร่งปรับปรุงและพัฒนากันอย่างจริงจัง แต่แม้จะมีการส่งเสริมให้ครูผู้สอนจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดโดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน แต่ยังคงพบว่าไม่ได้ผลเท่าที่ควร ดังที่สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2553) รายงานว่า เด็กวัยเรียนที่เข้ารับการศึกษาระดับชั้นพื้นฐานอายุตั้งแต่ 3 -17 ปี ยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 50 และมาตรฐานความสามารถของนักเรียนในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดสร้างสรรค์ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาต่อไป ทั้งนี้การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์หรือเรื่องราวต่างๆ หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นว่ามีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อนำไปสู่การค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น หรือข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 3 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญหรือการวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2549)

จากการประเมินคุณภาพภายนอกรอบที่ 3 ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา ปีพุทธศักราช 2555 พบว่า โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 24 มีผลการประเมินการคิดอยู่ในระดับดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับต้องปรับปรุง และยังคงพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในระดับโรงเรียนมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 66.56 ซึ่งยังไม่บรรลุเป้าหมายของโรงเรียนที่กำหนดให้ได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 61.99 ยังมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับพอใช้ และร้อยละ 38.01 อยู่ในระดับผ่าน เมื่อวิเคราะห์เนื้อหาที่สอนในมาตรฐานการเรียนรู้ 1.2 พบว่าเนื้อหา ส่วนใหญ่เป็นเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ทดลองให้เห็นเป็นรูปธรรมได้ยาก ซึ่งเป็นข้อจำกัดประการหนึ่งที่ทำให้ครูผู้สอนต้องใช้วิธีบอกความรู้ ทำให้นักเรียนต้องท่องจำมาก เกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชา ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิด เพราะการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการบรรยายมากกว่าการให้ผู้เรียนได้เรียนจากประสบการณ์จริง เป็นผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ขาดความสามารถในการแก้ปัญหา ขาดความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2541)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีบทบาทมาก ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศไทยและทั่วโลก ดังจะเห็นได้จากมีงานวิจัยที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ว่าสามารถส่งเสริมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น และแม้จะเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กันมานานแล้ว แต่กระบวนการและรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบนี้ยังคงมี

ประสิทธิภาพ สามารถนำมาใช้กับการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในปัจจุบันและต่อไปในอนาคตได้ เพราะเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของนักวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการตั้งคำถาม จากนั้นจึงทำความเข้าใจกับคำถามแล้วดำเนินการหาคำตอบด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้แบบที่ไม่มีคำถามหรือคำตอบที่ตายตัว จึงทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนการคิดวิเคราะห์ คิดริเริ่มสร้างสรรค์และจินตนาการ แตกต่างจากการเรียนรู้ในอดีตที่เน้นครูเป็นผู้สอน ให้นักเรียนท่องจำ ซึ่งการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จะเปลี่ยนจากการเรียนรู้แบบท่องจำมาเป็นการเรียนรู้เพื่อบ่มเพาะให้นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้ มีทักษะการคิดอย่างลึกซึ้ง เพราะในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่มีข้อมูลมากมาย มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลอยู่ตลอดเวลา นักเรียนจึงต้องรู้จักเลือก วิเคราะห์ และใช้ข้อมูลอย่างเหมาะสม รวมทั้งมีการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Collaborative learning) ซึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีการลงมือทำด้วยตนเอง การลงมือปฏิบัตินั้นสร้างประสบการณ์ใหม่ทีนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ ต่อยอดหรือขยายหรือเจาะลึกไปจากความรู้เดิม โดยเน้นเรียนเป็นกลุ่มแล้วมีการสื่อสารนำเสนอต่อเพื่อนร่วมชั้นว่ากลุ่มได้ทำอะไร เกิดผลอะไรบ้าง และได้เรียนรู้อะไรบ้าง ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าแม้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะเป็นรูปแบบที่ใช้มานานแล้ว แต่ยังสามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาความคิดพัฒนาทักษะในการเรียนรู้ เป็นการเตรียมคนให้พร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงไปสู่ยุคของการเรียนรู้แบบใหม่ได้

นอกจากนี้ทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สามารถพัฒนาได้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเริ่มต้นด้วยคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาคำตอบของคำถามนั้น แล้ววิเคราะห์ข้อมูลจากสิ่งที่ค้นพบ และนำไปสร้างเป็นคำตอบหรือองค์ความรู้ใหม่ในที่สุด (Bell, Smetana and Binns, 2005; Kowasupat, et.al., 2012) และการอภิปรายในเหตุผลของสิ่งที่ศึกษา จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์มากขึ้น (สิทธิพล อัจฉินทร์, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ นุชศรา ชุมมินทร์ และสุภาพร พรไตร, 2557; กรรณิการ์ กวางศิริ (2555); ธวัช ยะสุคำ (2553); สิริกาญจน์ ธนวุฒิพรพินิต (2553); McDonald (2012); Nuangchalerm and Thammasena (2009) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นด้วย

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เป็นเนื้อหาวิชาชีววิทยาที่มีบทบาทสำคัญยิ่งสำหรับสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะเป็นความรู้พื้นฐานที่นำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม การสาธารณสุข และสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้คุณภาพชีวิตมนุษย์ดีขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นชั้นเริ่มต้นในการเรียนวิชาชีววิทยา ให้มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ มีทักษะในการเรียนรู้โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก

การลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้นั้น และนำไปเชื่อมโยงสิ่งที่ค้นพบกับคำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเพื่อนได้ เพื่อที่นักเรียนจะไม่ต้องเรียนแบบท่องจำ อันจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ เพื่อแก้ไขปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุและผล เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายการพัฒนาการศึกษาของโรงเรียนและของชาติ ทั้งยังเป็นการเตรียมคนให้พร้อมสำหรับเป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

## 1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย

### 1.2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1.1 ศึกษาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.2.1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

1.2.1.3 ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2.1.4 ศึกษาความคงทนของความรู้ของนักเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2.1.5 เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

1.2.1.6 ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์

1.2.1.7 ศึกษาความคงทนของความรู้ของนักเรียนด้านการคิดวิเคราะห์

### 1.2.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีประสิทธิผลมากกว่า 0.5

1.2.2.2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.2.2.3 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium gain) ขึ้นไป

1.2.2.4 นักเรียนมีความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2.2.5 นักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.2.2.6 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับกลางขึ้นไป

1.2.2.7 นักเรียนมีความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์

### 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

#### 1.3.1 กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 36 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนหนองกุ้งศรีวิทยาการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 24

#### 1.3.2 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่วันที่ 15 ธันวาคม 2557 ถึง 15 มกราคม 2558 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 12 คาบ

#### 1.3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง แล้วย้นำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและคะแนนทดสอบ O-NET ให้เพิ่มสูงขึ้น

1.4.2 นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์จากกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้การศึกษาหาความรู้ สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม

1.4.3 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในสาระวิชาอื่น

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

### 1.5.1 กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Science inquiry activity) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ชั้น (National research council, 2000) ได้แก่

1.5.1.1 ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (Learner engages in scientifically oriented questions)

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

1.5.1.3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากร่องรอยหรือหลักฐานที่ค้นพบ (Learner formulates explanations from evidence)

1.5.1.4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Learner connects explanations to scientific knowledge)

1.5.1.5 ผู้เรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (Learner communicates and justifies explanations)

### 1.5.2 การคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การจำแนกแยกแยะเรื่องหรือข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาส่วนประกอบองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เป็นส่วนหนึ่งในทักษะการคิดระดับสูง (Higher order thinking) ประกอบด้วยการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

### 1.5.3 ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านการคิดวิเคราะห์ที่วัดจากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อวัดการคิดวิเคราะห์ 3 ด้านตามแนวคิดของ Bloom et al. (1984) คือ

1.5.3.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ คือ ความสามารถในการค้นหาคุณลักษณะที่เด่นชัดของเรื่องราวในแง่มุมต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้

1.5.3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่มีความหมายนัยสำคัญของเรื่องราว ในแง่มุมต่าง ๆ

1.5.3.3 การวิเคราะห์หลักการ คือ การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุสิ่งของเรื่องราว และการกระทำต่าง ๆ ที่ทำให้สิ่งเหล่านั้นคุ้มกันเป็นเอกรูป

#### 1.5.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ความจำ และการนำไปใช้ที่วัดจากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามแนวคิดด้านพุทธิพิสัยของ Bloom

#### 1.5.5 ความคงทนของความรู้

ความคงทนของความรู้ หมายถึง ความสามารถในการจดจำเนื้อหาที่เคยเรียนได้ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุดไปแล้วเป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยวัดจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

#### 1.5.6 นักเรียน

นักเรียน หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาโดยแบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยการเรียงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์จากน้อยไปมากและแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 12 คน

## บทที่ 2

### เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking)
- 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 ความคงทนของความรู้
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking)

##### 2.1.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็น ส่วน ๆ เพื่อค้นหาที่มา องค์ประกอบ การได้มาของ องค์ประกอบต่าง ๆ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างที่มา และองค์ประกอบเหล่านั้น

สุวิทย์ มูลคำ (2547) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ ส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความ ประสงค์สิ่งใด และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกัน โดยอาศัยหลักการใด เป็นการระบุคุณลักษณะ ระบุประเด็นหรือองค์ประกอบของข้อมูล ซึ่งครอบคลุม ถึงการระบุความเหมือนหรือความแตกต่างของข้อมูลด้วย

สุเทพ อ่วมเจริญ (2548) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการแยกแยะเรื่องราวใด ๆ ออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นประกอบกันอยู่เช่นไร แต่ละส่วนคืออะไร มีความเกี่ยวพันกัน อย่างไร ส่วนใดสำคัญมากน้อย

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2549) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็น การระบุเรื่องหรือปัญหา จำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ระบุเหตุผล หรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล และตรวจสอบข้อมูลหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอในการ ตัดสินใจ แก้ปัญหา และคิดสร้างสรรค์

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการ แยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายใด และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยอาศัย

หลักการใด เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ทิตนา แชมมณี (2554) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการจำแนกแยกแยะเรื่อง ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาส่วนประกอบ องค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเรื่องนั้น เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลมาอธิบายเรื่องนั้น เพื่อประเมินและตัดสินใจเลือกคำตอบที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

จากความหมายของการคิดวิเคราะห์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาองค์ประกอบ ความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบ และค้นหาหลักการที่ใช้รวมองค์ประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่ออธิบายสิ่งต่าง ๆ ด้วยเหตุผล ประเมินและตัดสินใจเลือกคำตอบที่เหมาะสม

### 2.1.2 ประเภทของการคิดวิเคราะห์

ศรินธร วิริยะสิรินันท์ (2544) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

(1) การวิเคราะห์เนื้อหาหรือข้อความ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบหรือเรียบเรียงให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ การนำข้อมูลที่แจ่มแจ้งเสร็จแล้วในแต่ละหมวดหมู่มาจัดลำดับเรียงลำดับ หรือจัดระบบให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อความหรือประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ความสามารถในการเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละหมวดหมู่ในแง่ของความมากน้อย ความสอดคล้องความขัดแย้ง ผลทางบวกและลบ ความเป็นเหตุเป็นผล

(3) การวิเคราะห์หลักการ ได้แก่ ความสามารถในการกำหนดมิติหรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์ หรือสมบัติร่วมของกลุ่ม ความสามารถในการกำหนดหมวดหมู่ในมิติความสามารถในการแจ่มแจ้งข้อมูลที่มีอยู่ลงในหมวดหมู่ โดยคำนึงถึงเหตุการณ์การเป็นสมาชิกหรือความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรง

Marzano (2001) แบ่งความสามารถการคิดวิเคราะห์ เป็น 5 ด้าน ดังนี้

(1) ด้านการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่าง ๆ และเหตุการณ์ที่มีความเหมือนกันและแตกต่างกัน ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์

(2) ด้านการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดลำดับ ประเภท และกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงเข้าด้วยกัน

(3) ด้านการสรุป เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่าและข้อมูลใหม่สู่การสรุปอย่างมีเหตุผลเป็นประเด็นต่าง ๆ

(4) ด้านการประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ใหม่

(5) ด้านการคาดการณ์ เป็นความสามารถในการคาดเดาสิ่งที่จะเกิดในอนาคต โดยใช้ความรู้ และประสบการณ์จากสถานการณ์เดิม

สุวิทย์ มูลคำ (2547) จำแนกประเภทของการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

(3) การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

ชวาล แพร์ตันกุล (2552; อ้างอิงจาก Bloom, 1984) จำแนกพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

(1) การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of element) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาคุณลักษณะที่เด่นชัดของเรื่องราวในแง่มุมต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ จำแนกออกเป็น

(1.1) การวิเคราะห์ชนิด หมายถึง ความสามารถในการจำแนก บอกรายละเอียด ลักษณะ ประเภท ของบรรดาข้อความ เรื่องราว วัตถุประสงค์ของ เหตุการณ์ และการกระทำต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์และหลักการใหม่ที่เรากำหนดให้

(1.2) การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่มีความหมายนัยสำคัญของเรื่องราว ในแง่มุมต่าง ๆ เช่น ให้จับความสำคัญที่เป็นเนื้อหาสาระและแก่นสารของเรื่องราว วิเคราะห์หาผลลัพธ์ผลสรุป ความเด่นที่มีคุณค่า และความด้อยที่ไร้สาระ หรือสิ่งที่มีอิทธิพลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อเรื่องราวนั้นในทางใดทางหนึ่ง

(1.3) การวิเคราะห์เลศนัย หมายถึง ความสามารถในการแยะแยะ ค้นหา เจตนา ความคิดที่ซ่อนแฝงอยู่ในข้อความ เรื่องราว วัตถุประสงค์ของ เหตุการณ์และการกระทำ หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationship) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันระหว่างคุณลักษณะสำคัญใด ๆ ของบรรดาเรื่องราว และสิ่งต่าง ๆ เช่น โคลง กลอน บทความ ฯลฯ

(3) การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational principles) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาโครงสร้างและระบบของบรรดาเรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันโดยมีสิ่งใดมาเป็นตัวเชื่อมโยง หรือมีอะไรเป็นหลักเป็นแกนกลาง จำแนกเป็น

(3.1) การวิเคราะห์โครงสร้าง หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องราว และสิ่งต่าง ๆ ว่ามีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงสิ่งย่อย ๆ เหล่านั้นเข้าเป็นเอกรูปร่างเดียวกัน

(3.2) การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องราว และสิ่งต่าง ๆ ว่ายึดถืออะไรเป็นหลักการและเป็นแนวทางในการปฏิบัติ

### 2.1.3 การพัฒนาการคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547) กล่าวถึงเทคนิคการสอนให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ โดยใช้เทคนิค 5W 1H ดังนี้

- (1) What (อะไร) ปัญหาหรือสาเหตุที่เกิดขึ้น
  - (1.1) เกิดอะไรขึ้นบ้าง
  - (1.2) มีอะไรเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้
  - (1.3) มีหลักฐานที่สำคัญที่สุดคืออะไร
  - (1.4) สาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นี้คืออะไร
- (2) Where (ที่ไหน) สถานที่หรือตำแหน่งที่เกิดเหตุ
  - (2.1) เรื่องนี้เกิดขึ้นที่ไหน
  - (2.2) เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นที่ใดมากที่สุด
- (3) When (เมื่อไร) เวลาที่เหตุการณ์นั้นได้เกิดขึ้น หรือจะเกิดขึ้น
  - (3.1) เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นเมื่อไหร่
  - (3.2) เวลาใดบ้างที่สถานการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นได้
- (4) Why (ทำไม) สาเหตุหรือมูลเหตุที่ทำให้เกิดขึ้น
  - (4.1) เหตุใดต้องเป็นคนนี้ เป็นเวลานี้ เป็นสถานที่นี้
  - (4.2) เพราะเหตุใด เหตุการณ์นี้จึงเกิดขึ้น
  - (4.3) ทำไมจึงเกิดเรื่องนี้
- (5) Who (ใคร) บุคคลสำคัญเป็นตัวประกอบหรือเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะได้รับผลกระทบ ทั้งด้านบวกและด้านลบ
  - (5.1) ใครอยู่ในเหตุการณ์บ้าง
  - (5.2) ใครน่าจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้บ้าง
  - (5.3) ใครน่าจะเป็นคนที่ทำให้เหตุการณ์นี้เกิดมากที่สุด
  - (5.4) เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใครได้ประโยชน์ ใครเสียประโยชน์
- (6) How (อย่างไร) รายละเอียดของสิ่งที่เกิดขึ้นหรือกำลังจะเกิดขึ้นมีความเป็นไปได้ในลักษณะใด
  - (6.1) เขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร

(6.2) ลำดับเหตุการณ์นี้ดูว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรบ้าง

(6.3) เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

(6.4) มีหลักในการพิจารณาคนได้อย่างไรบ้าง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547) กล่าวว่า การจัดผังความคิดรวบยอด (Concept mapping) เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนแสดงความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดของเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีระบบ และเป็นลำดับขั้น โดยอาศัยคำหรือข้อความเป็นตัวเชื่อมให้ความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีความหมาย ซึ่งอาจมีทิศทางเดียว สองทิศทาง หรือมากกว่า ผังความคิดรวบยอด เป็นเครื่องมือสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการคิดของผู้เรียน จนสามารถอธิบายออกเป็นภาพให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ซึ่งผังความคิดรวบยอดนี้จะช่วยให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และเกิดความคิดรวบยอด (วัชร เอกโทชน, 2544)

นิรมล ศตวุฒิ (2548) กล่าวว่า การใช้เทคนิคการตั้งคำถาม (Questioning method) สามารถพัฒนาทักษะการคิดได้ เนื่องจากกิจกรรมการตั้งคำถามเป็นกระบวนการที่มุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิดของผู้เรียน โดยผู้สอนจะป้อนคำถามในลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิด คำถามที่ใช้สำหรับการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ครูผู้สอนจำเป็น ต้องฝึกฝนพัฒนาทักษะการตั้งคำถาม เพื่อให้สามารถตั้งคำถามได้อย่างชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์คิดคำถามได้หลากหลาย กว้างขวางหลายแง่มุม ช่วยให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์และสรุปตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (พจนา ททรัพย์สมาน, 2549)

ทิตนา แคมมณี (2554) กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการคิดและความสามารถทางการคิดของผู้เรียนโดยบูรณาการเข้าไปในการจัดการเรียนรู้ เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับบริบทของการจัดการศึกษาในระบบที่ครูผู้สอนมีหน้าที่หลักในการจัดการเรียนรู้สาระต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียนอย่างเป็นทางการอยู่แล้ว หากครูผู้สอนบูรณาการสอดแทรกการพัฒนาหรือฝึกทักษะการคิด ควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาสาระต่าง ๆ ก็จะทำให้เกิดประโยชน์สองชั้น คือ นอกจากผู้เรียนจะมีโอกาสฝึกฝนพัฒนาทักษะการคิดมากขึ้นแล้ว ทักษะเหล่านั้นยังสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสาระที่เรียนเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย แนวทางและขั้นตอนในการบูรณาการทักษะการคิดต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

(1) การศึกษาทำความเข้าใจความหมายและกระบวนการของทักษะการคิดต่าง ๆ สิ่งสำคัญที่สุดคือ ผู้สอนต้องมีความเข้าใจในสาระหรือสิ่งที่จะสอนและกระบวนการหรือขั้นตอนของการคิดลักษณะต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่หลากหลายก่อน จึงจะสามารถพิจารณาตัดสินใจว่าจะบูรณาการอย่างไร จึงเหมาะสม

(2) การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นนี้เป็นขั้นตอนปกติในการวางแผนการสอนให้ตอบสนองต่อมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร ซึ่งหากประสงค์จะบูรณาการทักษะการคิดให้

เห็นเด่นชัดหรือเพิ่มมากขึ้นแล้ว ก็ควรระบุทักษะการคิดที่ต้องการบูรณาการเข้าไปในจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย

(3) การกำหนดเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ให้มีการวิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้ครุมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่จะสอน มิใช่เป็นเพียงไปยกเนื้อหาจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ โดยยังไม่ได้วิเคราะห์

(4) การกำหนดทักษะการคิดที่เหมาะสมที่จะบูรณาการเข้ากับการสอนเนื้อหาสาระที่กำหนด ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่เพิ่มเติมขึ้นมาจากการดำเนินการวางแผนการสอนตามปกติ

(5) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการกระบวนการคิด เมื่อวิเคราะห์ได้แล้วว่าผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดอะไร ครูก็ต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้ทักษะการคิดนั้น ๆ ในการเรียนรู้

(6) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้านการคิด ซึ่งต้องพิจารณาจากวิธีการแสดงผลแบบต่าง ๆ ของการคิด ดังนี้

(6.1) แสดงออกทางผลของการคิด ผลของการคิดอาจเป็นสาระความคิดเห็น คะแนนผลสัมฤทธิ์ ผลงานชิ้นงาน การกระทำหรือการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลจากการคิดของผู้คิด ผลงานที่ผ่านการคิดมาแล้ว

(6.2) แสดงออกทางกระบวนการคิด กระบวนการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการคิดเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงทักษะการคิด หรือความชำนาญในการดำเนินการคิดของผู้คิด เครื่องมือที่ใช้ในการวัดทักษะการคิด จึงมุ่งไปที่การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับวิธีคิด เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลอาจมีลักษณะเป็นแบบทดสอบซึ่งครูผู้สอนสามารถพัฒนาขึ้นเพื่อใช้วัดกระบวนการคิดที่ฝึกให้แก่ผู้เรียน

(6.3) แสดงออกทางคุณลักษณะส่วนบุคคล เป้าหมายสำคัญของการพัฒนาการคิดของผู้เรียนคือ การพัฒนาผู้เรียนให้มีลักษณะนิสัยของความเป็นนักคิด เช่น เป็นบุคคลที่ใฝ่รู้ ชอบแสวงหาความรู้ ช่างสงสัย ชอบคิด ชอบถาม ชอบอ่าน ชอบแสดงความคิดเห็น คุณสมบัติเหล่านี้ย่อมติดตัวผู้เรียนตลอดไป และจะเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต การวัดผลทางด้านนี้จึงต้องอาศัยเครื่องมือที่ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะ แบบสำรวจ แบบวัดเจตคติด้านต่าง ๆ แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบประเมินตนเอง

สรุปได้ว่า การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ควรเริ่มต้นจากการใช้คำถาม จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนอย่างมีระบบ จึงจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ และประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมายของผู้สอน ในขณะเดียวกันกระบวนการทางสมองมีการพัฒนาเริ่มจากความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ มีการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองของการคิดโดยฝึกคิด ฝึกตั้งคำถาม กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ การคิดตีความ การคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์การคิดแบบย้อนทวน การคิดจำแบบแยกแยะ การคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์และการคิดจัดอันดับเป็นการปฏิบัติตามหลักการ

เป็นขั้นตอนคือ การกำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ กำหนดหลักการพิจารณาแยกแยะและสรุปหา คำตอบ

## 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

### 2.2.1 ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1970) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นด้วยคำถามที่เกี่ยวกับธรรมชาติ พร้อมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัว สงสัยใคร่รู้ ให้ผู้เรียนตั้งใจรวบรวมข้อมูลและหลักฐาน ครูเตรียมข้อมูล เอกสารต่างๆ ที่มีคนค้นคว้ามาแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่ หรือมองเห็นภาพได้ชัดเจนลึกซึ้งขึ้น ให้ผู้เรียนอธิบายให้ชัดเจน ไม่เน้นความจำเกี่ยวกับศัพท์ทางวิชาการ และมุ่งเน้นการใช้กระบวนการกลุ่ม

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2545) ให้ความหมายของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง การใช้คำถามที่มีความหมายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้น หรือค้นหาคำตอบในประเด็นสำคัญที่กำหนด

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2544) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยวิธีให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

ทิตินา แชมมณี (2545) ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ คือ การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบ หรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวว่า การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็น กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ ผึกคิด ผึกสังเกต ผึกนำเสนอ ผึกวิเคราะห์วิจารณ์ ผึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ เกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยมี ครูเป็นผู้ควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547)



Newman et. al. (2004) กล่าวว่า การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องใช้หลักฐาน ตรรกะ และจินตนาการ ในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของโลก ผู้เรียนวิทยาศาสตร์ควรทำความเข้าใจว่ากระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์คืออะไรให้ดีพอ ๆ กับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในการสืบเสาะด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การถามคำถาม การตรวจสอบจากเอกสารและแหล่งความรู้อื่น ๆ การวางแผน การทดสอบหลักฐานเพื่อเป็นการยืนยันความรู้ที่ได้ค้นพบมาแล้ว การใช้เครื่องมือในการรวบรวม การวิเคราะห์ และการแปลความหมายข้อมูล การนำเสนอผลงาน การอธิบายและการคาดคะเน และการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับผลงานที่ได้ (National research council, 2000)

จากที่กล่าวไปแล้วข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนเรียนรู้จากการตั้งคำถาม และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการค้นหาคำตอบของคำถาม และสรุปเป็นความรู้ โดยการใช้เหตุผลและหลักฐานที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลมาอ้างอิง

## 2.2.2 คุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

National research council (2001) กล่าวว่าคุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

### 2.2.2.1 ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ

คำถามเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับวัตถุสิ่งของ สิ่งมีชีวิต และเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏตามธรรมชาติ ล้วนแต่เชื่อมโยงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำถามที่นำผู้เรียนไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้น คำถามทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ คำถามประเภท ทำไม (Why) เช่น ทำไมวัตถุหล่นลงสู่พื้นโลก ทำไมหินบางชนิดจึงมีผลึก ทำไมหัวใจของคนแบ่งเป็นห้อง ๆ คำถามประเภทนี้บางครั้งก็ไม่สามารถหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ได้ และคำถามอีกประเภทหนึ่งคือ คำถามประเภท อย่างไร (How) เช่น แสงช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างไร ผลึกของหินเกิดขึ้นมาได้อย่างไร หลายครั้งที่ผู้เรียนจะถามคำถามประเภท Why ซึ่งคำถามเหล่านี้หากเปลี่ยนเป็นประเภท How ได้ จะทำให้ผู้เรียนเริ่มมีกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพราะคำถามประเภท How แคบและชัดเจนกว่าที่ต้องการรู้อะไร และจะสามารถหาคำตอบได้อย่างไร ในห้องเรียนการใช้คำถามประเภท Why และ How อย่างเหมาะสมกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ และอยากสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งคำถามอาจมาจากผู้เรียน ครู สื่อการสอน เว็บไซต์ หรือแหล่งอื่น ๆ โดยครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้ชี้แนะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากคำถามนั้นมาจากผู้เรียน ครูมีบทบาทสำคัญในการช่วยทำให้คำถามเหล่านั้นเปลี่ยนเป็นคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ควรเริ่มจากการใช้คำถามเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความหมาย ตรง

ประเด็น และสามารถหาคำตอบได้ด้วยการสืบเสาะ สํารวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แล้ว เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งจากการสังเกตและจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ ดังนั้นครูที่ดีจึงควรช่วยให้ผู้เรียน จดจ่อกับคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะในเรื่องที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพ

#### 2.2.2.2 ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม

การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานสำหรับการอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ในโลกมี กลไกทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจในการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องจากการเฝ้าสังเกต ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ประสาทสัมผัส และใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อช่วยประสาทสัมผัสให้ดียิ่งขึ้น เช่น กล้องโทรทรรศน์ หรือใช้เครื่องมือเพื่อการวัดสมบัติบางประการที่ประสาทสัมผัสของคนไม่ สามารถรับรู้ได้ เช่น สนามแม่เหล็ก ความถูกต้องของหลักฐานที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาจากการวัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม การทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ นั้น ๆ จากข้อความข้างต้นอธิบายถึงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์รวบรวมมาใช้ในการ อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่นเดียวกับในห้องเรียน ผู้เรียนจะนำข้อมูลหลักฐานมาพัฒนาและ อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหลักฐานนั้นผู้เรียนอาจได้มาจากการสังเกต การวัดปริมาณ ต่าง ๆ เช่น การวัดอุณหภูมิ ระยะทาง หรือเวลา แล้วบันทึกข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานโดยหลักฐาน นั้นอาจเป็นหลักฐานที่ได้มาจากครู สื่อการสอน เว็บไซต์ต่าง ๆ หรือสิ่งอื่น ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการ ตอบคำถามที่ผู้เรียนสนใจได้

#### 2.2.2.3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ค้นพบ

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานอยู่บนเหตุผล คำอธิบายเหล่านั้นจะให้เหตุ และผล และความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานที่ค้นพบและข้อโต้แย้งทางตรรกะต่าง ๆ คำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ต้องประกอบด้วยผลการทดลองหรือข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสังเกต นักวิทยาศาสตร์ใช้ ข้อมูลเหล่านั้นเป็นประจักษ์พยานที่นำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มากกว่าความรู้ และ อาจเกิดเป็นความรู้ใหม่ แต่สำหรับผู้เรียนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างความคิด ใหม่จากความเข้าใจของตนเอง เช่น ผู้เรียนอาจใช้การสังเกตและประจักษ์พยานที่ได้จากการเก็บ รวบรวมหลักฐานด้วยวิธีอื่น ๆ เพื่ออธิบายว่าเพราะเหตุใดต้นไม้จึงตายในภาวะหนึ่งแต่สามารถ ดำรงชีวิตอยู่ได้ในอีกภาวะหนึ่ง

#### 2.2.2.4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

หลังจากที่ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนรวบรวมมาได้ แล้ว ขั้นตอนต่อไปผู้เรียนต้องมีการประเมินเพื่อตัดคำอธิบายที่ไม่น่าเป็นไปได้ ออก หรือการแก้ไข ปรับปรุงคำอธิบายให้ชัดเจนและเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น ขั้นตอนนี้เป็นคุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนอาจตั้งคำถามว่า หลักฐานเชิงประจักษ์ นี้ สนับสนุนคำอธิบายที่สนใจหรือไม่ คำอธิบายที่ได้ตอบคำถามที่ต้องการทราบหรือไม่ มีคำอธิบายอื่น

ที่มีเหตุผลว่านี้หรือไม่ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นควรได้รับการตรวจสอบจากครู ซึ่งครูอาจให้ผู้เรียนมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิด เปรียบเทียบ หรือตรวจสอบความถูกต้องจากครู หรือสื่อการสอนอื่นที่ครูเตรียมไว้ให้ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญเพราะเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะได้เชื่อมโยงคำอธิบายของตนเองกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม และข้อสำคัญคือครูได้ตรวจสอบว่าคำอธิบายของผู้เรียนถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์หรือไม่

2.2.2.5 ผู้เรียนสามารถสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง

นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบความรู้ใหม่ จะมีการนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น ทำให้งานในด้านนั้น ๆ เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักวิทยาศาสตร์ได้ทบทวนข้อสงสัยต่าง ๆ ให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น รวมไปถึงเปิดโอกาสให้นักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นนำความรู้นี้ไปใช้ต่อไป การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนคำอธิบายต่อคำถามที่ผู้เรียนสร้างขึ้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นมีโอกาสได้ถามคำถาม ตรวจสอบหลักฐานเชิงประจักษ์หรือเหตุผลที่ผิดไปจากความจริง ระบุข้อความที่เกินกว่าหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนรวบรวมได้ และเสนอแนะคำอธิบายอื่น ๆ ที่เพื่อนผู้เรียนสร้างขึ้นจากการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเดียวกัน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนโต้แย้งหรือแลกเปลี่ยนคำอธิบายที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างคำถาม หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผู้เรียนค้นพบ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้โดยการรับฟังจากครูเพียงฝ่ายเดียว

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

### 2.2.3 ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ประมวล ศรีผันแก้ว (2540) แบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภทคือ

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

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

(3) การสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ (Independent inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นจากผู้เรียนทุกชั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผน ดำเนินการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมายและลงข้อสรุป ตัวอย่างของการสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระรูปแบบหนึ่งก็คือ การส่งเสริมให้ผู้เรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ การจัดให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระที่มีประสิทธิผล ควรให้ผู้เรียนได้ผ่านการสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อเสนอแนะไว้ให้ก่อน เพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับคุณลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แล้วจึงจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อไป

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2550) แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็น 3 ระดับ ตามลักษณะการถามของผู้สอนและผู้เรียน ได้แก่

(1) ครูเป็นผู้ถาม (Passive inquiry) ครูเป็นผู้กำหนดคำถาม นักเรียนเป็นฝ่ายตอบคำถามส่วนใหญ่ การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสำหรับการเริ่มการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นครั้งแรก

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

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

นอกจากนี้สมภาร 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 ออกแบบและปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

#### 2.2.4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาจากกลุ่ม Biological Science Curriculum Society: BSCS (1997) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry cycle หรือ 5Es มีขั้นตอนดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547; อ้างอิงจาก BSCS, 1997)

2.2.4.1 การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์สำคัญของขั้นตอนนี้ คือ ทำให้ผู้เรียนสนใจ ใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่ากำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

2.2.4.2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ครูควรระลึกลู่เสมอเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจจดจ่อในการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

2.2.4.3 การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด อย่างไรก็ตาม ครูควรระลึกลู่เสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้น

ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดผู้เรียนจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

2.2.4.4 การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้ คือ ครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

2.2.4.5 การประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้และอธิบายความเข้าใจของตนเอง ในขั้นนี้ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2550) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มี 5 ขั้นตอน คือ

(1) การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา อาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น การซักถาม การอภิปราย สถานการณ์หรือปัญหาควรเป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน นำไปสู่การออกแบบการทดลองได้

(2) การตั้งสมมติฐาน ต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในขั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน

(3) ออกแบบการทดลอง ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง และระบุวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ผู้เรียนและครูช่วยกันตั้งไว้

(4) การทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ผู้เรียนทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

(5) เขียนข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ครูอาจถามโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหา และควรมีคำตอบที่ฝึกให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย

Pedaste et al. (2015) ได้แบ่งขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ

(1) ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นตอนแรกในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และนำไปสู่การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการทราบ

(2) ขั้นสร้างแนวคิด (Conceptualization) เป็นขั้นการตั้งคำถามหรือปัญหาที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ ตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ทางวิทยาศาสตร์ ระดมสมองเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น

(3) ขั้นสืบเสาะ (Investigation) เป็นขั้นทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ สังเกต รวบรวมข้อมูลนั้นเพื่อตีความหมายและรูปแบบของข้อมูลเพื่อจะนำไปสู่การสรุป

(4) ขั้นสรุป (Conclusion) เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดมาสรุป ประเมินค่าหรือตัดสิน เพื่อตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่ได้ตั้งไว้ในตอนแรก

(5) ขั้นอภิปรายผล (Discussion) เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้มีการสะท้อนความคิด เหตุผลโต้แย้ง และอธิบายข้อสรุปที่ได้ ผู้เรียนมีการสื่อสารกัน ร่วมกันเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้น ตลอดจนทำนายผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่

จากเอกสารที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่า ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 เป็นขั้นที่มีการสร้างความสนใจของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ด้วยการใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น การใช้คำถาม สถานการณ์ที่น่าสนใจ ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้วางแผน สำรวจและค้นหา เพื่อรวบรวมข้อมูลในการตอบคำถามในขั้นที่ 1 ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่มีผู้เรียนมีการตีความ จัดรูปแบบ อธิบายความคิดรวบยอดข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 2 ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้ขยายความรู้จากการเรียนรู้ในห้องไปสู่สถานการณ์ที่แปลกใหม่ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดที่ชัดเจนขึ้น และขั้นที่ 5 ขั้นผู้เรียนมีการให้ข้อมูลย้อนกลับว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง ผู้เรียนจะสามารถประเมินความเข้าใจของตนเองจากการสื่อสารกับชั้นเรียนในขั้นตอนนี้

## 2.3 ความคงทนของความรู้

### 2.3.1 ความหมายของความคงทนของความรู้

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528; อ้างอิงจาก วิชรี บัวตา, 2550) ให้ความหมายว่า ความคงทนของความรู้ หมายถึงความสามารถสะสมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วสามารถถ่ายทอดออกมาในรูปของการระลึกได้หรือจำได้

สุภาวดี เพ็ชรน้อย (2545) กล่าวว่า ความคงทนของความรู้ หมายถึง ความสามารถในการจำหรือการระลึกได้ในประสบการณ์เดิมที่เคยเรียนรู้มาแล้ว หลังจากจัดกระบวนการเรียนการสอนแล้วนำประสบการณ์นั้นมาใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ธราดล รานรินทร์ และวลัย อิศรางกูร ณ อยุธยา (2555) ให้ความหมายของความคงทนของความรู้ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการคงไว้ซึ่งความรู้ที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้มาแล้ว โดยหลังจากที่ผ่านระยะเวลาไปช่วงหนึ่งแล้วก็ยังคงสามารถจดจำความรู้นั้นไว้ได้

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ความคงทนของความรู้ คือ ความสามารถในการจำหรือระลึกสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วได้ หลังจากผ่านมาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

### 2.3.2 การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ความคงทนของความรู้

การทำให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวได้ดั่งนั้น โดยการจัดบทเรียนให้เป็นระเบียบเป็นหมวดหมู่ พยายามเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อให้ผู้เรียนจำบทเรียนได้ง่ายและนานขึ้น ตลอดจนการจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และคงไว้ซึ่งประสบการณ์หาความรู้ในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นความคงทนของความรู้ที่ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ที่จำได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นให้ผู้เรียนไปเผชิญกับสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองที่ผู้สอนเป็นผู้จัดให้โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิด ปฏิบัติจริงเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง (วัชร บัวตา, 2550) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ซึ่งมีวิธีการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือเพื่อค้นหาข้อเท็จจริง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อน อภิปราย หรือโต้แย้งสิ่งที่ได้เรียนรู้ล้วนแต่ช่วยให้ความคงทนของความรู้ เพราะเกิดการทำงานร่วมกันของสมองหลายส่วน นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ต่อเนื่องและนานเพียงพอจะทำให้ผู้เรียนมีความพยายามในการเรียนเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะมีการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถ ผู้เรียนเปลี่ยนจากผู้ฟังเป็นผู้ปฏิบัติ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความคงทนของความรู้ยาวนานมากขึ้น (Schmid and Bogner, 2015)

ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความคงทนของความรู้ ครูควรจัดสาระแต่ละบทเรียนให้เชื่อมโยงกัน โดยใช้สถานการณ์ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ ให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการค้นคิดหาคำตอบด้วยตนเอง และได้ปฏิบัติจริงเพื่อให้เกิดความคงทนของความรู้

### 2.3.3 วิธีการวัดความคงทนของความรู้

ชม ภูมิภาค (2516; อ้างอิงจาก สุจิตตรา นามจำปา, 2546) กล่าวถึงความจำของมนุษย์ว่าไม่คงที่ตลอดเวลาและเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ในการตรวจสอบว่า เมื่อเรียนไปแล้วและหยุดไประยะหนึ่งโดยไม่มีการปฏิบัติอะไรนั้นจะมีความคงทนของความรู้มากน้อยเพียงใดมีวิธีการวัดอยู่ 3 วิธี คือ

(1) วิธีแห่งการระลึกได้ (Recall method) คือ การเปรียบเทียบผลระหว่างทดสอบ ติดตามหลังการเรียนเสร็จสิ้นทันที กับการเว้นระยะพักไปแล้วทดสอบ

(2) วิธีแห่งการรู้จัก (Recognition method) ใช้วิธีการให้เลือกเอาสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว ออกมาจากสิ่งอื่นๆ ที่ปนอยู่ ซึ่งมีลักษณะคล้าย ๆ กันมาก

(3) การเรียนใหม่ (Relearning method) เปรียบเทียบการเรียนรู้ใหม่กับการเรียน อันใหม่ว่าถ้าเรียนให้ได้ระดับเดิมจะใช้เวลาเท่าใด

นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึงระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนของความรู้ ระยะเวลาเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความคงทนของความรู้หรือความจำ ดังนั้น การวัดความคงทนของความรู้จึงต้องมี ระยะเวลาที่เหมาะสม การศึกษาทบทวนสิ่งที่จำเป็นอยู่แล้วซ้ำอีก จะช่วยให้ความจำถาวรมากยิ่งขึ้น และถ้าได้ทบทวนอยู่เสมอแล้ว ช่วงเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวแปลงสภาพเป็นความจำระยะยาว หรือความคงทนของความรู้ประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้ผ่านการเรียนรู้ไปแล้ว (ชัยพร วิชชาวุธ, 2525) และเพื่อทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะทำให้ค่าสัมพันธระหว่างคะแนนทั้งสองกลุ่มสูง (กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์, 2528; อ้างอิงจาก วัชร บัวตา, 2550)

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดวิเคราะห์

Nuangchalerm and Thammasena (2009) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ผลการศึกษาประสิทธิภาพ ของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 84.46/82.50 ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิด วิเคราะห์เพิ่มขึ้น โดยคะแนนจากการทำแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทาง วิทยาศาสตร์ในระดับมากที่สุด

Marshall and Horton (2011) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะของครูและความสามารถในการคิดขั้นสูง (Higher-order thinking) ของผู้เรียนที่เรียนทั้งวิชา วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของโรงเรียนขนาดกลางมากกว่า 100 ห้องเรียน แบ่งห้องเรียนตามการ จัดการเรียนการสอนของครู กลุ่มที่หนึ่งเป็นกลุ่มห้องเรียนที่ครูอธิบายก่อนให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ ด้วยตนเอง อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มที่ครูให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้แล้วนำข้อมูลที่ได้มาร่วมกันสรุป ก่อนที่จะมีการอธิบาย พบว่า ทั้งห้องเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ที่มีการจัดการเรียน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีความท้าทาย ให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ก่อนที่จะมีการอธิบาย ทำ ให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น และมีความสัมพันธ์กับเวลาที่ใช้ในชั้นสำรวจและค้นหา โดย พบว่า ยิ่งให้เวลามาก ผู้เรียนจะมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มมากขึ้นด้วย นั่นคือเวลาที่ใช้ในชั้นสำรวจและ

ค้นหาทักษะการคิดขั้นสูงมีค่าสหสัมพันธ์สูง แต่เวลาที่ใช้ไปในชั้นอธิบายพบว่ายิ่งใช้มากจะยิ่งทำให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดขั้นที่ต่ำลงมา (Lower-order thinking)

Lin et al. (2014) เปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีใช้ผังความคิดรวบยอด (Concept mapping) แบบถามและตอบ (Question and answer) และกรณีศึกษาจากคนใช้จริง (Real-life case study) ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาพยาบาลจำนวน 109 คนในได้หวั่น พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักศึกษาพยาบาลมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์มากที่สุดคือการจัดการเรียนรู้แบบถามและตอบ และพบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักศึกษาที่ได้เรียนด้วยวิธีอื่น เพราะการถามและตอบทำให้ทราบว่ามีเนื้อหาส่วนที่ยังไม่เข้าใจ จะได้ทำความเข้าใจเพิ่ม และเป็นการฝึกสมองให้มีการคิดอย่างต่อเนื่องทั้งเพื่อที่จะตอบคำถามและตั้งคำถาม นอกจากนี้ยังพบว่า นักศึกษาที่ได้เรียนด้วยวิธีนี้มีความมั่นใจเพิ่มขึ้นเมื่อต้องปฏิบัติงานจริง เพราะมีความรู้ด้านทฤษฎีมาเป็นอย่างดี เป็นความรู้ที่ไม่ใช่ความรู้แบบถูกหรือผิด แต่เป็นความรู้ที่ผ่านการไตร่ตรองหาเหตุผลมาเป็นอย่างดีแล้ว

กรรณิการ์ กวางศิริ (2555) ศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สารละลายกรด-เบส ในผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อแยกเป็นรายด้าน พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงสุดในด้านหลักการ รองลงมาคือด้านเนื้อหา และมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนต่ำกว่าด้านอื่น ๆ คือด้านความสัมพันธ์

#### 2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Nuangchalerm and Thammasena (2009) ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 84.46/82.50 ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น โดยนักเรียนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และยังพบว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 52.05

Monvises et al. (2011) ศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติของผู้เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ลงมือปฏิบัติ (Hands-on learning) โดยใช้คลิปหนีบกระดาษที่มีสีต่างกันแทนปลากัด เพื่อทำนายลักษณะลูกปลากัดที่จะเกิดขึ้นในรุ่นถัดไป เปรียบเทียบกับการสอนแบบบรรยาย ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความ

หลากหลายทางชีวภาพ พบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ในกลุ่มทดลองสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนแบบสืบเสาะ

Kowasupat et al. (2012) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีต่อความเข้าใจของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พฤติกรรมทางสังคมของสัตว์ กลุ่มทดลองใช้ปลากัดไทยเป็นสัตว์ต้นแบบ ครูสร้างความสนใจให้ผู้เรียนโดยใช้สื่อวีดิทัศน์ แล้วให้ผู้เรียนออกแบบการศึกษา พฤติกรรมของปลากัดไทยที่เลี้ยงไว้ โดยการสังเกต นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาอภิปราย และสรุปผลการศึกษาร่วมกัน และกลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีบรรยาย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม มีทักษะทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนที่ดีด้วย

Vlassi and Karaliota (2013) ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางกับการสอนด้วยวิธีดั้งเดิม โดยใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 8 ชั่วโมงของผู้เรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในกรีซ พบว่า ผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนด้วยวิธีดั้งเดิมและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนชายมีคะแนนสูงกว่าผู้เรียนหญิง

Abdi (2014) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ แบ่งผู้เรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีบรรยาย พบว่า ผู้เรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มโดยวิเคราะห์ ANCOVA พบว่าคะแนนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ชยานันต์ จันดี (2557) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องชีวิตพืชของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) พบว่า นอกจากผู้เรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แล้ว ผู้เรียนยังมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุภาพร แหลมแก้ว, เนติ เฉลยวาเรศ และศรินทิพย์ ภู่อาลี (2557) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้า ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) กับวิธีสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น พบว่า ทั้งสองวิธีทำให้ผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนที่สอนโดยใช้เทคนิคการสอนทั้งสองแบบมีทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ทั้งสองกลุ่มมีเจตคติในการเรียนอยู่ในระดับมาก

#### 2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคงทนของความรู้

กรรณิการ์ กวางศิริ (2555) ศึกษาความเข้าใจที่คงทนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยประเมินจากชิ้นงาน หรือ ภาระงานเมื่อแยกเป็นรายด้าน พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนความเข้าใจที่คงทนมากที่สุด คือ การอธิบาย รองลงมาคือการแปลความ การประยุกต์ การประเมินตนเอง และการมีมุมมองที่หลากหลาย และคะแนนความเข้าใจที่คงทนต่ำที่สุด คือ การเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น

Bunterm et al. (2012) ศึกษาผลของการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดในการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 86 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด และกลุ่มควบคุมที่สอนแบบดั้งเดิม โดยศึกษาผลที่มีต่อปริมาณฮอร์โมน Saliva cortisol ความจำของสมอง และทักษะการแก้ปัญหา พบว่า ผู้เรียนในกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดมีปริมาณฮอร์โมน Saliva cortisol น้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนกลุ่มทดลองมีความเครียดน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และผู้เรียนกลุ่มทดลองมีความจำของสมองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าทั้งสองกลุ่มมีทักษะในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน

ธราดล รานรินทร์ และลัษ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2555) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนสังคมศึกษาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความคงทนของความรู้ของผู้เรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองซึ่งใช้วิธีจัดการเรียนการสอนด้วยสืบเสาะหาความรู้จำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีจัดการเรียนการสอนแบบปกติ จำนวน 50 คน พบว่า ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มมีความคงทนของความรู้ แต่ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนของความรู้ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ระดับ 0.05 เนื่องจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มนี้เหมือนกัน เช่น เอกสารประกอบการเรียนการสอน หนังสืออ่านนอกเวลาเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ไทย วิดีทัศน์ และสไลด์ประกอบการเรียนการสอน

Vanags T, Pammer, K. and Brinker J. (2013) ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความคงทนของความรู้ โดยศึกษาในนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 354 คน ที่เรียนสรีรวิทยา แบ่งนักศึกษาเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการสะท้อนผล กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แต่ไม่มีการสะท้อนผลการเรียนให้ผู้เรียนทราบ และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยผู้สอน

ที่ยังไม่ได้รับการฝึกฝน ทุกกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีกิจกรรมเหมือนกัน และเป็นกิจกรรมที่มีความคล้ายคลึงกันมากกับกลุ่มควบคุม ทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นทดสอบหลังจากเรียนจบทันที และทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 2 เมื่อกิจกรรมทั้งหมดเสร็จสิ้นไปแล้ว 2 สัปดาห์ ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการสะท้อนผลมีคะแนนทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 2 ลดลงเล็กน้อย และคะแนนทดสอบหลังเรียนทั้ง 2 ครั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ นั่นคือนักศึกษากลุ่มนี้มีความคงทนของความรู้ ส่วนนักศึกษากลุ่มอื่นมีคะแนนหลังเรียนทั้ง 2 ครั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่านักศึกษาในกลุ่มเหล่านี้ไม่มีความคงทนของความรู้

Schmid and Bogner (2015a) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีผลต่อความคงทนของความรู้ระยะยาวของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 138 คน ที่เรียนเรื่องการได้ยินเสียง ทดสอบความรู้ด้านเนื้อหาของผู้เรียน 4 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ก่อนจัดการเรียนรู้ 2 สัปดาห์ (T0) ทดสอบหลังเรียนในวันที่มีการจัดการเรียนรู้ (T1) 6 สัปดาห์หลังจากเรียนจบ (T2) และ 12 สัปดาห์หลังจากเรียนจบ (T3) พบว่า ผู้เรียนมีความจำระยะสั้น (Short-termed memory) คือ มีคะแนน T1 มากกว่า T0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีความคงทนของความรู้หรือมีความจำระยะยาวโดยมีคะแนน T2 มากกว่า T0 นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนมีคะแนน T3 ไม่เปลี่ยนแปลงจาก T1 และ T2 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนไม่ลืมเนื้อหาที่ได้เรียนอย่างน้อยใน 6 สัปดาห์ และการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้เหมาะสมสำหรับผู้เรียนทั้งชายและหญิง โดยพบว่าคะแนน T0 ของผู้เรียนชายสูงกว่าผู้เรียนหญิง แต่คะแนน T1 T2 และ T3 ในทั้ง 2 เพศไม่แตกต่างกัน

### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

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

#### 3.1 รูปแบบการวิจัย

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

O<sub>1</sub> -----X ----- O<sub>2</sub>----- O<sub>3</sub>

เมื่อ	O <sub>1</sub>	คือ	การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
	O <sub>2</sub>	คือ	การทดสอบหลังเรียน (Posttest) ครั้งที่ 1 หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
	O <sub>3</sub>	คือ	การทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 2 หลังจากการทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 1 ผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์
	X	คือ	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

### 3.2 กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 36 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนหนองกุศรัวิทยาการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 24 ซึ่งมีบริบทโรงเรียน ดังนี้

#### 3.2.1 ด้านภูมิศาสตร์

โรงเรียนตั้งอยู่ที่ ตำบลหนองกุศร์ อำเภอหนองกุศร์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ชุมชนรอบโรงเรียนมีประชากรประมาณ 196,950 คน บริเวณใกล้เคียงโดยรอบโรงเรียนได้แก่ วัดสว่างกุศร์ และ โรงพยาบาลหนองกุศร์ อยู่ห่างจากที่ว่าการอำเภอหนองกุศร์ 1 กิโลเมตรและอยู่ห่างจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 24 ประมาณ 70 กิโลเมตร เส้นทางคมนาคมเป็นถนน 4 ช่องจราจร ทำให้เดินทางได้สะดวกรวดเร็ว นักเรียนส่วนใหญ่เดินทางมาโรงเรียนโดยรถประจำทาง และรถจักรยานยนต์

#### 3.2.2 ด้านสังคม

โรงเรียนตั้งอยู่ในตัวอำเภอที่แม้จะอยู่ไกลจากอำเภอเมืองกาฬสินธุ์ แต่อยู่ใกล้จังหวัดอุดรธานีและจังหวัดขอนแก่น ประกอบด้วยมีถนนที่มี 4 ช่องจราจร ทำให้การเดินทางสะดวกทำให้เป็นสังคมที่ค่อนข้างทันสมัยมีเครื่องอุปโภค บริโภค ตลอดจนห้างสรรพสินค้าของท้องถิ่น ชุมชนมีความเข้มแข็งด้านเศรษฐกิจ โดยผู้ประกอบการส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมปลูกพืชเศรษฐกิจที่มีราคาสูง เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และข้าว เป็นต้น จึงทำให้ฐานะทางเศรษฐกิจของชุมชนอยู่ในระดับดี โรงเรียนและชุมชนมีการประสานงานกันเป็นอย่างดี ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อพัฒนานักเรียนตามศักยภาพ

#### 3.2.3 ด้านเศรษฐกิจ

ผู้ประกอบการผู้เรียนส่วนมากมีฐานะปานกลาง ประกอบอาชีพทำนา ทำไร่ และรับจ้าง ผู้ปกครองบางส่วนต้องไปทำงานต่างจังหวัด ลูกจึงอาศัยอยู่กับญาติ

#### 3.2.4 ด้านการเรียนการสอน

โรงเรียนหนองกุศรัวิทยาการ เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นโรงเรียนประเภทสหศึกษาจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2551 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2551 (สายสามัญ) ในปีการศึกษา 2557 มีนักเรียนทั้งหมด 1,521 คน มีห้องเรียนทั้งสิ้น 35 ห้อง โดยมีการสอบเพื่อคัดเลือกนักเรียนและนำคะแนนมาใช้สำหรับการจัดนักเรียนในแต่ละห้อง ห้องที่ 1 คือนักเรียนที่มีผลการเรียนดีที่สุดของแต่ละระดับชั้น สำหรับห้องเรียนที่เหลือนักเรียนมีคะแนนคละกัน บุคลากรทางการศึกษาแบ่งเป็นสายบริหารจำนวน 4 คน และ สายผู้สอนจำนวน 77 คน อัตราส่วนระหว่างครู:นักเรียน มีค่าเท่ากับ 1:20 คน ทำให้ครูสามารถดูแลนักเรียนได้อย่างทั่วถึง โดยครูทุกคนสอนตรงตามวิชาเอก ทำให้สามารถจัดการเรียนรู้อย่างดี

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.3.1 ชนิดของเครื่องมือวิจัย

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน รวมเวลา 12 ชั่วโมง

3.3.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ

3.3.1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ

#### 3.3.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย

3.3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้ (ภาพที่ 3.1)

1) ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การวัดและประเมินผล จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และจากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ สาระที่ 1 สิ่งชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

2) วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียน แนวทางการวัดผลและประเมินผล และวางโครงสร้างแนวการสอน/กิจกรรม/เทคนิค/วิธีการสอน/สื่อการสอนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3) ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี วิธีการ และเทคนิคการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4) สร้างแผนผังความคิดสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน เพื่อเรียงลำดับและกำหนดขอบข่ายของการจัดกิจกรรม จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้รับข้อเสนอแนะ (ภาคผนวก ค)

5) นำแผนผังความคิดที่สร้างขึ้นไปเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 แผน โดยแต่ละแผนมีองค์ประกอบดังนี้

5.1) สาระการเรียนรู้

5.2) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

5.3) แนวคิดหลัก

5.4) จุดประสงค์การเรียนรู้

5.5) กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

5.5.1) ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ

5.5.2) ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม

ค้นพบ

5.5.3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่

5.5.4) ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.5.5) ผู้เรียนสื่อสารโต้แย้ง แสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบ

5.6) สื่อการเรียน/แหล่งเรียนรู้

5.7) การวัดผล และประเมินผล

5.8) เกณฑ์การวัดผล และประเมินผล

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบ แนะนำเพื่อการแก้ไขปรับปรุงให้แผนการจัดการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ (Index of item objective congruence: IOC) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การพิจารณา ค่าดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้

+1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญคิดว่าสอดคล้อง

0 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

-1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญคิดว่าไม่สอดคล้อง

นำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อคำถาม หากค่าที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีกิจกรรมการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์ (ภาคผนวก ง)

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E1/E2) โดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ 83.33/80.56 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ (ภาคผนวก จ) เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา ทั้งนี้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมหลักที่สำคัญดัง ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมหลักในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

เรื่อง	กิจกรรมหลัก
1. ยีนและดีเอ็นเอ	กิจกรรมสกัดดีเอ็นเอจากกล้วยดิบและกล้วยสุกเพื่อเปรียบเทียบลักษณะดีเอ็นเอที่สกัดได้ และการต่อโมเดลดีเอ็นเอกระดาษที่มีการกำหนดลำดับเบสให้แตกต่างกัน เพื่อให้นักเรียนอธิบายว่าเพราะเหตุใดดีเอ็นเอของแต่ละคนจึงแตกต่างกัน
2. โครโมโซม	จัดเรียงฮอโมโลกัสโครโมโซมกระดาษ เพื่อหาความผิดปกติที่เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซม
3. วัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	กิจกรรมเรียงบัตรเนื้อหาและบัตรภาพของวัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสบนขบวนการไฟ เพื่อลำดับขั้นตอนและอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในนิวเคลียสในแต่ละระยะ
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	กิจกรรมเรียงบัตรเนื้อหาและบัตรภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสบนขบวนการไฟ เพื่อลำดับขั้นตอนและอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในนิวเคลียสในแต่ละระยะ
5. โครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	กิจกรรมพันธุกรรมของกระดาษโดยใช้ไมโอศกริมสีต่าง ๆ แทนโครโมโซม ให้นักเรียนแสดงสถานการณ์จำลอง (Simulation) ตั้งแต่กระบวนการแยกกันของโครโมโซมเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ การจับคู่ผสมพันธุ์ การรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์ในการปฏิสนธิ
6. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	กิจกรรมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยยืนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและยืนที่มีมากกว่า 2 แอลลีล โดยใช้ไมโอศกริมแทนโครโมโซมเพื่อคำนวณความน่าจะเป็นที่จะเกิดลักษณะที่สนใจ
7. เทคโนโลยีชีวภาพ	กิจกรรมสถานการณ์จำลอง การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เพื่อหาคนร้ายโดยอาศัยเทคโนโลยีชีวภาพ
8. การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	กิจกรรมสถานการณ์จำลองการกินเมล็ดพืชของนก เพื่ออธิบายว่ากระบวนการคัดเลือกธรรมชาติมีผลต่อประชากรรุ่นต่อไปของเมล็ดพืชและนกอย่างไร

## 3.3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) ศึกษาเอกสารมาตรฐานการศึกษา การวัดและประเมินผลการศึกษา การสร้างข้อสอบตามแนวคิดของ Bloom (ทิตานา แชมมณี, 2545)

- 2) ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จากหลักสูตรแกนกลาง หลักสูตรสถานศึกษา หนังสือเรียนชีววิทยาพื้นฐานของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 3) สร้างตารางโครงสร้างแบบทดสอบ (Test blueprint)
- 4) สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับตารางโครงสร้างแบบทดสอบวัดระดับความรู้ตามแนวคิดของ Bloom เฉพาะระดับจำ เข้าใจ และการนำไปใช้
- 5) นำแบบทดสอบเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาว่าคำถามตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ และนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง หากค่าที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าข้อสอบข้อนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์
- 6) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร ที่เรียนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแล้ว และไม่ใช้กลุ่มที่ศึกษานำมาตรวจให้คะแนน
- 7) วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยหาค่าความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ทั้งนี้พบว่าข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.29-1.00 คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.69 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.08-0.92 คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 ในส่วนของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.48 และมีข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 22 ข้อ
- 8) นำข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาปรับปรุงแก้ไข และนำไปทดสอบใหม่กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา นำมาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์หาค่าความยากและอำนาจจำแนกพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.33-0.79 และ 0.25-0.83 ตามลำดับ คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.63 และ 0.43 ตามลำดับ ในส่วนของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.61 (ภาคผนวก ฉ)
- 9) จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง จำนวน 36 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

### 3.3.2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารมาตรฐานการศึกษา การวัดและประเมินผลการศึกษา การสร้างข้อสอบตามแนวคิดของ Bloom (ทิตินา แชมมณี, 2545)
- 2) ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จากหลักสูตรแกนกลาง หลักสูตรสถานศึกษา หนังสือเรียนชีววิทยาพื้นฐานของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 3) สร้างตารางโครงสร้างแบบทดสอบ

4) สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับตารางโครงสร้างแบบทดสอบ วัดระดับความรู้ตามแนวคิดของ Bloom ในระดับการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการคิดวิเคราะห์หลักการ

5) นำแบบทดสอบเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาว่าคำถามตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ และนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง หากค่าที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าข้อสอบข้อนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์

6) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองสูงศรีวิทยาการ ที่เรียนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแล้ว และไม่ใช้กลุ่มที่ศึกษานำมาตรวจให้คะแนน

7) วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ทั้งนี้พบว่าข้อสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.13-0.88 คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.08-0.58 คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.38 ในส่วนของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.58 และมีข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 7 ข้อ

8) นำข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาปรับปรุงแก้ไข และนำไปทดสอบใหม่กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา นำมาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.42-0.79 และ 0.46-0.79 ตามลำดับ คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.63 และ 0.43 ตามลำดับ ในส่วนของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.71 (ภาคผนวก ฉ)

9) จัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ฉบับจริง จำนวน 24 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

### 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีการดำเนินการดังนี้ (ภาพที่ 3.2)

3.4.1 ครูแนะนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

3.4.2 ทดสอบก่อนเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตอนที่ 1 ซึ่งมีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 จำนวน 9 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ จำนวน 6 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 15 นาที

3.4.3 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 – 6 คน โดยผลลัพธ์สัมฤทธิ์ทางการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ที่แบ่งจากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

3.4.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ จำนวน 2 แผน พร้อมเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.5 ทดสอบหลังเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ชุดเดิมแต่มีการสลับข้อคำถาม

3.4.6 ดำเนินการตั้งแต่ข้อ 3.4.2-3.4.5 ซ้ำ โดยแบ่งการสอบอีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนแบบทดสอบ ดังนี้

3.4.6.1 ตอนที่ 2 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 จำนวน 9 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ จำนวน 6 ข้อ

3.4.6.2 ตอนที่ 3 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และ 6 จำนวน 9 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ จำนวน 6 ข้อ

3.4.6.3 ตอนที่ 4 มีเนื้อหาอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 และ 8 จำนวน 9 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ จำนวน 6 ข้อ

3.4.7 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 36 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ 24 ข้อ อีกครั้งหลังจากการจัดกิจกรรมสิ้นสุดไปแล้ว 2 สัปดาห์ ใช้เวลาในการสอบทั้งหมด 60 นาที

3.4.8 นำคะแนนจากการทำกิจกรรมในขณะที่ดำเนินกิจกรรมในแต่ละแผน และคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนจากแบบทดสอบทุกฉบับ มาหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลในส่วนอื่น ๆ ต่อไป

### 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 นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาแจกแจงความถี่ตามช่วงคะแนน ดังนี้

คะแนน	28-36	อยู่ในระดับ	ดีมาก
คะแนน	19-27	อยู่ในระดับ	ดี
คะแนน	10-18	อยู่ในระดับ	พอใช้
คะแนน	0-9	อยู่ในระดับ	อ่อน

3.5.5 นำค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ภาคผนวก ข) มาเปรียบเทียบกันโดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent-samples t-test analysis) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2007 โดยพิจารณาทั้งแบบรายชั้น วิทยแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบรายกลุ่มตามความสามารถ

3.5.6 นำคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain;  $\langle g \rangle$ ) โดยพิจารณาทั้งแบบรายชั้น (Class normalized gain) รายคน (Single student normalized gain) และแบบรายกลุ่มตามความสามารถ (ภาคผนวก ฉ) และแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความก้าวหน้าทางการเรียน (อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2550) ดังนี้

กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับสูง (High gain)	$\langle g \rangle \geq 0.7$
กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับปานกลาง (Medium gain)	$0.5 \leq \langle g \rangle < 0.7$
กลุ่มที่มีความก้าวหน้าในระดับต่ำ (Low gain)	$0.0 \leq \langle g \rangle < 0.5$

3.5.7 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนด้วยโดยการวิเคราะห์การทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2007

3.5.8 นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (ภาคผนวก ข) มาเปรียบเทียบกันโดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2007 โดยพิจารณาทั้งแบบรายชั้น และรายแผนการจัดการเรียนรู้

3.5.9 นำคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนมาแจกแจงความถี่ตามช่วงคะแนน ดังนี้

คะแนน	19 - 24	อยู่ในระดับ	ดีมาก
คะแนน	13 - 18	อยู่ในระดับ	ดี
คะแนน	7 - 12	อยู่ในระดับ	พอใช้
คะแนน	0 - 6	อยู่ในระดับ	อ่อน

3.5.10 นำค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน (ภาคผนวก ญ) มาเปรียบเทียบกัน โดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2007 โดยแยกพิจารณาทั้งแบบรายชั้น รายแผนการจัดการเรียนรู้ รายนกลุ่มตามความสามารถ และแบบรายด้าน

3.5.11 นำคะแนนร้อยละของการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน โดยพิจารณาทั้งแบบรายชั้น รายคนและแบบรายกลุ่มตามความสามารถ (ภาคผนวก ญ) และแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความก้าวหน้าทางการเรียน (อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2550)

3.5.12 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าการคิดวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนโดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบความแปรปรวนทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel 2007

3.5.13 นำคะแนนการคิดวิเคราะห์ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 (ภาคผนวก ญ) มาเปรียบเทียบกันโดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2007 โดยพิจารณาทั้งแบบรายชั้น และรายแผนการจัดการเรียนรู้

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

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

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

3.6.1.2 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

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

เมื่อ	E1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
-------	----	-----	-------------------------

$\Sigma X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกหัด
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
N	แทน	จำนวนนักเรียน

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

B

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

3.6.1.3 ค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากของแบบทดสอบ
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	n	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

3.6.1.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสามารถด้านการคิดวิเคราะห์รายข้อใช้วิธีวิเคราะห์แบบอิงกลุ่ม

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

2

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	R <sub>U</sub>	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	R <sub>L</sub>	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.6.1.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ทั้งฉบับ 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 <sub>tt</sub>	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	S <sub>t</sub> <sup>2</sup>	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	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	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	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบผล ความมีนัยสำคัญ
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ ทดสอบหลังเรียนและก่อนเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง คะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

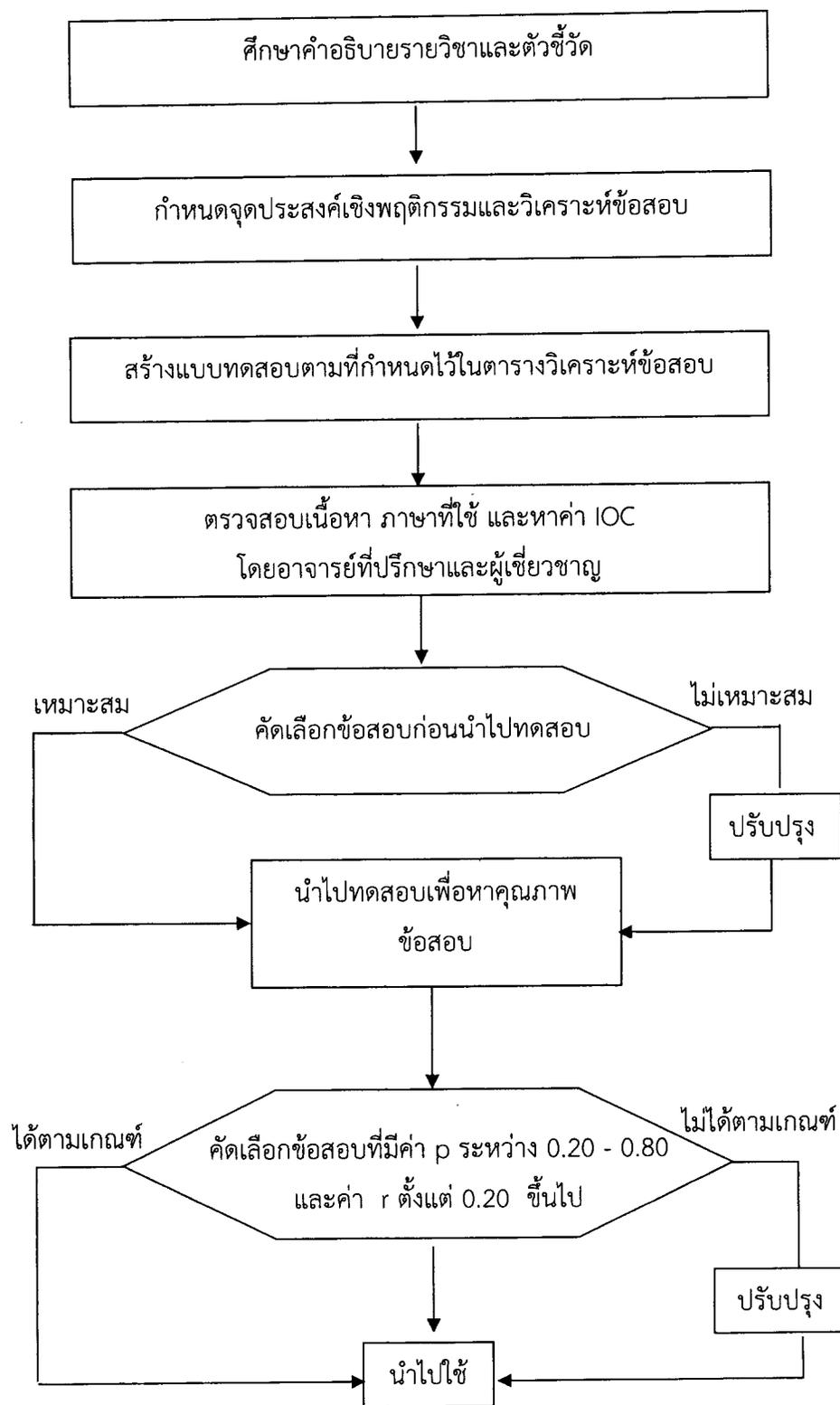
## 3.6.3.2 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้

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

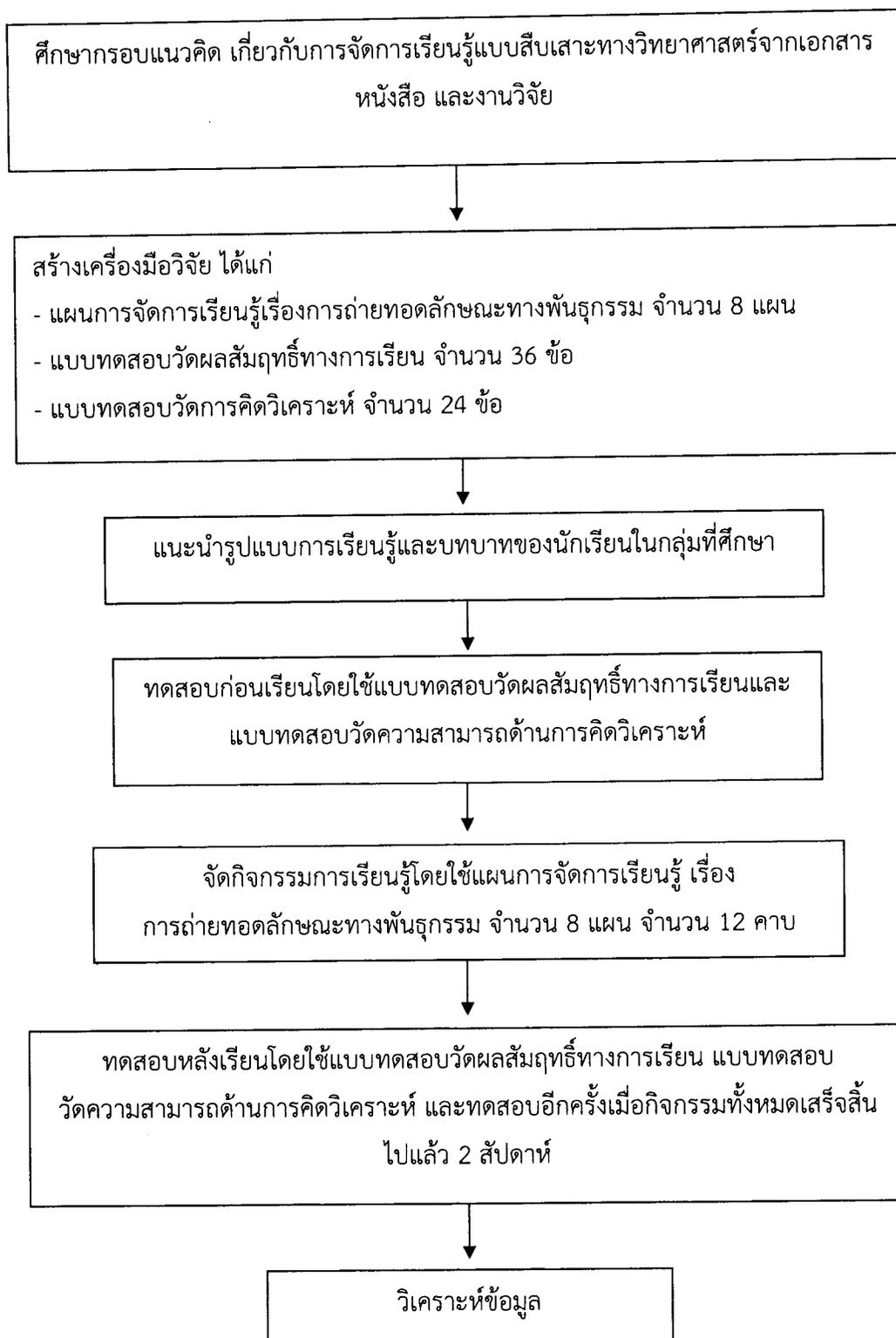
## 3.6.3.3 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน

$$\langle g \rangle = \frac{P_2 - P_1}{100 - P_1} \quad (3.12)$$

เมื่อ	$\langle g \rangle$	แทน	ค่าความก้าวหน้า
	$P_1$	แทน	ค่าร้อยละของคะแนนสอบก่อนเรียน
	$P_2$	แทน	ค่าร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ เรียงตามลำดับดังนี้

- 4.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้
- 4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
- 4.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.4 ความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.5 ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน
- 4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์
- 4.7 ความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์

#### 4.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

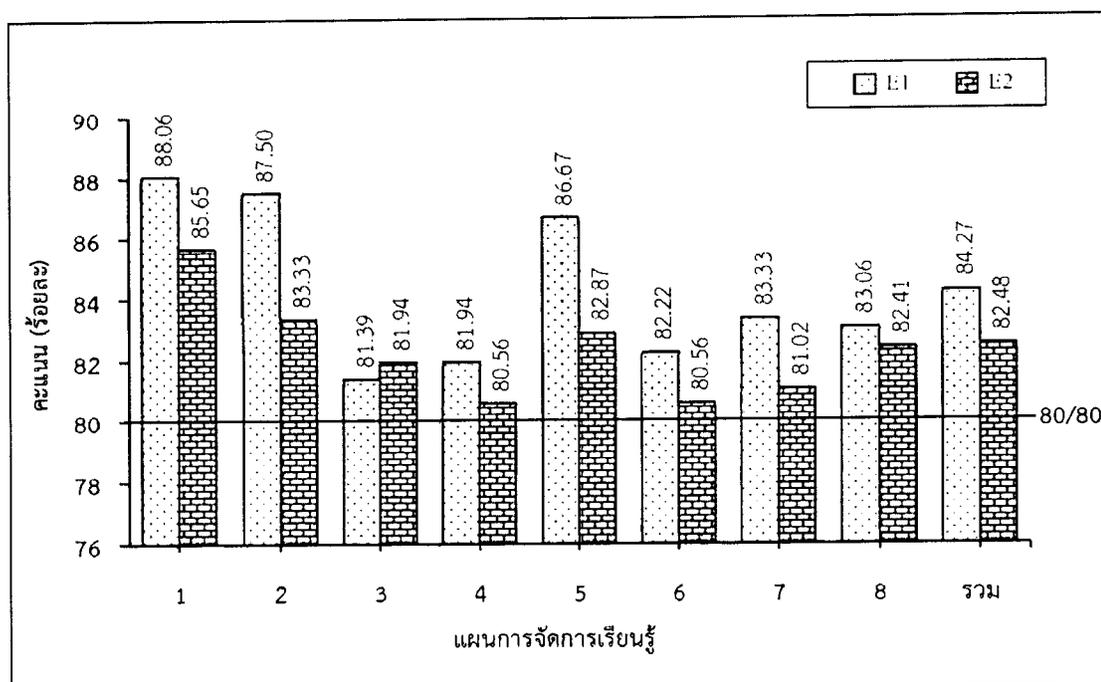
##### 4.1.1 ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้

##### 4.1.1.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัดในแต่ละแผน เพื่อนำมาหาคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการและคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพื่อนำมาหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เทียบกับเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการมีค่าเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 ทั้งแบบโดยรวมและแบบรายแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 81.39 ถึง 88.06 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.27 ในส่วนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 80.56 ถึง 85.65 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.48 แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับเกณฑ์มาตรฐานทั้งแบบโดยรวมและแบบรายแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.1 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 (เรื่องยีนและดีเอ็นเอ) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.06/85.65 รองลงมาคือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (เรื่องโครโมโซม) และ 5 (เรื่องโครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม) โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.50/83.33 และ 86.67/82.87 ตามลำดับ ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ที่มี

ประสิทธิภาพน้อยที่สุดคือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.94/80.56



ภาพที่ 4.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 4.1.1.2 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านการคิดวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัดในแต่ละแผน เพื่อนำมาหาคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการและคะแนนจากแบบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียน เพื่อนำมาหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เทียบกับเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการมีค่าเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 ทั้งแบบโดยรวมและแบบรายแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 81.39 ถึง 88.06 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.27 ในส่วนของคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 80.56 ถึง 86.11 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.33 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนนี้มีประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับเกณฑ์มาตรฐานทั้งแบบโดยรวมและแบบรายแผนการจัดการเรียนรู้

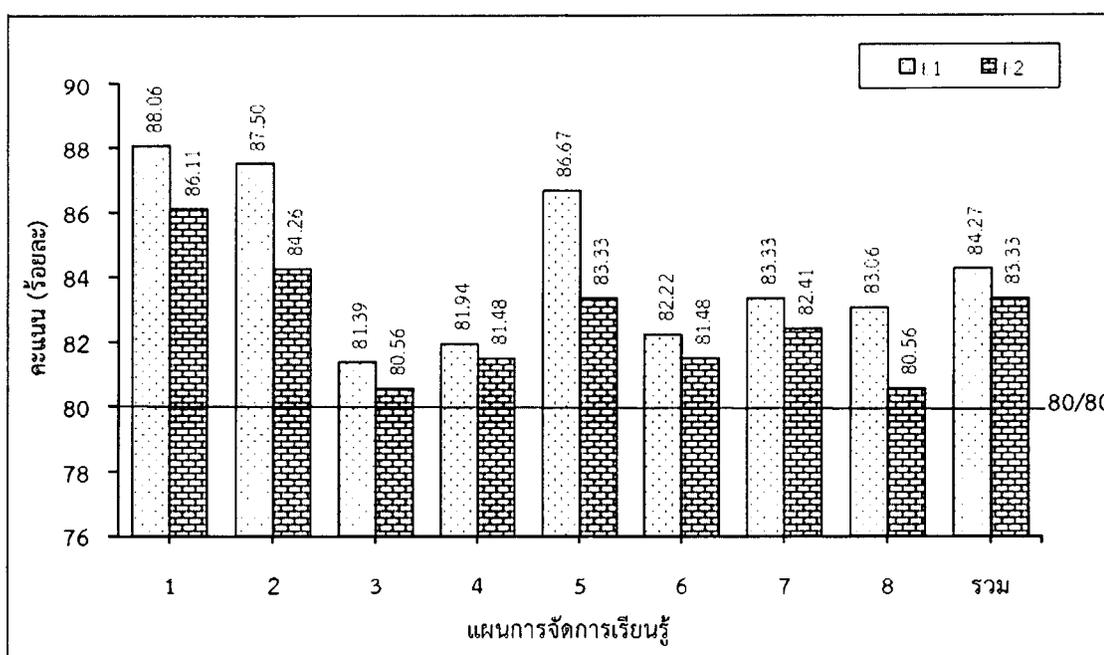
จากภาพที่ 4.2 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือแผนจัดการเรียนรู้ ที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.06/86.11 รองลงมาคือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 5 เช่นเดียวกับมีประสิทธิภาพด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีค่าเท่ากับ 87.50/84.26 และ

86.67/83.33 ตามลำดับ ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดคือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องวัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.39/80.56

#### 4.1.2 ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนรวมก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 23.92 และมีคะแนนรวมหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 80.63 ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.7454

จะเห็นได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ครอบคลุมทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านการคิดวิเคราะห์ และทั้งแบบโดยรวมและรายแผนการจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังพบว่า ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าสูงกว่าระดับมาตรฐาน 0.5

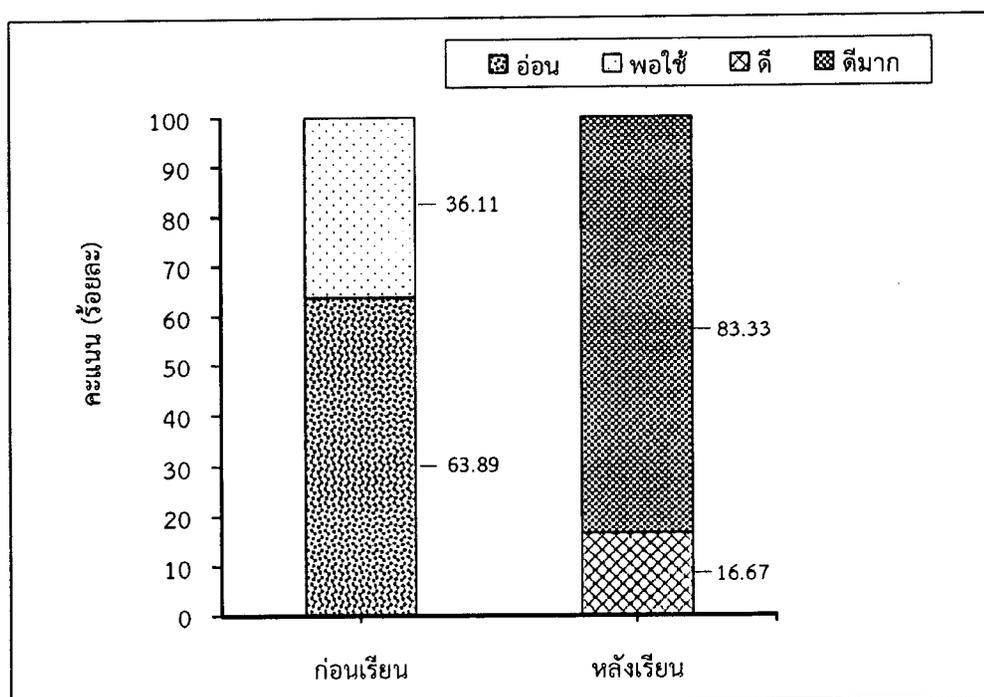


ภาพที่ 4.2 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านการคิดวิเคราะห์

#### 4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้ คะแนน 28-36 อยู่ในระดับดีมาก คะแนน 19-27 อยู่ในระดับดี คะแนน 10-18 อยู่ในระดับพอใช้ และคะแนน 0-9 อยู่ในระดับอ่อน พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $8.39 \pm 2.61$  จัดอยู่ในระดับอ่อน และสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม

คือพอใช้และอ่อน โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในกลุ่มอ่อนและพอใช้เท่ากับ 63.89 และ 36.11 ตามลำดับ สำหรับคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $29.69 \pm 3.28$  คิดเป็นร้อยละ 83.33 เป็นคะแนนที่จัดอยู่ในระดับดีมาก และสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือดีมากและดี โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มเท่ากับ 83.33 และ 16.67 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.3



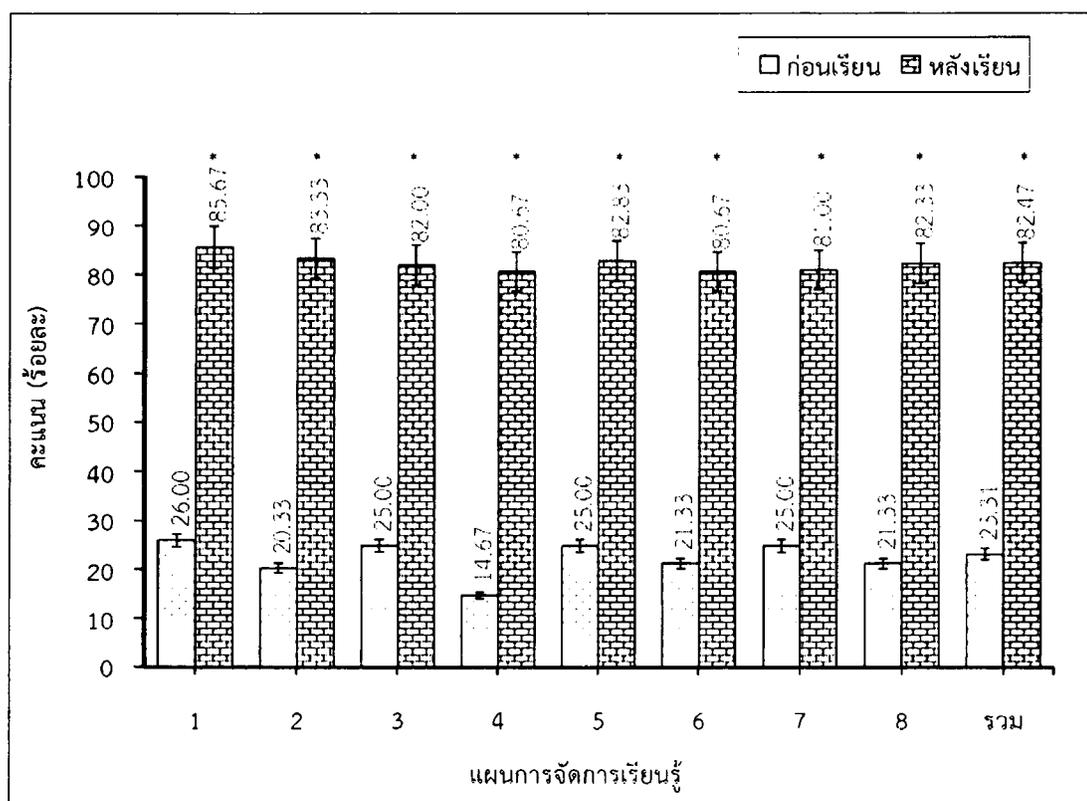
ภาพที่ 4.3 ระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

นอกจากนี้ จากภาพที่ 4.3 เมื่อพิจารณารายคน พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในกลุ่มดีเป็นนักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนอยู่ในกลุ่มอ่อน ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในกลุ่มดีมากเป็นนักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนอยู่ในกลุ่มอ่อนและพอใช้

เมื่อนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งชั้นมาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $t = 32.92^*$  และ  $p = 0.00$ ) เมื่อวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสถิติค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกันเป็นรายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าทุกแผนการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังภาพที่ 4.4

เมื่อวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายกลุ่มคือกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน พบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ภาพที่ 4.5) นอกจากนี้จากภาพที่ 4.5 ยังพบว่า คะแนนนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้น ( $29.69 \pm 3.28$ ) โดยกลุ่มเก่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $32.42 \pm 0.90$  กลุ่มปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $30.50 \pm 0.67$  คะแนนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มจัดอยู่ในระดับดีมาก ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มอ่อนมีค่าน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้นมีค่าเท่ากับ  $26.17 \pm 3.24$  ซึ่งคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อนนั้นจัดอยู่ในระดับดี

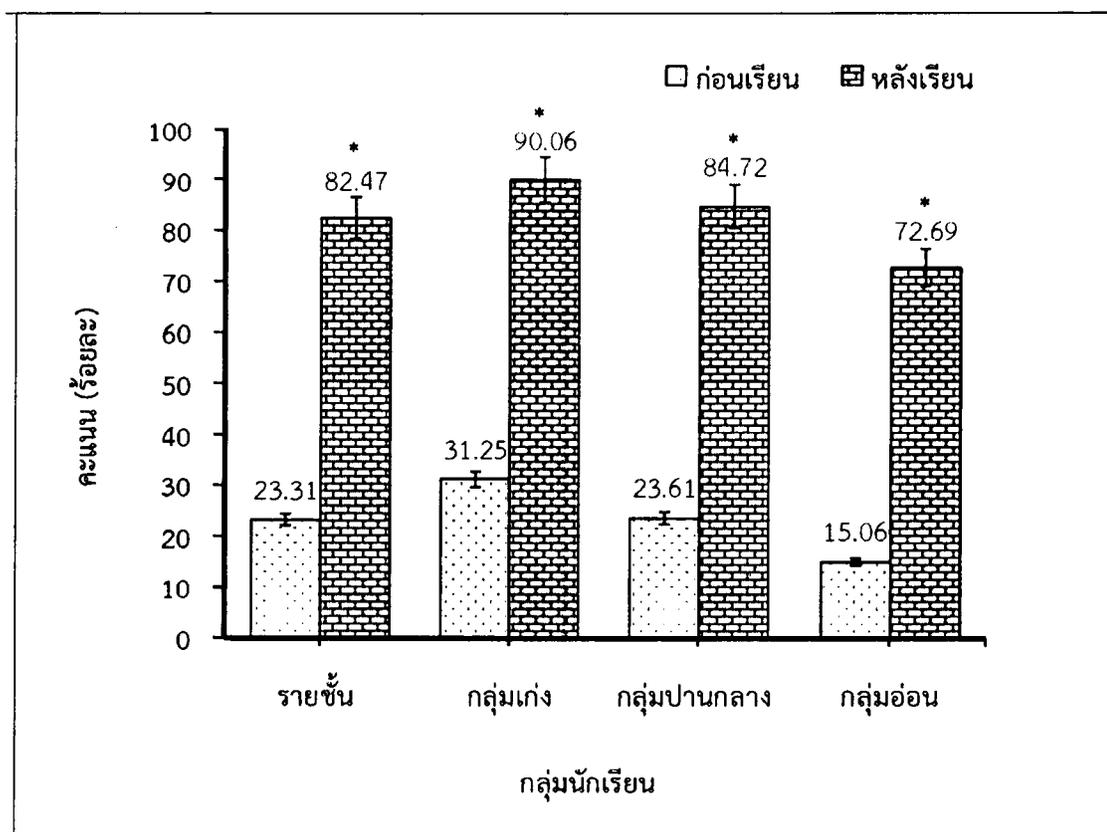
จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับอ่อนและพอใช้ เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สามารถยกระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไปอยู่ในระดับดีและดีมาก ทั้งนี้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งแบบรายชั้น แบบรายแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบรายกลุ่ม



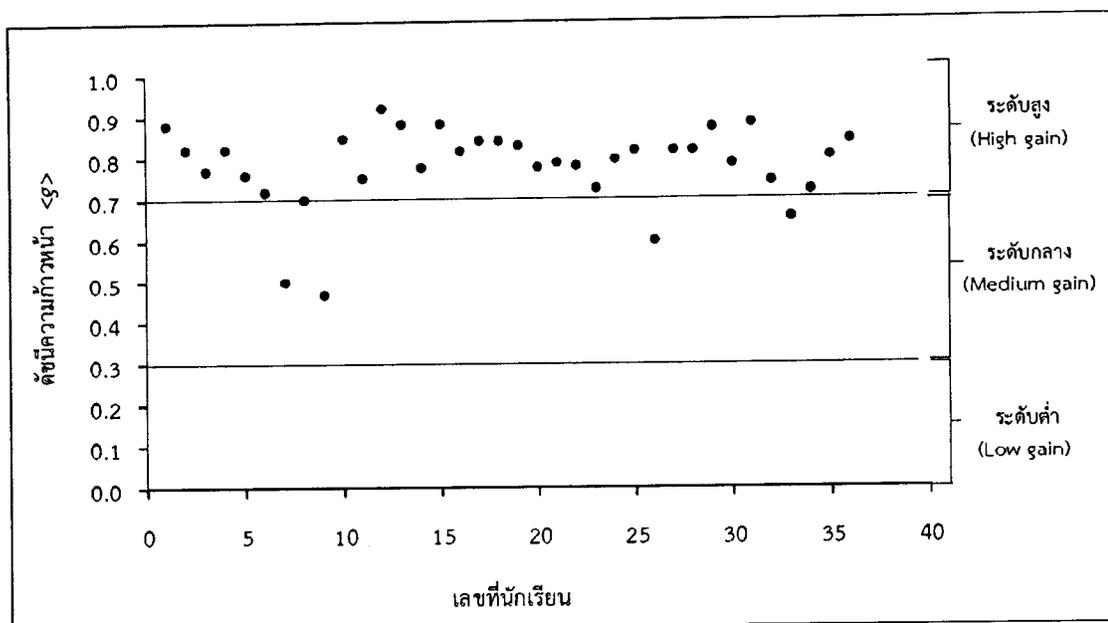
ภาพที่ 4.4 คะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายแผนการจัดการเรียนรู้

#### 4.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า นักเรียนทั้งชั้นมีดัชนีความก้าวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7716 จัดอยู่ในระดับสูง จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงถึงร้อยละ 77.16 เมื่อหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนรายคนพบว่ามึนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลางมีจำนวน 4 คน จากนักเรียนทั้งหมด 36 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 และมีนักเรียนอีก 35 คน มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 97.22 (ภาพที่ 4.6)



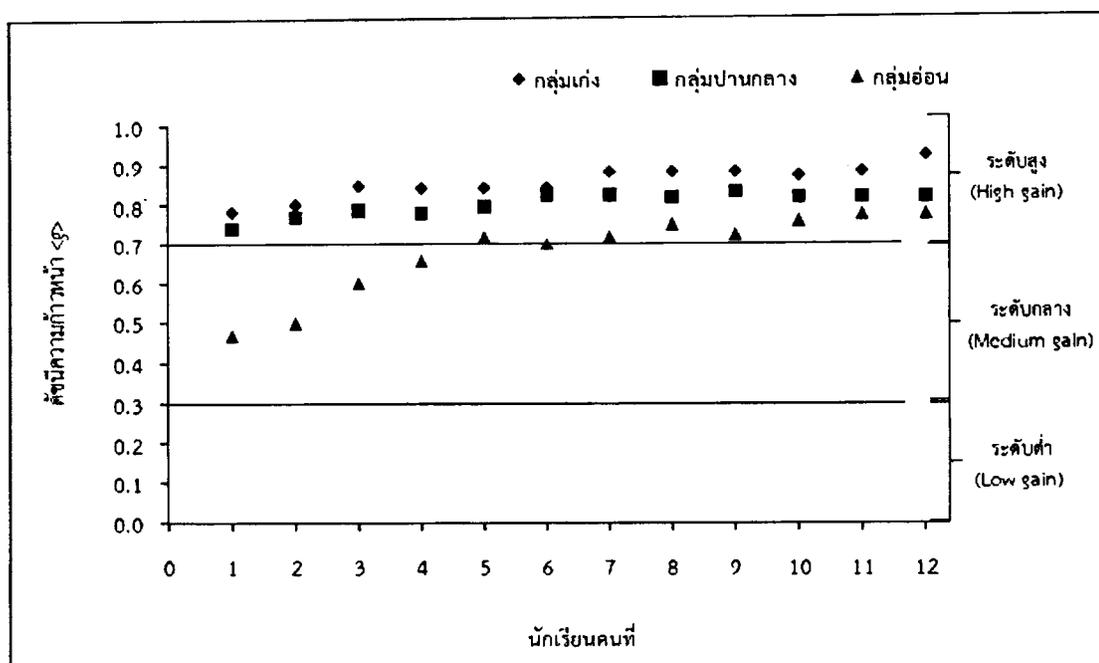
ภาพที่ 4.5 คะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายในกลุ่มของนักเรียน



ภาพที่ 4.6 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคล

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม พบว่านักเรียนในกลุ่มอ่อนจำนวน 4 คน มีค่าดัชนีความก้าวหน้าอยู่ในระดับกลาง อีก 8 คนอยู่ในระดับสูง ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มเก่งมีค่าดัชนีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูงทั้งหมด (ภาพที่ 4.7) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ของแต่ละกลุ่ม พบว่านักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุดคือกลุ่มเก่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 อยู่ในระดับสูง รองลงมาคือกลุ่มปานกลางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 อยู่ในระดับสูง และกลุ่มอ่อนเป็นกลุ่มที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.68 อยู่ในระดับกลาง (ภาพที่ 4.8)

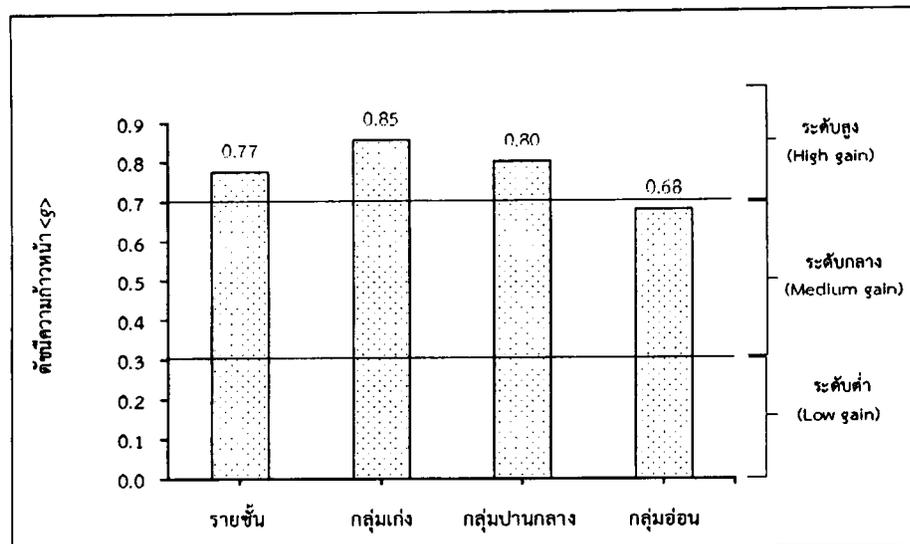
เมื่อวิเคราะห์ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการทดสอบความแปรปรวนทางเดียว พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนมีค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการเรียนด้านด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างน้อยหนึ่งคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $F = 22.70$  และ  $p = 0.00$ ) และเมื่อทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ย แต่ละคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุก ๆ คู่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



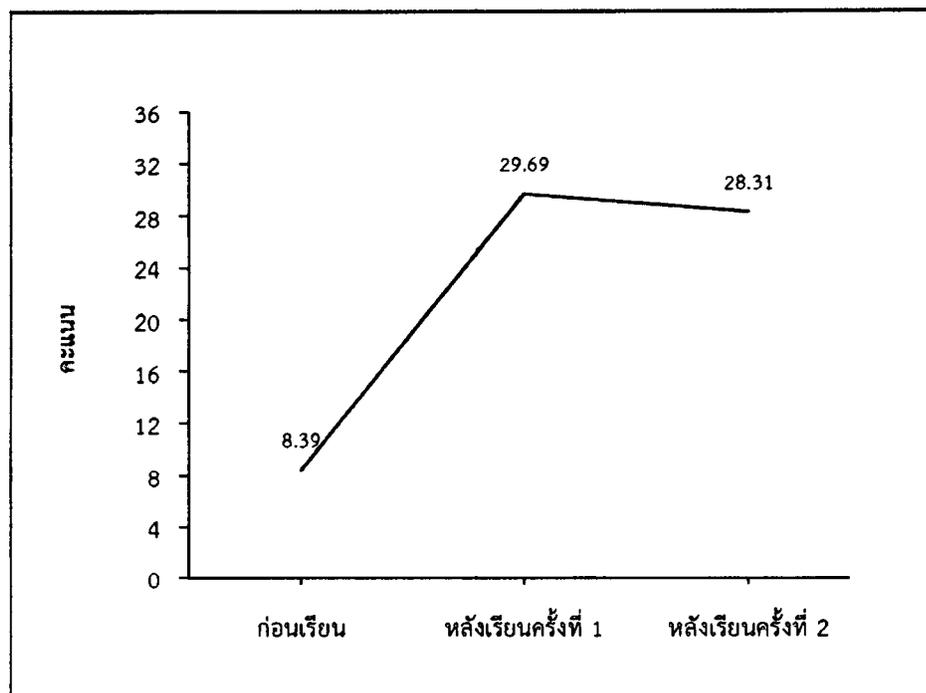
ภาพที่ 4.7 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายบุคคลภายในกลุ่มของนักเรียน

#### 4.4 ความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

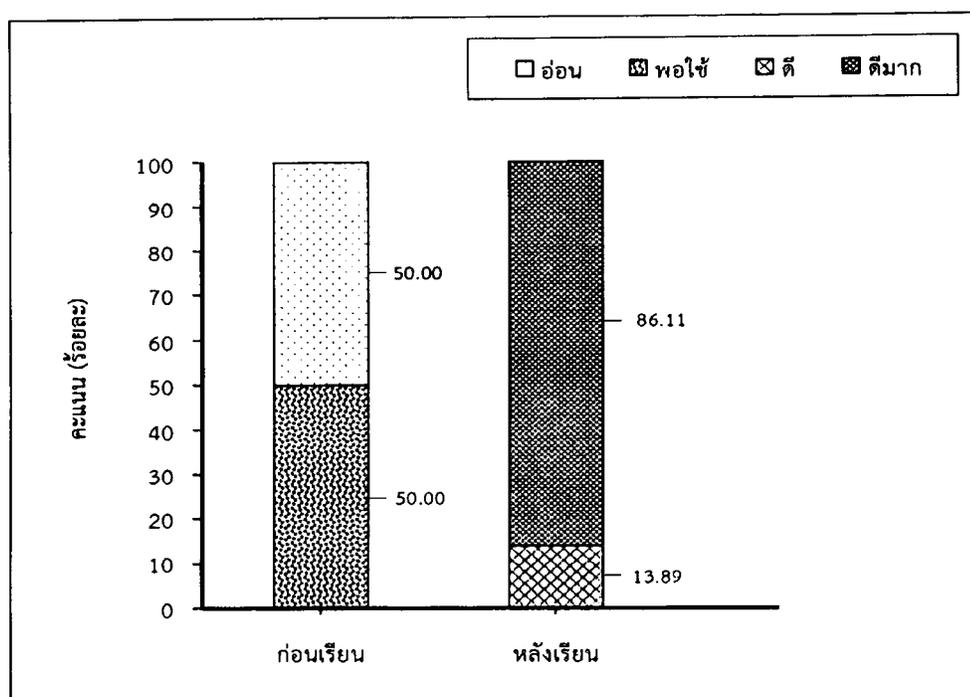
จากการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งที่ 1 คือทดสอบหลังจากเรียนเสร็จ และครั้งที่ 2 เมื่อเรียนเสร็จสิ้นไปแล้ว 2 สัปดาห์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $29.69 \pm 3.28$  และ  $28.31 \pm 3.64$  ตามลำดับ จากภาพที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนครั้งที่ 2 ลดลงจากครั้งที่ 1 นั่นคือ นักเรียนลืมเนื้อหาบางส่วน แต่ยังจำเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ และเมื่อวิเคราะห์คะแนนทั้งสองครั้งด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเสร็จไปแล้ว 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างจากคะแนนหลังเรียนครั้งที่ 1 ที่ระดับ 0.05 ( $t = -6.14$  และ  $p = 1.00$ ) และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนรายแผนการจัดการเรียนรู้ ก็ได้ผลเช่นเดียวกัน จึงกล่าวได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งแบบโดยรวมและรายแผนการจัดการเรียนรู้



ภาพที่ 4.8 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนภายในกลุ่ม



ภาพที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยของคะแนนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ภาพที่ 4.10 ระดับคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน

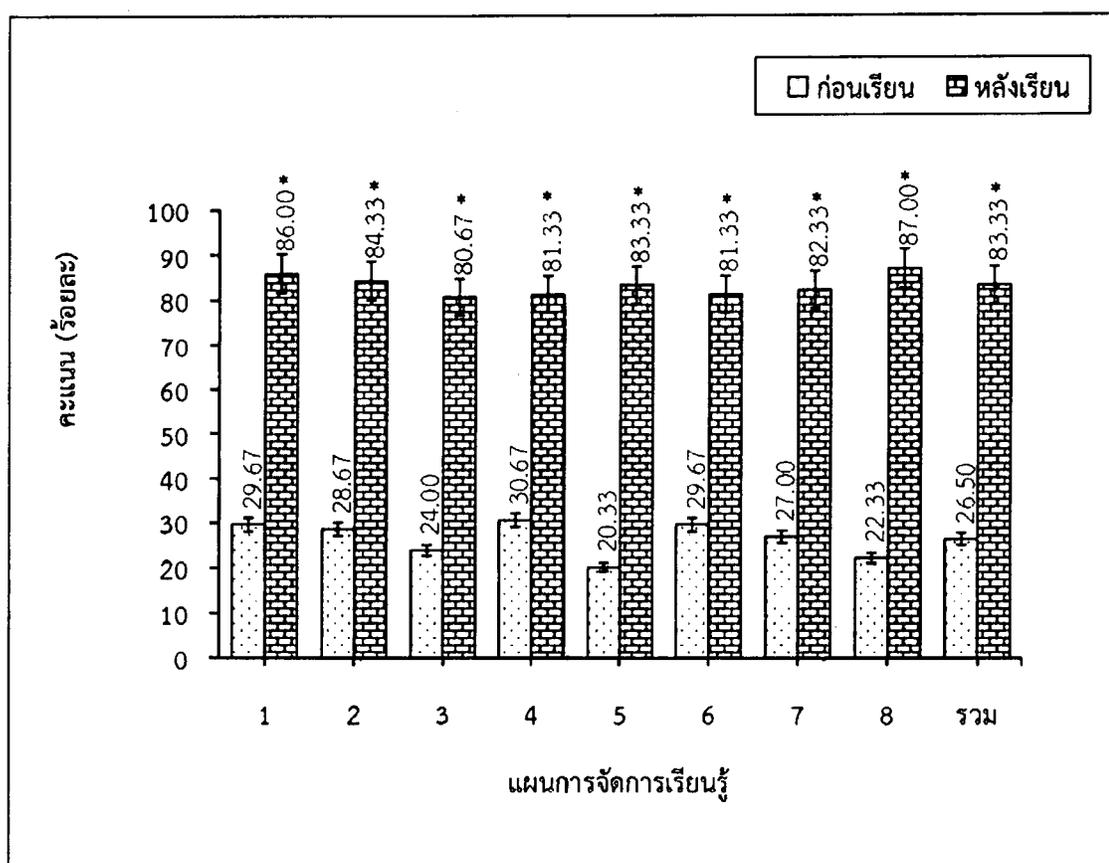
#### 4.5 ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการจัดระดับคุณภาพของคะแนนจากแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้ คะแนน 19-24 อยู่ในระดับดีมาก คะแนน 13-18 อยู่ในระดับดี คะแนน 7-12 อยู่ในระดับพอใช้ และคะแนน 0-6 อยู่ในระดับอ่อน พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $6.36 \pm 2.91$  จัดอยู่ในระดับอ่อน และสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือพอใช้และอ่อน โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนในกลุ่มอ่อนและพอใช้เท่ากับ 50.00 เท่ากัน สำหรับคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $20.00 \pm 1.47$  คิดเป็นร้อยละ 83.33 เป็นคะแนนที่จัดอยู่ในระดับดีมาก และสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือดีมากและดี โดยมีร้อยละของจำนวนนักเรียนใน แต่ละกลุ่มเท่ากับ 86.11 และ 13.89 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.10

นอกจากนี้ จากภาพที่ 4.10 เมื่อพิจารณารายคน พบว่านักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนอยู่ในกลุ่มดีเป็นนักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนอยู่ในกลุ่มอ่อน ส่วนนักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนอยู่ในกลุ่มดีมากเป็นนักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนอยู่ในกลุ่มอ่อนและพอใช้

เมื่อนำคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งชั้นมาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $t = 30.85^*$  และ  $p = 0.00$ ) และเมื่อ

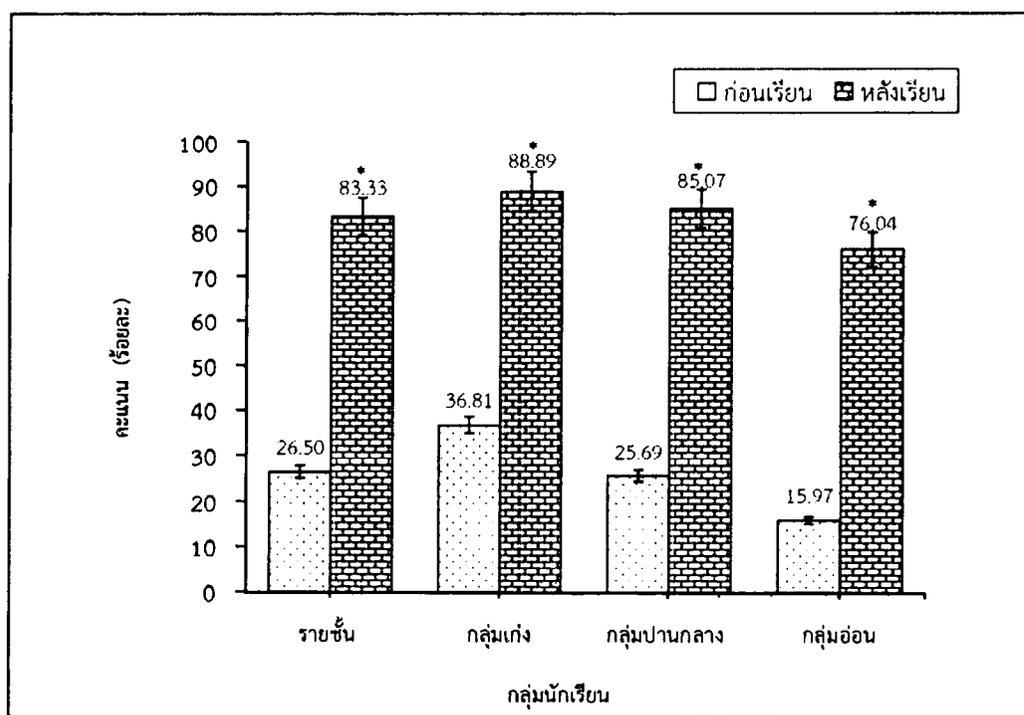
วิเคราะห์คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน รายแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าทุกแผนการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังภาพที่ 4.11



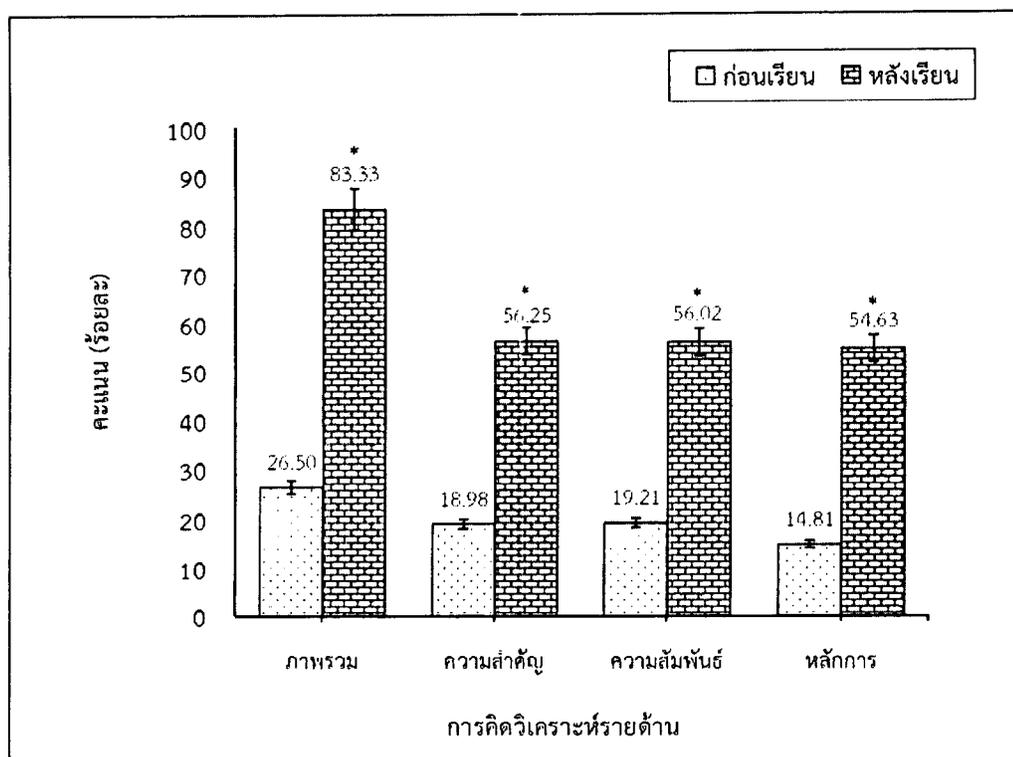
ภาพที่ 4.11 คะแนนร้อยละของความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์รายแผนการจัดการเรียนรู้

เมื่อวิเคราะห์คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์เป็นรายกลุ่มคือกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน พบว่านักเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ภาพที่ 4.12) นอกจากนี้จากภาพที่ 4.12 ยังพบว่าคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลาง มีคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้น ( $20.00 \pm 1.47$ ) โดยกลุ่มเก่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $21.33 \pm 0.49$  กลุ่มปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $20.42 \pm 0.51$  คะแนนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มจัดอยู่ในระดับดีมาก ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มอ่อนมีค่าน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้นมีค่าเท่ากับ  $18.25 \pm 0.97$  ซึ่งคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อนนั้นจัดอยู่ในระดับดี

เมื่อแยกความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ด้านคือ ด้านคิดวิเคราะห์ความสำคัญ คิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และคิดวิเคราะห์หลักการ พบว่านักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือความสัมพันธ์ และหลักการตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 6.75 6.70 และ 6.56 หรือคิดเป็นร้อยละ 56.25 56.02 และ 54.63 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.13)



ภาพที่ 4.12 คะแนนร้อยละของความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ภายในกลุ่มของนักเรียน



ภาพที่ 4.13 คะแนนร้อยละของความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์รายด้าน

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับอ่อนและพอใช้ เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์สามารถยกระดับคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนไปอยู่ในระดับดีและดีมาก ทั้งนี้ คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งแบบรายชั้น แบบรายแผนการจัดการเรียนรู้ แบบรายกลุ่ม และรายด้าน

#### 4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์

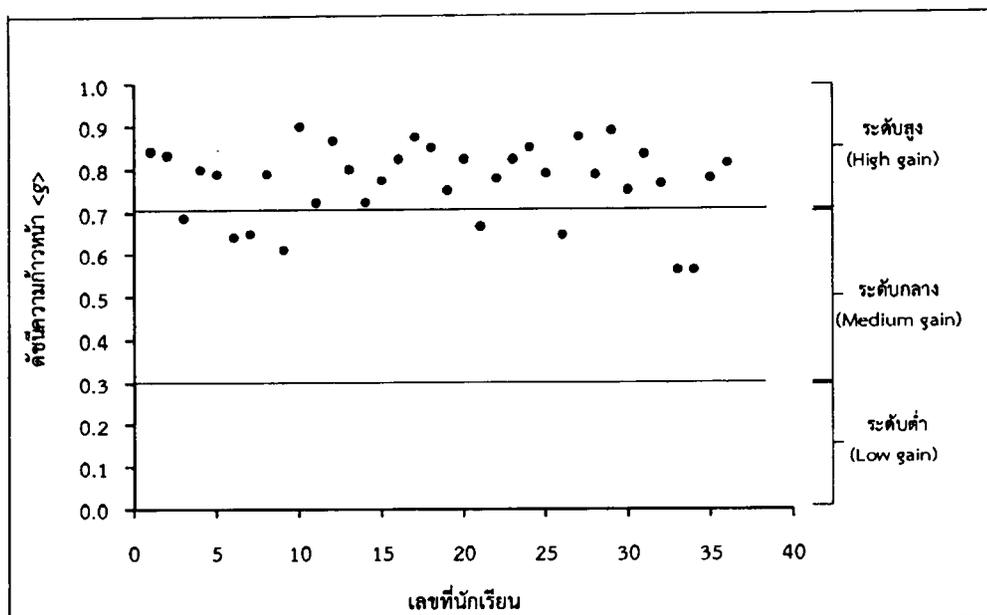
จากการพิจารณาคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า นักเรียนทั้งชั้นมีดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยเท่ากับ 0.7732 จัดอยู่ในระดับสูง จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 77.32 เมื่อหาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนรายคน พบว่ามีนักเรียนที่มีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง มีจำนวน 8 คน จากนักเรียนทั้งหมด 36 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 และมีนักเรียนอีก 28 คนมีค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 77.78 (ภาพที่ 4.14)

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม พบว่านักเรียนในกลุ่มอ่อนจำนวน 8 คน มีค่าดัชนีความก้าวหน้าอยู่ในระดับกลาง อีก 4 คนอยู่ในระดับสูง ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มเก่งมีค่าดัชนีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูงทั้งหมด (ภาพที่ 4.15) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของแต่ละกลุ่มพบว่านักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุดคือกลุ่มเก่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 อยู่ในระดับสูง รองลงมาคือกลุ่มปานกลางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 อยู่ในระดับสูง และกลุ่มอ่อนเป็นกลุ่มที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.71 แต่อยู่ในระดับสูงเช่นกัน (ภาพที่ 4.16)

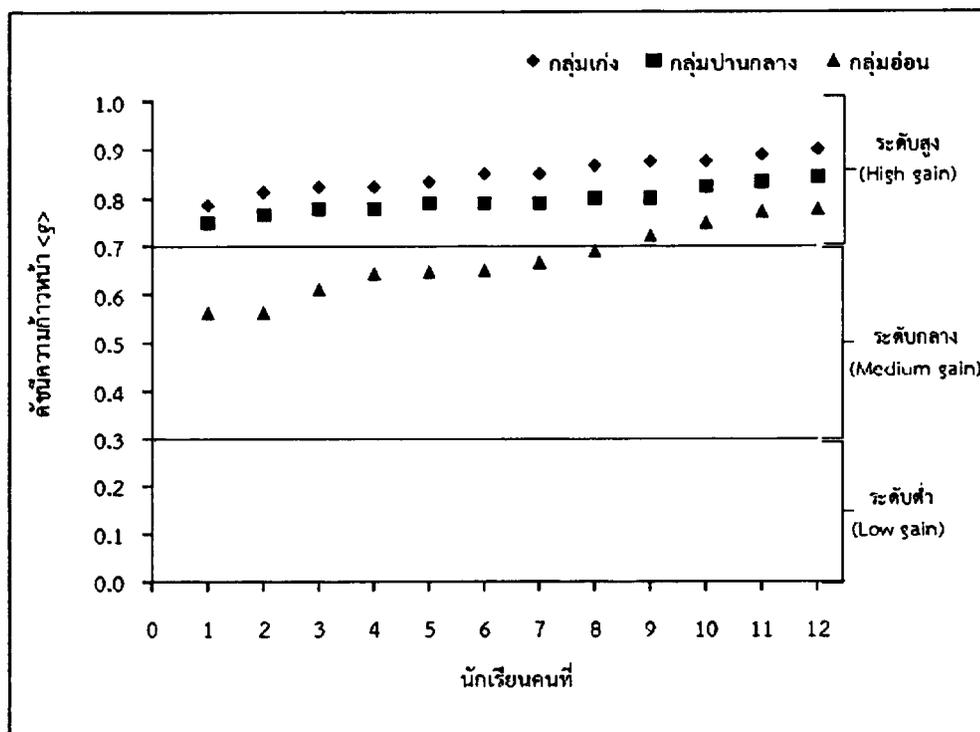
เมื่อวิเคราะห์ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ด้วยการทดสอบความแปรปรวนทางเดียว พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนมีค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์อย่างน้อยหนึ่งคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $F = 25.83$  และ  $p = 0.00$ ) และเมื่อทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มอ่อนกับกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนกับกับเก่ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

#### 4.7 ความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์

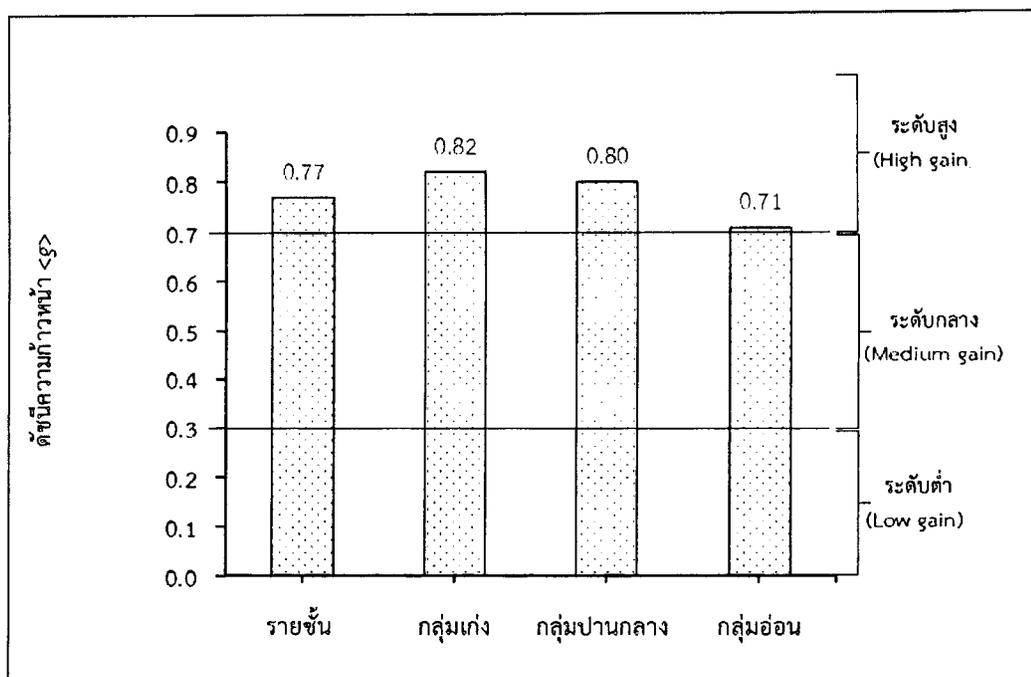
จากการพิจารณาคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบครั้งที่ 1 คือทดสอบหลังจากเรียนเสร็จ และครั้งที่ 2 เมื่อเรียนเสร็จสิ้นไปแล้ว 2 สัปดาห์พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $20.00 \pm 1.47$  และ  $19.19 \pm 2.00$  ตามลำดับ จากภาพที่ 4.17 แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนครั้งที่ 2 ลดลงจากครั้งที่ 1 นั่นคือ นักเรียนลืมเนื้อหาบางส่วน แต่ยังสามารถจำเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ และเมื่อวิเคราะห์คะแนนทั้ง 2 ครั้งด้วยสถิติค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเสร็จไปแล้ว 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างจากคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนที่ระดับ 0.05 ( $t = -3.16$  และ  $p = 1.00$ ) และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนรายแผนการจัดการเรียนรู้ ก็ได้ผลเช่นเดียวกัน จึงกล่าวได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์ทั้งแบบโดยรวมและรายแผนการจัดการเรียนรู้



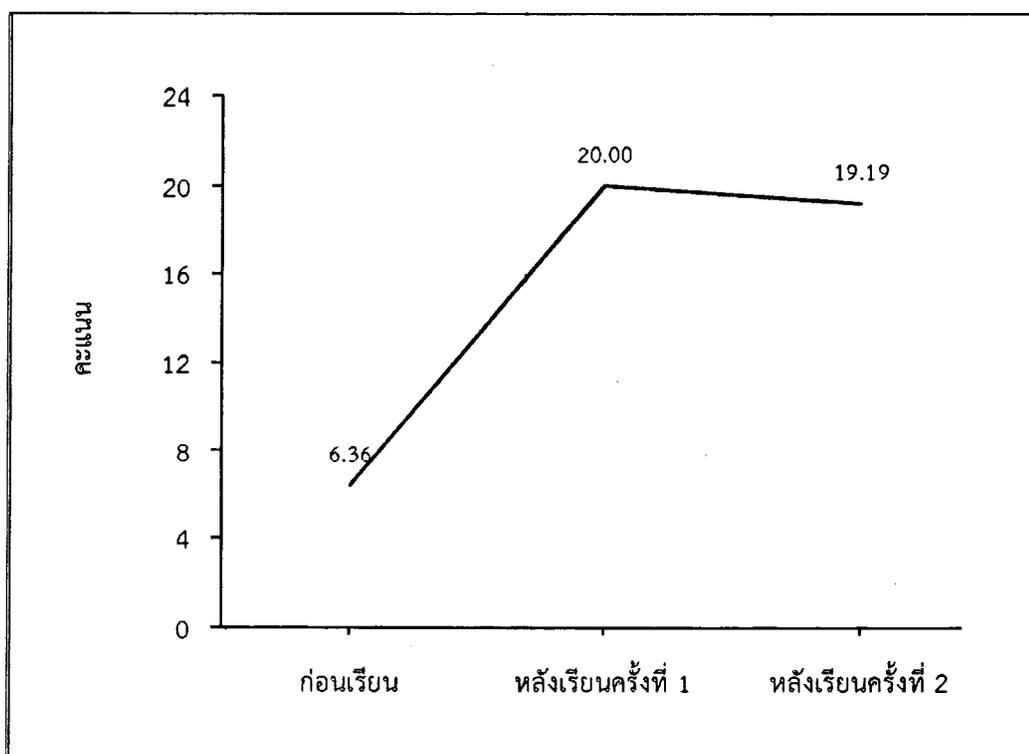
ภาพที่ 4.14 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนรายบุคคลในกลุ่มของนักเรียน



ภาพที่ 4.15 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์รายบุคคลภายในกลุ่มของนักเรียน



ภาพที่ 4.16 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนภายในกลุ่ม



ภาพที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยของคะแนนด้านความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผลและอภิปรายผล ตลอดจนมีข้อเสนอแนะดังนี้

#### 5.1 สรุปผล

##### 5.1.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ 84.27 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านการคิดวิเคราะห์เท่ากับ 82.48 และ 83.33 ตามลำดับ สรุปได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ร้อยละ 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7454

##### 5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ทั้งแบบรายชั้น รายแผนการจัดการเรียนรู้ และรายกลุ่ม

##### 5.1.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลของนักเรียน 4 คนอยู่ในระดับกลาง ส่วนนักเรียนอีก 32 คนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลอยู่ในระดับสูง และนักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง (0.77) ทั้งนี้ นักเรียนกลุ่มเก่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด รองลงมาคือนักเรียนในกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

##### 5.1.4 ความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนทั้ง 2 ครั้ง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 สรุปได้ว่านักเรียนมีความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

##### 5.1.5 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งแบบรายชั้น รายแผนการจัดการเรียนรู้ รายกลุ่ม และรายองค์ประกอบย่อย 3 ด้าน

โดยนักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือความสัมพันธ์และหลักการ ตามลำดับ

#### 5.1.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์

ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลของนักเรียน 8 คนอยู่ในระดับกลาง ส่วนนักเรียนอีก 28 คนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลอยู่ในระดับสูง และนักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับสูง (0.77) โดยนักเรียนกลุ่มเก่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด รองลงมาคือนักเรียนในกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนตามลำดับ โดยความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มอ่อนน้กกับกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนกับกับเก่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

#### 5.1.7 ความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์

พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนทั้ง 2 ครั้ง ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 สรุปได้ว่า นักเรียนมีความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์

## 5.2 อภิปรายผล

### 5.2.1 ประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของกระบวนการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.27/82.48 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80/80 ทั้งแบบโดยรวมและแบบรายแผนการจัดการเรียนรู้ ส่วนประสิทธิภาพของกระบวนการและความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.27/83.33 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80/80 ทั้งแบบโดยรวมและแบบรายแผนการจัดการเรียนรู้เช่นเดียวกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์คือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 รองลงมาคือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 5 ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน เป็นเรื่องที่นักเรียนเคยศึกษามาก่อนแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเป็นเนื้อหาที่สามารถนำไปใช้จริงได้ในชีวิตประจำวัน มีกิจกรรมที่หลากหลาย นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เช่น การทดลองสกัด ดีเอ็นเออย่างง่ายซึ่งนักเรียนไม่เคยทำมาก่อน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน นอกจากนี้นักเรียนยังได้เชื่อมโยงความรู้เรื่องโครงสร้างเซลล์ซึ่งนักเรียนได้เคยเรียนมาก่อนแล้ว มาใช้ในการอธิบายขั้นตอนการสกัดดีเอ็นเออย่างง่าย เช่น ใช้น้ำยาล้างจานกับเกลือเพื่อทำให้เซลล์แตก จึงจะสามารถสกัดดีเอ็นเอออกมาได้ เป็นต้น อีกทั้งยังมีกิจกรรมที่ช่วยย้ำ ซ้ำ ทวน ถึงโครงสร้างดีเอ็นเอด้วยการต่อโมเดลดีเอ็นเอกระดาษ ซึ่งนอกจากจะได้ความรู้แล้วยังได้พัฒนาสุนทรียภาพด้านศิลปะ ทำให้การเรียนรู้อันนี้มีค่าประสิทธิภาพมากที่สุด

นอกจากนี้การแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน โครโมโซม และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมผ่านกิจกรรมไมโทครีอิมยังทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม และเข้าใจว่าโครโมโซมสามารถควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้อย่างไร ซึ่งในกิจกรรมมีการเชื่อมโยงตั้งแต่การแยกกันของโครโมโซมคู่เหมือนในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ไปจนถึงการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lewis and Robinson (2000) ที่ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน โครโมโซม โครงสร้างเซลล์และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนอายุระหว่าง 14-16 ปี จำนวน 482 คน จากโรงเรียน 8 แห่งในประเทศอังกฤษที่เรียนวิชาพันธุศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างเซลล์ ยีน โครโมโซม และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จะไม่สามารถเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ได้ผลดีเพราะครูได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ดังกล่าวผ่านการทำกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ แล้วให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย และเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สามารถกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ให้เกิดแก่นักเรียนทุกกลุ่ม จึงทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพน้อยคือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 ซึ่งเป็นเรื่องการแบ่งเซลล์ ที่เป็นเช่นนี้ อาจเป็นเพราะเนื้อหาที่ค่อนข้างมาก มีรายละเอียดมาก ทั้งยังมีคำศัพท์ที่เป็นภาษาอังกฤษมากยากต่อการจดจำ จึงเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง จนมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน การเตรียมสื่อต่าง ๆ ตลอดจนการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ของครู เพื่อให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (ทิตินา แคมมณี, 2554) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ได้รับการพัฒนาตามขั้นตอน ทั้งได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ มีการทดลองใช้ แก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามมาตรฐาน ทำให้ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กรรณิการ์ กวางคีรี (2550) ที่ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.90/85.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Nuangchalem and Thammasena (2009) ที่ได้ศึกษาศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.46/82.50 เท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของนุชศรา ชุมมินทร์ และสุภาพร พรไตร (2557) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการ

จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องระบบนิเวศ พบว่า มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 78.80/82.44 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ที่ 75/75

งานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น อธิบายถึงเหตุที่ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เพราะแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นได้ผ่านการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการสร้างอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนและผ่านการตรวจความถูกต้องจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ นำไปทดลองก่อนนำไปใช้จริง การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ดำเนินการอย่างเป็นระบบดังกล่าวแล้ว ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ต้องมีการสร้างและพัฒนาตามขั้นตอนเพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อันจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามไปด้วย ดังจะเห็นได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7454 หมายถึงนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากขึ้นร้อยละ 74.54 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 0.50 และเป็นไปตามสมมติฐาน

### 5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความรู้เดิมใกล้เคียงกันคืออยู่ในระดับอ่อนและระดับพอใช้ เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 5 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 นักเรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ เป็นขั้นสร้างความสนใจ โดยการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มด้วยความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดอยู่ในช่วงเวลานั้น เช่นการตรวจดีเอ็นเอเพื่อหาคนร้ายในสื่อต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ครูเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน โดยไม่ได้บังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับประเด็นที่ต้องการศึกษาร่วมกัน กำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นอาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

ชั้นที่ 2 นักเรียนจะได้ทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานเพื่อกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้วิธีตรวจสอบหลาย

วิธี ลงมือปฏิบัติกิจกรรม (Hands-on activity) เพื่อเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากร่องรอยหรือหลักฐานที่ค้นพบ เป็นขั้นตอนที่เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลอย่างเพียงพอแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ในการสร้างคำอธิบายนั้นเป็นการตอบคำถามที่สงสัยในขั้นแรกพร้อมทั้งให้เหตุผลบนพื้นฐานของหลักฐานที่ค้นพบ

ขั้นที่ 4 นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้เพิ่มเติมถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ได้เปรียบเทียบว่าสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้กับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นค้นพบเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร นักเรียนได้นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ หรือปรากฏการณ์อื่นในธรรมชาติอย่างไร

ขั้นที่ 5 นักเรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบด้วยตนเอง เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการสื่อสาร อภิปราย โต้แย้งเพื่อหาข้อสรุปของเรื่องที่ได้ศึกษามาทั้งหมด ขั้นนี้ยังเป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

จะเห็นได้ว่าในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกปฏิบัติ ฝึกคิด และได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ จึงเป็นผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นและอยู่ในระดับดีและดีมาก ทั้งนี้ คณะแผนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่อง เช่น การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย กับวิธีสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ของสุภาพร แผลมแก้ว, เนติ เฉลยวาเรศ และศรินทิพย์ ภู่อาลี (2557) ที่พบว่าทั้งสองวิธีทำให้นักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องชีวิตพืชของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ของชยานันต์ จันดี (2557) พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และงานวิจัยเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องการแยกสาร ของ Supasorn and Lordkam (2014) พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นต้น

จากงานวิจัยที่กล่าวมาในข้างต้นได้กล่าวอ้างถึงสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เพราะการจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ให้ออกาสนักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกคิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ต้องด้วยตนเอง ครูจึงมีบทบาทอย่างมากในการปรับเปลี่ยนจากผู้สอนเป็นผู้ฝึก เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ 2545; Newman et al., 2004; Pedaste et al., 2015) และการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย มีการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ได้ลงมือทำกิจกรรมต่างๆด้วยตนเองเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น (Oliver 2007; Prince and Felder, 2007; Wang and Posey, 2011; Monvises et al., 2011; Kowasupat et al., 2012)

### 5.2.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง (0.77) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยความกระตือรือร้น มีการเรียนรู้แบบร่วมมือกันกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และยังเปิดโอกาสนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันทั้งระหว่างครูและนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกัน ด้วยการแลกเปลี่ยนสื่อสารกับเพื่อนในชั้นเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lorenzo, M., Crouch, C.H. and Mazur, E. (2006) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบการมีปฏิสัมพันธ์อย่างมีส่วนร่วม (Interactive engagement methods) ของนักศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์เบื้องต้นจำนวน 202 คน ของมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Harvard university) เพื่อลดช่องว่างทางการเรียนรู้ระหว่างเพศ โดยใช้เวลาในการศึกษา 7 ปี พบว่า ในการจัดการเรียนรู้ที่ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบร่วมมือกันและมีปฏิสัมพันธ์กันมาก จะยิ่งทำให้ทั้งสองเพศเรียนรู้ได้ดี และลดช่องว่างทางการเรียนรู้ได้มากเท่านั้น แม้ก่อนเรียนเพศชายจะมีคะแนนสูงกว่าเพศหญิงแต่หลังเรียนทั้งเพศชายและเพศหญิงต่างมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับสูงเช่นเดียวกัน และมีค่าไม่แตกต่างกัน (ความก้าวหน้าทางการเรียนของเพศชายและหญิง เท่ากับ 0.70 และ 0.71 ตามลำดับ) จึงกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้เช่นนี้ สามารถลดช่องว่างทางการเรียนรู้ระหว่างเพศได้ เพราะทั้งสองเพศเรียนรู้ได้ดีเช่นกัน

เมื่อพิจารณานักเรียนในรายกลุ่ม พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุดคือกลุ่มแก่ง รองลงมาคือกลุ่มปานกลาง นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง และกลุ่มที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์มีค่าน้อยที่สุดคือกลุ่มอ่อน ซึ่งมี

ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง โดยทั้ง 3 กลุ่มมีความก้าวหน้าทางการเรียนที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มักจะเรียนรู้แบบกลุ่ม เมื่อมีการทำกิจกรรมนักเรียนกลุ่มเก่งมักจะมีบทบาทมากที่สุด คือเป็นผู้ตอบคำถามและลงมือปฏิบัติกิจกรรม ประกอบกับนักเรียนกลุ่มเก่งจะมีความรับผิดชอบและสนใจในการเรียนมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ นอกจากนี้นักเรียนในกลุ่มเก่งยังได้สื่อสารการค้นพบของตนเองให้เพื่อนในกลุ่มฟัง การเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเก่งจึงเป็นการเรียนรู้ที่อาศัยการทำงานร่วมกันของสมองหลายส่วน ทำให้นักเรียนในกลุ่มเก่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด

ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางเป็นนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับกลาง เพราะในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมได้เรียนรู้ไปพร้อมกับเพื่อนกลุ่มเก่ง มีการแลกเปลี่ยนสื่อสารการค้นพบของตนเองกับเพื่อน ทำให้มีการแก้ไขความคิดที่คลาดเคลื่อน ทำให้นักเรียนในกลุ่มนี้เรียนรู้ได้ดี และมีความก้าวหน้าทางการเรียนใกล้เคียงกับนักเรียนในกลุ่มเก่ง สำหรับนักเรียนในกลุ่มอ่อนมีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุด และแม้จะน้อยกว่าความก้าวหน้าทางการเรียนของทั้งชั้น แต่ก็จัดอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้พบว่าไม่มีนักเรียนคนใดมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำเลย ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการเชื่อมโยงว่านักเรียนจะนำความรู้นี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร ทำให้นักเรียนเห็นว่าเนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องใกล้ตัว จึงมีความสนใจในการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามในการเรียนรู้ที่นักเรียนในกลุ่มนี้ยังไม่ได้แสดงบทบาทเท่าที่ควร คือไม่ได้เป็นคนลงมือปฏิบัติ แต่จะได้เรียนรู้ผ่านการสื่อสาร นักเรียนกลุ่มนี้จะได้เรียนรู้เมื่อเพื่อนสรุปข้อค้นพบ หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ให้ฟัง ดังนั้นครูจึงต้องมีการเตรียมกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายในการดึงดูดความสนใจของนักเรียนกลุ่มอ่อน กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้นและมุ่งมั่นที่จะเรียนให้มากขึ้น เพราะนักเรียนกลุ่มนี้มีความรับผิดชอบในการเรียนน้อย ทำให้สร้างองค์ความรู้ได้น้อย ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มนี้เพิ่มขึ้นไม่มาก (กนกวรรณ พลอาษา, 2549) ซึ่งส่งผลต่อความก้าวหน้าทางการเรียนด้วย ดังนั้นจึงต้องเอาใจใส่กับกลุ่มอ่อนให้ให้มากขึ้น

ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของมิรันตี โทผางษ์ และกานต์ตระกูล วุฒิสเลลา (2557) ที่ได้ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนและทักษะการทดลองในการเรียนเรื่อง ปฏิกริยาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนร้อยละ 42.86 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง และนักเรียนร้อยละ 57.14 มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และไม่มีนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ โดยนักเรียนที่อยู่ในระดับสูงนั้น เป็นนักเรียนที่มีคะแนนสูงจากการปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การทำแบบฝึกหัด และสามารถอธิบายให้เพื่อน ๆ ในกลุ่มฟังได้ และงานวิจัยของสุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภาพร (2554) ที่ได้ศึกษาการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรด-เบส ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด คือนักเรียนกลุ่มเก่ง รองลงมาคือนักเรียนกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนตามลำดับ งานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้กลุ่มอ่อนมีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุด เพราะ นักเรียนในกลุ่มอ่อนมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่ค่อนข้างต่ำ และไม่ค่อยสนใจในการเรียนจึงทำให้มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนค่อนข้างน้อย

#### 5.2.4 ความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $28.31 \pm 3.64$  ลดลงจากครั้งแรก ( $29.69 \pm 3.28$ ) แต่คะแนนหลังเรียนทั้ง 2 ครั้งไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งโดยภาพรวมและรายแผน สาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีความคงทนของความรู้ เนื่องมาจากนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ เช่น การทดลอง สถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นต้น ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของสมองหลายส่วน นักเรียนจึงจดจำเนื้อหาได้ดี ดังที่ Schmid and Bogner (2015b) ได้กล่าวว่า การลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ก่อให้เกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้และทำให้เกิดความรู้อย่างคงทน และ Lederman, Antink and Bartos (2014) ได้อธิบายว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่มีการใช้กิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ จะมีส่วนช่วยอย่างมากในการทำความเข้าใจด้านเนื้อหาให้แก่ นักเรียน กิจกรรมการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้มีความหมาย และคะแนนเฉลี่ยที่ลดลงในการทดสอบครั้งต่อมาหลังจากการสอบหลังเรียนทันที เป็นรูปแบบปกติ นักเรียนจะลืมเนื้อหาบางส่วนแต่จะไม่ลืมเนื้อหาทั้งหมด นั่นคือนักเรียนจะไม่มีคะแนนน้อยกว่าก่อนเรียน สิ่งที่เหลืออยู่ในการทำแบบทดสอบครั้งต่อ ๆ มาคือความคงทนของความรู้หรือความจำ (Geier and Bogner, 2010)

ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของวรนุช เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์ (2557) ที่ศึกษาการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โพรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และคะแนนสอบหลังเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (หลังกิจกรรมทั้งหมดเสร็จสิ้นไปแล้ว 2 สัปดาห์) ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โพรตีนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนของความรู้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schmid and Bogner (2015b) ที่ศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีผลต่อความคงทนของความรู้ในระยะยาวของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 138 คน ที่เรียนเรื่องการได้ยินเสียงหรือไม่ โดยทดสอบความรู้ด้านเนื้อหาของผู้เรียน 4 ครั้ง คือครั้งที่ 1 ก่อนจัดการเรียนรู้ 2 สัปดาห์ (T0) ทดสอบหลังเรียนในวันที่จัดการเรียนรู้ (T1) ทดสอบหลังจากที่เรียนจบไปแล้ว 6 สัปดาห์ (T2) และ

หลังจากที่เรียนจบไปแล้ว 12 สัปดาห์ (T3) พบว่า ผู้เรียนมีความจำระยะสั้นคือ มีคะแนน T1 มากกว่า T0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความคงทนของความรู้หรือมีความจำระยะยาว โดยมีคะแนน T2 มากกว่า T0 และผู้เรียนมีคะแนน T3 ไม่เปลี่ยนไปจาก T1 และ T2 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนไม่ลืมเนื้อหาที่ได้เรียนอย่างน้อยใน 6 สัปดาห์ นอกจากนี้ยังพบว่า การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้เหมาะสมสำหรับผู้เรียนทั้งชายและหญิง โดยคะแนน T0 ของผู้เรียนชายสูงกว่าผู้เรียนหญิง แต่คะแนน T1, T2 และ T3 ในทั้ง 2 เพศไม่แตกต่างกัน

### 5.2.5 ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนของนักเรียน พบว่า อยู่ในระดับอ่อนและพอใช้ เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แล้ว พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นโดยอยู่ในระดับดีและดีมาก ทั้งนี้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เน้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ในทุกขั้นตอน

การจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ทุกขั้นตอน เริ่มต้นด้วยการใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นความสนใจใฝ่รู้ ให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะสืบเสาะหาความรู้ ในขั้นของการสำรวจ ค้นหาต้องให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์หองค์ประกอบ ความสัมพันธ์ และหลักการระหว่างตัวแปรอิสระ (เหตุ) และตัวแปรตาม (ผล) และจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับคำถามที่กำลังสำรวจตรวจสอบ (สุธีระ ประเสริฐสุธรรม, 2555) ในขั้นสร้างคำอธิบายต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคำกล่าวอ้างและหลักฐานสนับสนุนว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ ในขั้นอภิปรายความรู้ ต้องให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หลักการ และเหตุผล ว่าคำอธิบายนั้นตอบคำถามที่ต้องการทราบหรือไม่ มีหลักฐานสนับสนุนเพียงพอหรือไม่ และเหมือนหรือต่างกับคำอธิบายที่นักวิทยาศาสตร์ได้กล่าวไว้ในเรื่องเดียวกันหรือไม่ อย่างไร (National research council, 2000; พิกุล แผนสุพัต และสุภาพร พรไตร, 2554) และสุดท้ายในขั้นประเมินผลต้องส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศการซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักเรียน แสดงเหตุผลโต้แย้ง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในงานของตนเอง และจะทำให้เกิดการพัฒนาทางความคิดอย่างต่อเนื่อง จากนั้นครูและนักเรียนจึงร่วมกันสรุปบทเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน (สิทธิพล อาจอินทร์, 2554; สุภาพร พรไตร, 2555; Oliver, 2007; Prince and Felder, 2007; Wang and Posey, 2011) สอดคล้องกับแนวคิดของ Tolman and Hardy (1995) ที่กล่าวว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เหมาะที่จะใช้กับนักเรียนทุกระดับชั้น และเหมาะที่จะใช้กับการสอนแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ เพราะเน้นความสามารถด้านการคิดโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การคิดแก้ปัญหา การคิดไตร่ตรอง การคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของกรณิการ์ กวางศิริ (2555) ที่ศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ เรื่องสารละลายกรด-เบส ในผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นที่น่าสังเกตด้วยว่าการพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ควรเริ่มด้วยการใช้คำถาม และกระตุ้นให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ และหาคำตอบของคำถามนั้นด้วยตนเอง ดังที่ได้ทำในงานวิจัยครั้งนี้ ทำให้นักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ดีขึ้นมาก ดังเห็นได้จากนักเรียนมีคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.33 ซึ่งสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย (ร้อยละ 82.47) การใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนและพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์นี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lin et al. (2014) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันได้แก่ ผังความคิดรวบยอด (Concept mapping) แบบถามและตอบ (Question and answer) และกรณีศึกษาจากคนใช้จริง (Real-life case study) ต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาพยาบาลจำนวน 109 คนในไต้หวัน พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักศึกษาพยาบาลมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์มากที่สุดคือการจัดการเรียนรู้แบบถามและตอบ และพบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่ได้อ่านด้วยวิธีอื่นด้วย เพราะการถามและตอบทำให้ทราบว่ามีจุดใดที่ยังไม่เข้าใจ จะได้ทำความเข้าใจเพิ่ม และเป็นการฝึกสมองให้มีการคิดอย่างต่อเนื่องทั้งเพื่อที่จะตอบคำถามและตั้งคำถาม นอกจากนี้ยังพบว่านักศึกษาที่ได้อ่านด้วยวิธีนี้มีความมั่นใจเพิ่มขึ้นเมื่อต้องปฏิบัติงานจริง เพราะมีความรู้ด้านทฤษฎีมาเป็นอย่างดี เป็นความรู้ที่ไม่ได้ท่องจำว่าถูกหรือผิด แต่เป็นความรู้ที่ผ่านการไตร่ตรองหาเหตุผลมาเป็นอย่างดีแล้ว

เมื่อแยกวิเคราะห์ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์เป็นรายด้าน พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือความสัมพันธ์ และหลักการตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ ในการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญเป็นขั้นเริ่มต้นของการคิดวิเคราะห์เพราะเป็นการจำแนกส่วนประกอบของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง ส่วนประกอบใดมีความสำคัญส่วนใดไม่สำคัญ เมื่อวิเคราะห์สิ่งสำคัญได้แล้ว จึงคิดวิเคราะห์ขั้นต่อไปคือคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นการคิดวิเคราะห์ว่าแต่ละส่วนประกอบมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน จากนั้นจึงเป็นการคิดวิเคราะห์หลักการเป็นลำดับสุดท้าย เป็นการคิดวิเคราะห์ว่าโครงสร้างและระบบของสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นได้เนื่องจากอะไร ยึดอะไรเป็นหลัก ยึดถือหลักการใด และมีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง จะเห็นว่าการคิดวิเคราะห์มีลักษณะเป็นลำดับขั้น ดังนั้นนักเรียนจึงมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ขั้นที่ง่ายที่สุดก่อน นั่นคือด้านความสำคัญ เมื่อชำนาญแล้วจึงเริ่มวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และหลักการตามลำดับ ซึ่งผลการวิจัย

สอดคล้องกับงานวิจัยของนุชศรา ชุมมินทร์ และสุภาพร พรไตร (2557) ที่ศึกษาการยกระดับความสามารถการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนเรื่องระบบนิเวศ พบว่า มีคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยยกระดับความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์จากระดับพอใช้ไปอยู่ในระดับดีมาก โดยการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญมีค่าคะแนนสูงสุด รองลงมาคือความสัมพันธ์ และหลักการ ตามลำดับ

ในรายกลุ่มนั้นนักเรียนในกลุ่มเก่งมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ที่สูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนตามลำดับ ที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ เพราะในการจัดการเรียนรู้ ครูเริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์ที่น่าสนใจ แล้วใช้คำถามที่หลากหลาย จะทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ความสำคัญ ความสัมพันธ์ หลักการเหตุและผลในเรื่องรานั้น ๆ (สุวิทย์ มูลคำ, 2547; สุภาพร พรไตร, 2555) และในการพัฒนาทักษะความรู้นั้นจะต้องพัฒนาไปเป็นระดับขั้นเริ่มจากทักษะระดับต่ำ (Lower order thinking skills) ก่อนจึงพัฒนาไปทักษะระดับที่สูงขึ้น (Higher order thinking skills) ต่อไปได้ (ศักดิ์ศรี สุภาธร, 2554) การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะการคิดระดับสูง นักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางจึงมีความสามารถด้านนี้มากกว่ากลุ่มอ่อน ผลงานวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของวิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาธร (2556) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ นักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนในด้านการศึกษาวิเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์สูงที่สุดคือกลุ่มเก่ง รองลงมาคือกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ตามลำดับ

### 5.2.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์

นักเรียนทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ในระดับสูง เมื่อพิจารณา นักเรียนในรายกลุ่มพบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความก้าวหน้ามากที่สุดคือกลุ่มเก่ง รองลงมาคือกลุ่มปานกลาง และกลุ่มที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์มีค่าน้อยที่สุดคือกลุ่มอ่อน ทุกกลุ่มมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง เช่นเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กลุ่มเก่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนน้อยที่สุด ที่ผลเป็นเช่นนี้ อาจเป็นเพราะการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการคิดเพื่อหาคำตอบ โดยใช้สถานการณ์ เนื้อหาสาระ หรือปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ เพราะหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดคือการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ส่งผลให้นักเรียนมีความอยากรู้ อยากเห็นและอยากค้นหาคำตอบ นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ฝึกการคิดทั้งรายบุคคลและกลุ่มย่อยทั้งการวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดและ

แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพราะการอภิปรายกลุ่มและการเรียนรู้ร่วมกันจะช่วยเสริมสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการคิดและมีผลต่อการพัฒนาการคิดของผู้เรียนอีกด้วย นอกจากนี้กิจกรรมการนำเสนอและอภิปรายผลการคิด จะช่วยพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน เพราะปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนขยายขอบเขตความคิดให้กว้างและซับซ้อนยิ่งขึ้น (สิทธิพล อางอินทร์, 2554) ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านการคิดวิเคราะห์แล้วพบว่านักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูงจะมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ในระดับสูงด้วย (ภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.14)

ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lin et al. (2014) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันได้แก่ ผังความคิดรวบยอด (Concept mapping) แบบถามและตอบ (Question and answer) และกรณีศึกษาจากคนไข้จริง (Real-life case study) ต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาพยาบาลจำนวน 109 คนในได้หวัน พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีถามและตอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่ได้เรียนด้วยวิธีอื่น และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์สูงด้วย และการเรียนด้วยวิธีนี้ยังช่วยพัฒนาความร่วมมือการเป็นผู้รู้จักแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและยอมรับฟังเหตุผลของผู้อื่น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อวิชาชีพพยาบาลต่อไปในอนาคต

อย่างไรก็ตาม จากภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.14 จะพบว่า นักเรียนคนที่ 3, 6, 21 และ 34 เป็นนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง แต่มีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ในระดับกลาง แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ยังคุ้นเคยกับการเรียนรู้แบบท่องจำเพื่อสอบ ที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูงอาจเพราะนักเรียนทำข้อสอบที่เริ่มจากทักษะระดับต่ำคือในระดับจำ เข้าใจ และนำไปใช้ ซึ่งเป็นระดับที่อาศัยการทำความเข้าใจและจดจำเพื่อไปทำข้อสอบ แต่ยังไม่ได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์เท่าที่ควร ดังที่ วิจารณ์ พานิช (2555) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงไม่ใช่การฟังครูบอก หรืออ่านหนังสือแล้วท่องจำหรือทำความเข้าใจในสมองคู่ไปกับการท่องจำ การเรียนรู้แบบนี้ คือแบบที่ใช้กันโดยทั่วไปในประเทศไทยในขณะนี้ จะไม่ทำให้เกิดการเรียนรู้ ในมิติที่ลึกและเชื่อมโยง ไม่เกิดปัญญา และไม่เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ดังนั้น ครูจึงควรกระตุ้นให้นักเรียนในกลุ่มนี้ได้รับการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้มากขึ้น อาจทำได้โดยครูหรือเพื่อนเป็นผู้ถาม แล้วให้นักเรียนกลุ่มนี้ตอบ หรือครูกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มนี้เป็นผู้ถามคำถาม แล้วให้เพื่อนในห้องร่วมกันอภิปรายและหาคำตอบเพื่อยกระดับความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ให้สูงขึ้น

นักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางมีค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ ไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 แต่ค่าเฉลี่ยของกลุ่มอ่อนกับกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนกับ

กลุ่มเก่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ช่วยพัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้นักเรียนในกลุ่มเก่งและปานกลางได้ เพราะนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสนใจ ใฝ่เรียนรู้และมีความรับผิดชอบในการทำกิจกรรม ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้ของตนเอง แต่การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ อาจยังไม่ได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้นักเรียนกลุ่มอ่อนเท่าที่ควร อาจเป็นเพราะนักเรียนกลุ่มอ่อนยังมีแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้น้อย เมื่อต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรม จึงมักหลีกเลี่ยงให้นักเรียนคนอื่นทำแทน ทำให้การเรียนรู้ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร ส่งผลให้ความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มนี้น้อยที่สุด แต่ยังคงอยู่ในระดับสูง

จากภาพที่ 4.8 และ ภาพที่ 4.16 เป็นที่น่าสังเกตว่านักเรียนกลุ่มอ่อนมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับกลาง แต่กลับมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มอ่อน มีการคิดวิเคราะห์มากกว่าการเรียนแบบท่องจำ แม้นักเรียนกลุ่มนี้จะไม่สามารถจดจำเนื้อหาได้ทั้งหมด แต่นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ได้ ซึ่งเป็นความสามารถที่สำคัญในการเผชิญสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม บนพื้นฐานของหลักเหตุและผล เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ในสังคม เป็นการเตรียมตัวให้พร้อมสำหรับการเป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จึงเหมาะสมสำหรับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการใช้คำถามที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ยังสามารถพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนทุกกลุ่ม ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อีกด้วย

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ ความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการคิดวิเคราะห์หลักการ เพราะการฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ประเด็นย่อยของความรู้ เชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงหลักการ และเหตุผลของประเด็นย่อยเหล่านั้น นำไปสู่การเกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ (สุธีระ ประเสริฐสรรพ, 2555; McDonald, 2012) การที่นักเรียนได้มีโอกาสในการนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น คิดวิเคราะห์และซักถาม แสดงเหตุผลโต้แย้งในคำอธิบายที่สร้างขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในงานของตนเอง (National research council, 2000; Proulx, 2004; สุภาพร พรไตร, 2555)

### 5.2.7 ความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์

คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $19.19 \pm 2.00$  ลดลงจากครั้งแรก ( $20.00 \pm 1.47$ ) แต่คะแนนหลังเรียนทั้ง 2 ครั้งไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีความคงทนของความรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งโดยภาพรวมและรายแผน สรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์ โดยนักเรียนมีความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์ในทุก

แผนการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในทุกแผน นอกจากจะช่วยพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์แล้ว ยังทำให้เกิดความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์อีกด้วย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สังเกตรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติ และนำมาสร้างคำอธิบายเพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ในสถานการณ์ที่ต่างไปจากบทเรียนยังมีส่วนช่วยทำให้เกิดความคงทนของความรู้ เพราะนักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดเป็นความจำระยะยาวขึ้น (Custers, 2010; Dresner, 2014)

ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Metz (2008) ที่ศึกษาการสอนสถิติในวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อความเข้าใจที่คงทนเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ในรายวิชาชีววิทยาเบื้องต้นของนักศึกษาเอกชีววิทยา จำนวน 264 คน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความรู้ทางสถิติหลังเรียน สามารถคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 โดยเพิ่มขึ้นจากรายวิชาสถิติเบื้องต้นที่นักศึกษาได้เรียนผ่านมาในภาคเรียนที่แล้วร้อยละ 9 เมื่อทดสอบอีกครั้งหลังจากเวลาผ่านไปนาน 1 ปี พบว่า คะแนนหลังเรียนทั้งสองครั้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นคือนักเรียนมีความคงทนของความรู้ด้านการคิดวิเคราะห์ โดยงานวิจัยนี้ไม่พบความแตกต่างทางการเรียนรู้ของเพศชายและหญิง

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า แผนที่มีประสิทธิภาพน้อยคือแผนการจัดการเรียนที่ 3 เรื่องวัฏจักรการแบ่งเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส การศึกษาครั้งต่อไปอาจพัฒนากิจกรรมหรือกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้แผนมีการพัฒนาประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์นี้นักเรียนจำเป็นต้องมีการเรียนรู้ร่วมกัน เพราะต้องทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน มีการอภิปรายผลจากการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปหรือคำอธิบายผลที่ได้จากการทำกิจกรรม ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้แบบนี้เกิดผลสูงสุด ครูจึงต้องแสดงบทบาทในการกระตุ้นนักเรียนให้มีการเรียนรู้แบบร่วมมือกันอย่างมาก โดยเฉพาะนักเรียนในกลุ่มอ่อน

5.3.3 ควรมีการศึกษาความคงทนของความรู้ของนักเรียนในระยะเวลาที่นานขึ้นกว่า 2 สัปดาห์ เช่น 6 สัปดาห์ 12 สัปดาห์ หรือ 24 สัปดาห์ เป็นต้น เพื่อหาเวลาที่นานที่สุดที่นักเรียนยังคงมีความคงทนของความรู้อยู่

5.3.4 ควรศึกษาและพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในสาระวิชาอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

## เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ พลอาษา. การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือและการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 2549.
- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการแนะแนว และจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2542.
- \_\_\_\_\_. รายงานการสังเคราะห์แนวคิดและวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2549.
- กรรณิการ์ กวางศิริ. “การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และความเข้าใจที่คงทน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้”, *Veridian E-Journal*, SU. 5(1): 255-270, 2555.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. “สอนอย่างไรให้คิดเป็น”, *วิทยากรย*. 47(1): 77-79, 2541.
- \_\_\_\_\_. การคิดเชิงวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย, 2546.
- \_\_\_\_\_. การคิดเชิงวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย, 2549.
- ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2516.
- ชยานันต์ จันดี. “การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดหนองแขม (สหราษฎร์บูรณะ) ที่จัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E”, *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*. 7(3): 203-213, 2557.
- ชวาล แพรัตนกุล. เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2552.
- ชัยพร วิชชาวุธ. มूलสารจิตวิทยา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.
- ทศนา แคมมณี. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- \_\_\_\_\_. “ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ: การบูรณาการในการจัดการเรียนรู้”, *วารสารราชบัณฑิตยสถาน*. 36(2): 188-204, 2554.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ธราดล รานรินทร์ และวลัย อิศรางกูร ณ อยุธยา. “ผลของการจัดการเรียนการสอนสังคมศึกษาด้วย  
กลวิธีสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคงทนในการ  
เรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5”, OJED. 7(2): 56-70, 2555.
- ธวัช ยะสุคำ. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์เรื่อง อัตราการ  
เกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- นิรมล ศตวุฒิ. “คำถามสำหรับพัฒนาการคิดวิเคราะห์”, วารสารวงการครู. 2(8): 90-93, 2548.
- นุชศรา ชุมมินทร์ และสุภาพร พรไตร. “การยกระดับความสามารถการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการ  
เรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์”, วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 5(2): 55-67, 2557.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. “วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5Es”, วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 2(4): 1-9, 2550.
- ประมวล ศิริผั่นแก้ว. “สมรรถภาพที่พึงประสงค์จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์”, วารสาร  
สสวท. 25(96): 16-19, 2540.
- พิมพ์นธ์ เตชะคุปต์. การเรียนการสอนที่เน้นเด็กเป็นสำคัญ แนวคิดวิธีการสอนและเทคนิค  
การสอน. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์, 2544.
- พจนา ทรัพย์สมาน. การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง.  
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.
- พิกุล แผนสุพัต และสุภาพร พรไตร. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารในชีวิตประจำวัน  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบย้อนกลับร่วมกับกระบวนการ  
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้”, วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2(2): 78-87, 2554.
- มีรัตน์ โทผาวงษ์ และกานต์ตระกูล วุฒิสเลา. “ความก้าวหน้าทางการเรียนและทักษะการทดลองใน  
การเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย”,  
วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5(1):  
57-65, 2557.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2543.
- ลักขณา สริวัฒน์. การคิด. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 2549.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วิชัย ลาธิ และศักดิ์ศรี สุภาพร. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 24(1): 29-49, 2556.
- วิจารณ์ พานิช. วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์, 2555.
- วรรณุช เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์. “การส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ”, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5(2): 155-164, 2557.
- วัชร บัวตา. ผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามสภาพจริง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, 2550.
- วัชร เอกโทขุน. “ทำไมต้องใช้แผนภาพลำดับความคิด (Graphic Organizers)”, ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 16(1): 45-46, 2544.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค, 2545.
- ศรินทร์ วิหะสิรินันท์. ทักษะการคิดในวิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์, 2544.
- ศักดิ์ศรี สุภาพร. “กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย: การทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 22(2): 331-343, 2554.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). “ความเป็นมาของการศึกษาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle (5Es)”, <http://biology.ipst.ac.th/?p=688>. 30 เมษายน, 2558.
- สิทธิพล อัจฉินทร์. “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์”, วารสารวิจัย มข. 16(1): 72-82, 2554.
- สิริกาญจน์ ธนวุฒิปิพนิต. การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2553.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สุจิตตรา นามจำปา. การเปรียบเทียบความเข้าใจโน้มน้าและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง พันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้โมเดลการสร้างความรู้ จากพื้นฐานความรู้เดิมกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.
- สุเทพ อ่วมเจริญ. การออกแบบการสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.
- สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภาธร. “การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ด้วยชุดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน”, วารสารวิจัย มข. 1(2): 45-66, 2554.
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. โครงการฐานวิจัย: กระบวนการเรียนรู้ใหม่ของการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2555.
- สุภาพร พรไตร. นวัตกรรมจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา. อุบลราชธานี: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.
- สุภาพร แหลมแก้ว, เนติ เฉลยวาเรศ และศรินทิพย์ ภู่อาลี. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายกับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 16(3): 190-199, 2557.
- สุภาวดี เพ็ชรน้อย. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้คำศัพท์ วิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สื่อการสอนออนไลน์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.
- สุวิทย์ มูลคำ. กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์, 2547.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 21 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์, 2545.
- \_\_\_\_\_. 20 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และการเรียนรู้โดยการ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์, 2547.
- สมภาร เชื้ออ่อน. “ประสิทธิผลของรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มในการทดลอง วิทยาศาสตร์”. Veridian E-Journal SU. 4(1): 645-651, 2554.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. รายงานประจำปี 2547. กรุงเทพฯ: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2547.
- \_\_\_\_\_. **สรุปผลการสังเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (รอบแรก พ.ศ.2544-2548)**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2550.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. **แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2552-2559)**. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค, 2553.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. **แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์**. กรุงเทพฯ: CURSQA ลาดพร้าว, 2549.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. “การประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่โดยการใช้ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน”, **วารสาร มจร.วิชาการ**. 11(21): 86-94, 2550.
- Abdi, A. “The effect of inquiry-based learning method on students’ academic achievement in science course”, **Universal Journal of Educational Research**. 2(1): 37-41, 2014.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). **Science: a process approach commentary for teachers**. Washington DC: AAAS, 1970.
- Bell, R., Smetana, L., and Binns, I. “Simplifying inquiry instruction”, **Science teacher**. 72(7): 30-33, 2005.
- Biological Science Curriculum Society (BSCS). **Teacher’guide BSCS biology: A human approach**. Dubuque, IA: Kendell/Hunt publishing company, 1997.
- Bloom, B. S., and Krathwohl, D. R. **Taxonomy of educational objectives book 1: cognitive domain**. United States: Addison Wesley publishing company, 1984.
- Bunterm, T. and et al. “Impact of open inquiry in science education on working memory, saliva cortisol and problem solving skill”, **Procedia - social and behavioral sciences**. 46: 5387–5391, 2012.
- Custers, E. J. “Long-term retention of basic science knowledge: A review study”, **Advances in Health Science Education**. 15: 109–128, 2010.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Dresner, M., Catherine, R., Kerissa, K. F., and Heejun, C. “Improving higher-order thinking and knowledge retention in environmental science teaching”, **Bioscience**. 64: 40-48, 2014.
- Geier, C. S., Bogner, F. X. “Student-centred anti-smoking education: Comparing a classroom-based versus an out-of-school setting”, **Learning environmentsresearch**. 13(2), 147-157, 2010.
- Kowasupat, C and et al. “Development of an inquiry-based learning unit for enhancing high-schoolstudents’ understanding of animal social behavior”, **The international journal of learning**. 18(10): 167-190, 2012.
- Lederman, N. G. Antink, A. and Bartos, S. “Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry”, **Science & Education**. 23(2): 285-302, 2014.
- Lewis, J. and Robinson, C. W. “Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship?”, **International Journal of Science Education**. 22(2): 177-195, 2000.
- Lin, C. C. and et al. “The teaching-learning approach and analytical thinking development : a qualitative exploration of Taiwanese nursing students”, **Journal of professional nursing**. 12(7): 1-9, 2014.
- Lorenzo, M., Crouch, C.H. and Mazur, E. “Reducing the gender gap in the physics classroom”, **American journal of physics**. 118(74): 118-122, 2006.
- Marshall, J. C. and Horton, R. M. “The relationship of teacher-facilitated, inquiry-based instruction to student higher-order thinking”, **School science andmathematics**. 111(3): 93-101, 2011.
- Marzano, R. J. **Designing a new taxonomy of educational objectives**. California: Corwin Press, 2001.
- McDonald, G. “Teaching Critical and Analytical Thinking in High School Biology”, **The American Biology Teacher**. 74(3): 178-181, 2012.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Metz, A. M. “Teaching statistics in biology: using inquiry-based learning to strengthen understanding of statistical analysis in biology laboratory courses”, **Life sciences education**. 7: 317-326, 2008.
- Monvises, A. and et al. “Promoting student understanding of genetics and biodiversity by using inquiry-based and hands-on learning unit with emphasis on guided inquiry”, **The international journal of learning**. 17(12): 227–244, 2011.
- National research council. **National science education standards**. Washington, DC: National Academy Press, 1996.
- \_\_\_\_\_. **Inquiry and the national science education standards**. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- \_\_\_\_\_. **Inquiry and the national science education standards A guide for teaching and learning**. Washington, DC: National Academy Press, 2001.
- Newman, W .J. and et al. “Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods”, **Journal of science teacher education**. 15(4): 257–279, 2004.
- Nuangchalerms, P. and Thammasena, B. “Cognitive development, analytical thinking and learning satisfaction of second grade students learned through inquiry-based learning”, **Asian social sciences**. 5(10): 82-87, 2009.
- Oliver, R. “Exploring an inquiry-based learning approach with first-year students in a large undergraduate class”, **Innovations in Education and Teaching International**. 44: 3-15, 2007.
- Pedaste, M., and et al. “Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle”, **Educational research review**. 14: 47–61, 2015.
- Prince, M., and Felder, R. M. “The many faces of inductive teaching and learning”, **Journal of College Science Teaching**. 36: 14-20, 2007
- Proulx, G. “Integrating Scientific Method and Critical Thinking in Classroom Debates on Environmental Issues”, **The American Biology Teacher**. 66(1): 26-33, 2004.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Schmid, S. and Bogner, F. X. "Effects of students' effort scores in a structured inquiry unit on long-term recall abilities of content knowledge", **Education research international**. 20(15): 1-11, 2015(a).
- \_\_\_\_\_. "Does inquiry-learning support long-term retention of knowledge?", **International journal of learning, teaching and educational research**. 10(4): 51-70, 2015(b).
- Supasorn, S. and Lordkam, A. "Enhancement of grade 7 students' learning achievement of the matter separation by using inquiry learning activities", **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. 11(6): 739-743, 2014.
- Tolman, M. N. and Hardy, G. R. **Discovering elementary science method, content, and problem solving activities**. United States: Allyn and Bacon, 1995.
- Vanags T, Pammer, K. and Brinker J. "Process-oriented guided-inquiry learning improves long-term retention of information", **Advances in Physiology Education**. 37: 233-241, 2013.
- Vlassi, M. and Karaliota, A. "The comparison between guided inquiry and traditional teaching method. A case study for the teaching of the structure of matter to 8th grade Greek students", **Procedia - social and behavioral sciences**. 93: 494-497, 2013.
- Wang, H., and Posey, L. "An inquiry-based linear algebra class, online submission", **US-China Education Review**. 4: 489-494, 2011.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
การใช้จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

## การใช้จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

งานวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงการใช้จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จึงได้ดำเนินการตามแนวปฏิบัติตามหลักจริยธรรม ดังนี้

1. **หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person)** หลักความเคารพในบุคคล คือการเคารพในศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ (Respect for human dignity) หลักนี้เป็นพื้นฐานของแนวทางปฏิบัติ ได้แก่

1.1 เคารพในการขอความยินยอมโดยให้ข้อมูลอย่างครบถ้วนและให้นักเรียนตัดสินใจอย่างอิสระ ปราศจากการข่มขู่ บังคับ หรือให้สินจ้างรางวัล (Respect for free and informed consent และ Respect to autonomy of decision making)

1.2 เคารพในความเป็นส่วนตัวของนักเรียน (Respect for privacy)

1.3 เคารพในการเก็บรักษาความลับของข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน (Respect for confidentiality) คือข้อมูล (Data) เป็นวิธีการรักษาความลับของข้อมูล ส่วนตัวของนักเรียน โดยมีข้อจำกัด ข้อมูลเหล่านั้นได้แก่ แบบบันทึกข้อมูล (Case report form) ใบยินยอม (Consent form) การบันทึกเสียงหรือภาพ มาตรการรักษา ความลับ เช่น ใช้รหัส เก็บในตู้มีกุญแจล็อก (Locked cabinet) เก็บในคอมพิวเตอร์ที่มีรหัสผ่าน (Password) ข้อมูลส่งทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) มีการทำให้เป็นรหัส (Encrypted)

1.4 เคารพในความเป็นผู้อ่อนด้อย เพราะบาง (Respect for vulnerable persons) ความหมายของ ผู้อ่อนด้อย เพราะบาง คือ บุคคลที่ไม่สามารถปกป้องตัวเองได้อย่างเต็มที่ ไม่สามารถทำความเข้าใจกับข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยที่ได้รับ ไม่สามารถตัดสินใจได้โดยอิสระ จึงขออนุญาตและมีลายมือชื่อที่ชอบด้วยกฎหมาย และมีการขออนุญาตบุคคลผู้นั้นด้วย

2. **หลักคุณประโยชน์ ไม่ก่ออันตราย (Beneficence)**

มีการประเมินความเสี่ยง หรืออันตรายที่อาจเกิดจากการวิจัย และการประเมินการให้คุณประโยชน์ โดยระบุว่านักเรียนจะได้รับประโยชน์อะไร อาจเกิดความเสี่ยงอะไรต่อตัวนักเรียน ผู้วิจัยจะเก็บรักษาความลับของนักเรียน โดยในแบบบันทึกข้อมูลจะไม่มี Identifier ที่จะระบุถึงตัวนักเรียน

3. **หลักความยุติธรรม (Justice)** การให้ความเป็นธรรมประเมินจาก

การเลือกนักเรียน (Selection of subjects) มีเกณฑ์การคัดเลือก และคัดออกชัดเจน ไม่มีอคติ (Selection bias) ไม่เลือกกลุ่มตัวอย่างที่หาง่าย สั้นง่าย

ภาคผนวก ข  
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

### รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบค่าดัชนีสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาพร พรไตร                      อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
2. นางนฤมล บุญประชม    ครูโรงเรียนหนองกุ้งศรีวิทยาการ  
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาชีววิทยา  
จบการศึกษา ศึกษาศาสตรบัณฑิต (การสอน  
ชีววิทยา)
3. นางกนกอร ภูนาสูง    ครูโรงเรียนหนองกุ้งศรีวิทยาการ  
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล  
จบการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การวัด  
และประเมินผล)



คำสั่งโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ  
ที่ ๑๒๙/๒๕๕๗  
เรื่อง แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

ด้วยโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ มีนโยบายให้ครูและบุคลากรมีการพัฒนาตนเองและศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ตลอดจนดำเนินงานวิจัยในชั้นเรียนเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาการเรียนการสอนให้มีคุณภาพมาก เพื่อเป็นการนำนโยบายสู่การพัฒนาอย่างเป็นรูปธรรม อาศัยอำนาจตามมาตรา ๒๗ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ.๒๕๕๗ จึงแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย ในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยคือนางสาวสุชาดา พ้อไชยราช ดังรายละเอียดต่อไปนี้

๑. ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย

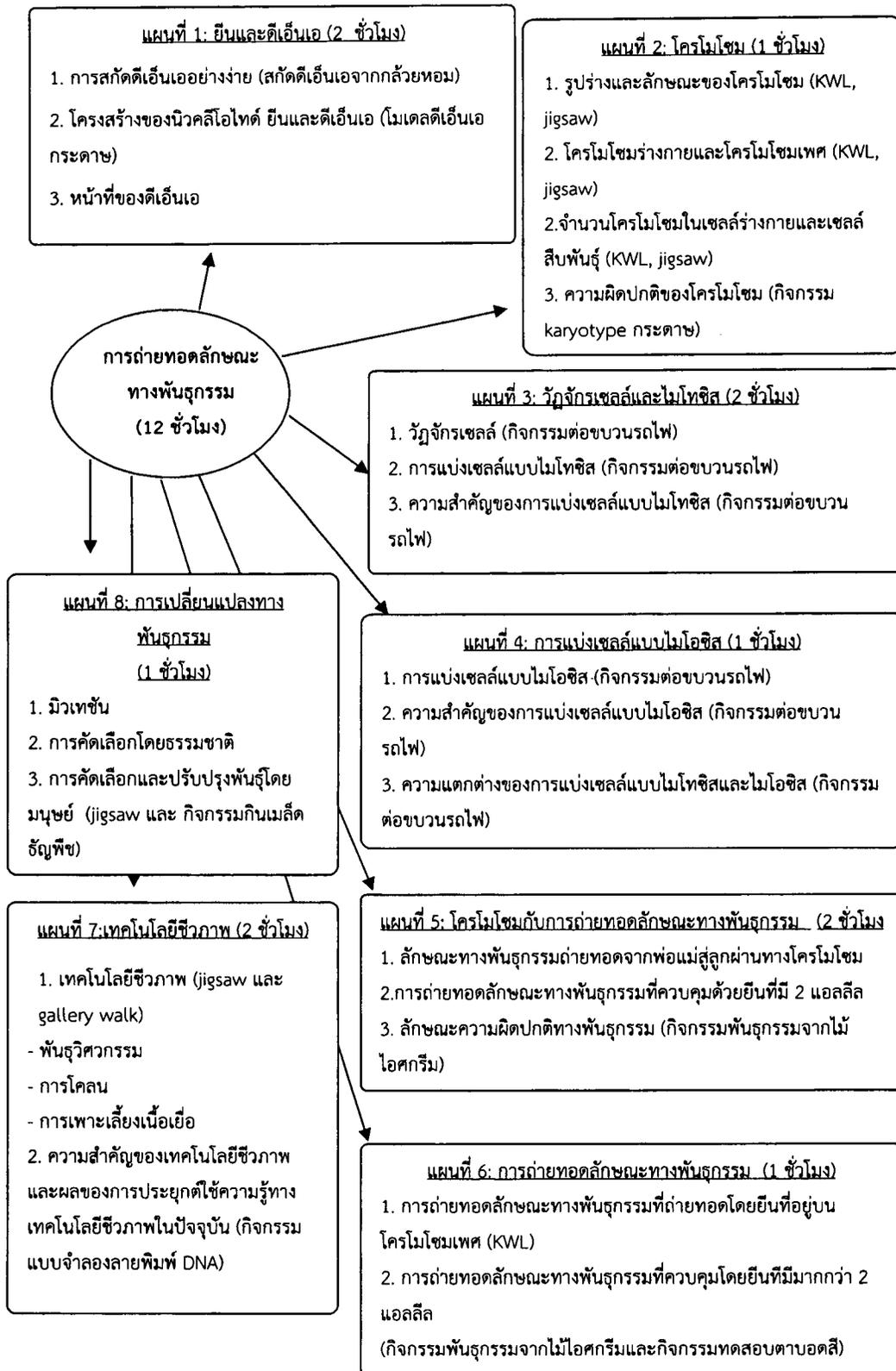
- |     |          |          |                               |               |
|-----|----------|----------|-------------------------------|---------------|
| ๑.๑ | นางนฤมล  | บุญประชม | ครูโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ | ประธานกรรมการ |
| ๑.๒ | นางกนกอร | ภูนาสูง  | ครูโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ | กรรมการ       |

หน้าที่ ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และให้คำแนะนำเพื่อการพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีคุณภาพ  
ทั้งนี้ ให้ผู้ที่ได้รับแต่งตั้งได้ปฏิบัติหน้าที่ให้เต็มที่กำลังความสามารถเพื่อบังเกิดผลดีต่อทางราชการสืบไป

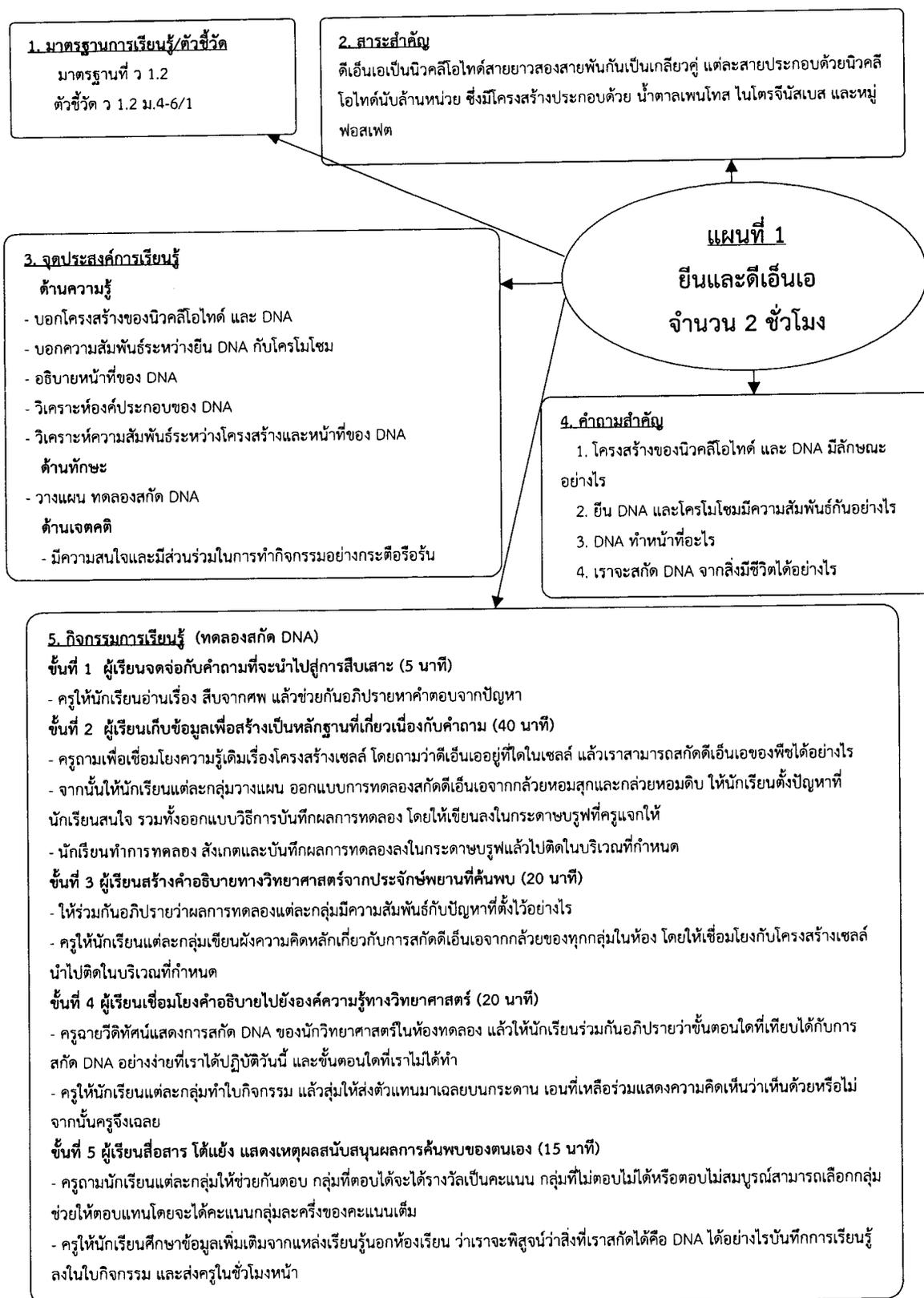
สั่ง ณ วันที่ ๒ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๗

(นายบุญกาญจน์ ภูเงิน)  
ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ

ภาคผนวก ค  
แผนผังความคิด (Mind mapping) สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน



ภาพที่ ค.1 แผนผังความคิดสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน



ภาพที่ ค.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ยีนและดีเอ็นเอ จำนวน 2 ชั่วโมง

ภาคผนวก ง  
ดัชนีความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC)

ตารางที่ ง.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC)

แผนการจัดการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1. ยินและดีเอ็นเอ	+1	+1	+1	1.00
2. โครโมโซม	+1	+1	+1	1.00
3. วัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	+1	+1	+1	1.00
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	+1	+1	+1	1.00
5. โครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	+1	+1	+1	1.00
6. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	+1	+1	+1	1.00
7. เทคโนโลยีชีวภาพ	+1	+1	+1	1.00
8. การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	+1	+1	+1	1.00

ภาคผนวก จ  
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัส ว 30141

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2/2557

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

เรื่อง ยีน และดีเอ็นเอ

เวลา 2 ชั่วโมง

### 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

**มาตรฐาน ว 8.1** ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

**ตัวชี้วัด**

ว 1.8 ม.4-6/4 เลือกว่าวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจ ตรวจสอบอย่าง ถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

ว 1.8 ม.4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

### 2. สาระสำคัญ

ดีเอ็นเอเป็นนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียวคู่ แต่ละสายประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ นับล้านหน่วย ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วย น้ำตาลดีออกซีไรโบส ไนโตรจีนัสเบส และหมู่ฟอสเฟต

### 3. วัตถุประสงค์การเรียนรู้

#### 1) ด้านความรู้

- บอกโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์และดีเอ็นเอ
- บอกความสัมพันธ์ระหว่างยีนและดีเอ็นเอ
- อธิบายหน้าที่ของดีเอ็นเอ

#### 2) ด้านทักษะกระบวนการ

- ทดลองสกัด DNA จากกล้วยหอมได้

#### 3) ด้านเจตคติ

- มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม

### 4. สารการเรียนรู้

ดีเอ็นเอเป็นสารอินทรีย์อยู่ในนิวเคลียสที่ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์หลายล้านหน่วยมาต่อกันเป็นสายพอลินิวคลีโอไทด์ ด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ (Phosphodiester bond) สายพอลินิวคลีโอไทด์ (Polynucleotide) 2 สาย ยึดกันโดยการจับคู่กันของเบส โดยในสายพอลินิวคลีโอไทด์ปลาย 3' ของนิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) หนึ่งจะจับกับปลาย 5' ของนิวคลีโอไทด์อีกอันหนึ่ง แต่ละสายมีทิศทางจากปลาย 5' ไปยัง 3' เรียงตัวกลับสวนทิศทางกัน (Antiparallel) ใน 1 นิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ น้ำตาลดีออกซีไรโบสที่มีคาร์บอน 5 อะตอม หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส 4 ชนิด ได้แก่ อะดีนีน (A) กัวนีน (G) ไซโทซีน (C) ไทมีน (T) โดย T จับกับ A ด้วยพันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ ส่วน C จับกับ G ด้วยพันธะไฮโดรเจน 3 พันธะ และดีเอ็นเอที่พบได้ทั่วไปมักมีลักษณะบิดเป็นเกลียวเวียนขวา เรียกว่า B-DNA คือเป็นพอลินิวคลีโอไทด์ (Polynucleotide) 2 สายพันกัน บิดเป็นเกลียวคล้ายบันไดเวียนขวา โดยมี น้ำตาลดีออกซีไรโบส (Deoxyribose sugar) จับกับหมู่ฟอสเฟต (Phosphate group) คลายเป็นราวบันได ใน 1 รอบเกลียวของ DNA ประกอบด้วย คู่เบส 10 คู่ เกลียวแต่ละรอบห่างเท่ากับ 34 Å บางสภาวะ B-DNA สามารถเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแบบ A-DNA หรือ Z-DNA ได้ เช่นในสภาวะที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง เป็นต้น

ในพืช นอกจากจะพบดีเอ็นเอในนิวเคลียสแล้วยังสามารถพบได้ในไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์อีกด้วย การสกัดดีเอ็นเออย่างง่ายจากพืช อาศัยหลักการทำลายผนังเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มนิวเคลียสแตกหรือเสียหาย และตกตะกอนดีเอ็นเอโดยใช้แอลกอฮอล์ จะสามารถสังเกตเห็นดีเอ็นเอลอยอยู่ในชั้นแอลกอฮอล์มีลักษณะเป็นสายยาวหรือเป็นตะกอน ซึ่งดีเอ็นเอที่สกัดได้ยังไม่บริสุทธิ์ จึงสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ดีเอ็นเอมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตเพราะทำหน้าที่ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิต และเป็นแหล่งข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีลำดับนิวคลีโอไทด์ไม่เหมือนกัน ซึ่งก่อให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

## 5. คำถามสำคัญ

- 1) ดีเอ็นเอที่สกัดได้จากพืชมีลักษณะอย่างไร
- 2) โครงสร้างระดับโมเลกุลของดีเอ็นเอเป็นอย่างไร
- 3) ดีเอ็นเอมีความสำคัญอย่างไร

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (10 นาที)

1) ครูเล่าเรื่องคดีฆาตกรรมนักท่องเที่ยวยาวอังกฤษที่เกาะเต่า และถามว่า “หลักฐานใดที่ทำให้ตำรวจปักใจเชื่อว่าผู้ต้องหาเป็นชายชาวพม่า 2 คน” (ดีเอ็นเอจากอสุจิที่พบในตัวของนักท่องเที่ยวยที่เสียชีวิตตรงกับดีเอ็นเอของผู้ต้องหา)

2) ครูถามว่า “นักเรียนทราบหรือไม่ว่าตำรวจสกัดดีเอ็นเอออกมาจากเซลล์ได้อย่างไร และดีเอ็นเอนั้นมีลักษณะอย่างไร

3) ครูกล่าวว่า “วันนี้เราจะได้ศึกษาเกี่ยวกับดีเอ็นเอ เพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้” (ครูเขียนคำถามไว้บนกระดานว่า)

- ดีเอ็นเอที่สกัดได้จากพืชมีลักษณะอย่างไร
- โครงสร้างระดับโมเลกุลของดีเอ็นเอเป็นอย่างไร
- ดีเอ็นเอมีความสำคัญอย่างไร

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (10 นาที)

1) แบ่งนักเรียนเป็น 7 กลุ่มๆ ละ 6 คน

2) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาทดลองตามขั้นตอนในใบกิจกรรมที่ 1 และรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถาม ต่อไปนี้

- ดีเอ็นเอที่สกัดได้จากกล้วยมีลักษณะอย่างไร
- ปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้จากกล้วยหอมสุกและดิบจะมีปริมาณเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

**ขั้นที่ 3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากร่องรอยหรือหลักฐานที่ค้นพบ (5 นาที)**

- 1) นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ดังนี้
  - ดีเอ็นเอที่สกัดได้จากกล้วยมีลักษณะอย่างไร
  - ปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้จากกล้วยหอมสุกและดิบจะมีปริมาณเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

**ขั้นที่ 4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (15 นาที)**

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบความรู้ เพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 ดังนี้
  - ดีเอ็นเอที่สกัดได้จากกล้วยเหมือนกับดีเอ็นเอที่สกัดได้จากสิ่งมีชีวิตอื่นหรือไม่
  - ดีเอ็นเอพบได้ที่บริเวณใดของเซลล์
  - น้ำยาล้างจานมีบทบาทอย่างไรในกระบวนการสกัดดีเอ็นเอ
  - ในการทดลองนี้สารเคมีชนิดใดทำให้ดีเอ็นเอเกิดการตกตะกอน และทำให้นักเรียนมองเห็นดีเอ็นเอได้อย่างชัดเจน เพราะเหตุใด

**ขั้นที่ 5 ผู้เรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (20 นาที)**

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ชื่นชมและเขียนคำถามที่สงสัยลงในใบกิจกรรมของเพื่อน
- 2) นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามที่เพื่อนกลุ่มอื่นเขียนไว้

**ชั่วโมงที่ 2**

**ขั้นที่ 1 ผู้เรียนจัดจ้งกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ (2 นาที)**

1) ครูกล่าวว่า “จากการทำกิจกรรมที่ 1 ทำให้นักเรียนทราบแล้วว่า ดีเอ็นเอที่สกัดได้จากพืชมีลักษณะอย่างไร ในกิจกรรมที่ 2 นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับดีเอ็นเอในเชิงลึกในประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

- โครงสร้างระดับโมเลกุลของดีเอ็นเอเป็นอย่างไร (มีองค์ประกอบและการจัดเรียงตัวอย่างไร)
- ดีเอ็นเอมีความสำคัญอย่างไร

**ขั้นที่ 2 ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม (18 นาที)**

- 1) แบ่งนักเรียนเป็น 7 กลุ่มๆ ละ 6 คน
- 2) นักเรียนแต่ละกลุ่มต่อโมเดลดีเอ็นเอตามขั้นตอนในใบกิจกรรมที่ 2

**ขั้นที่ 3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ (20 นาที)**

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้ลงในใบกิจกรรมที่ 2
  - โครงสร้างระดับโมเลกุลของดีเอ็นเอมีลักษณะคล้ายอะไร
  - ดีเอ็นเอประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์กี่สาย
  - พอลินิวคลีโอไทด์มีทิศทางการวางตัวอย่างไร
  - คู่เบสที่สร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างพอลินิวคลีโอไทด์ได้แก่คู่เบสใดบ้าง
  - แต่ละสายของพอลินิวคลีโอไทด์มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่อะไรบ้าง

**ขั้นที่ 4 ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (20 นาที)**

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบความรู้ เพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 ดังนี้
  - โครงสร้างระดับโมเลกุลของดีเอ็นเอมีลักษณะคล้ายอะไร
  - โครงสร้างแบบที่เห็นมีชื่อเรียกว่าอย่างไร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าใด
  - ดีเอ็นเอประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์กี่สาย
  - พอลินิวคลีโอไทด์มีทิศทางการวางตัวอย่างไร
  - คู่เบสที่สร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างพอลินิวคลีโอไทด์ได้แก่คู่เบสใดบ้าง
  - พันธะไฮโดรเจนระหว่างคู่เบสแต่ละคู่มีจำนวนเท่าใด
  - แต่ละสายของพอลินิวคลีโอไทด์มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่อะไรบ้าง
  - โครงสร้างทั้ง 3 ส่วนนั้นเมื่อประกอบกันแล้วมีชื่อเรียกว่าอะไร และเชื่อมต่อกันเป็น

พอลินิวคลีโอไทด์ด้วยพันธะชนิดใด

- ลำดับนิวคลีโอไทด์บนสายดีเอ็นเอที่มีบทบาทในการกำหนดลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตเรียกว่าอะไร
- ดีเอ็นเอมีความสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต

**ขั้นที่ 5 ผู้เรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง (20 นาที)**

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มจับสลาก 1 ใบ จากทั้งหมด 7 ใบ
- 2) เรียงลำดับการนำเสนอข้อมูลตามลำดับสลากหมายเลข 1 ถึง 7 และตอบคำถามของเพื่อนในชั้น ทั้งนี้สลากแต่ละหมายเลขมีคำถามดังต่อไปนี้

- หมายเลข 1
  - ดีเอ็นเอประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์กี่สาย
  - พอลินิวคลีโอไทด์มีทิศทางการวางตัวอย่างไร
- หมายเลข 2

- คู่เบสที่สร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างพอลินิวคลีโอไทด์ได้แก่คู่เบสใดบ้าง
- พันธะไฮโดรเจนระหว่างคู่เบสแต่ละคู่มีจำนวนเท่าใด

▪ หมายเลข 3

- แต่ละสายของพอลินิวคลีโอไทด์มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

อะไรบ้าง

▪ หมายเลข 4

- โครงสร้างทั้ง 3 ส่วนนั้นเมื่อประกอบกันแล้วมีชื่อเรียกว่าอะไร และเชื่อมต่อกันเป็นพอลินิวคลีโอไทด์ด้วยพันธะชนิดใด

▪ หมายเลข 5

- โครงสร้างระดับโมเลกุลของดีเอ็นเอมีลักษณะคล้ายอะไร
- โครงสร้างแบบที่เห็นมีชื่อเรียกว่าอย่างไร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าใด

▪ หมายเลข 6

- ลำดับนิวคลีโอไทด์บนสายดีเอ็นเอที่มีบทบาทในการกำหนดลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตเรียกว่าอะไร

▪ หมายเลข 7

- ดีเอ็นเอมีความสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต

**7. การวัด และการประเมินผลการเรียนรู้**

**หลักฐานการเรียนรู้ วิธีการและเครื่องมือ**

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

## การวัด และการประเมินผลการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้	วิธีการและเครื่องมือวัด
1) ด้านความรู้ - บอกโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์และดีเอ็นเอ - บอกความสัมพันธ์ระหว่างยีนและดีเอ็นเอ - อธิบายหน้าที่ของดีเอ็นเอ	1) ด้านความรู้ - ใบกิจกรรมที่ 2 - โมเดลดีเอ็นเอกระดาษ	1) ใบกิจกรรมที่ 2 - ตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 2 2) โมเดลดีเอ็นเอกระดาษ - ตรวจสอบความถูกต้อง
2) ด้านทักษะกระบวนการ - ทดลองสกัด DNA จากกล้วยหอมได้	2) ด้านทักษะกระบวนการ - ใบกิจกรรมที่ 1	1) ใบกิจกรรมที่ 1 - ตรวจสอบใบกิจกรรมที่ 1 - สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม - แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม
3) ด้านเจตคติ - มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม	3) ด้านเจตคติ - พฤติกรรมที่แสดงถึงการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม	1) พฤติกรรม - สังเกตพฤติกรรม - แบบสังเกตพฤติกรรม การมีส่วนร่วม

## เกณฑ์การประเมินทักษะการปฏิบัติกิจกรรม

เกณฑ์ประเมิน	ระดับคุณภาพ/คะแนน		
	ดีมาก (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. การใช้ อุปกรณ์	ใช้อุปกรณ์ในการ ทดลองได้อย่าง คล่องแคล่วและ ถูกต้องตามหลัก ปฏิบัติ	ใช้อุปกรณ์ในการทดลอง ได้อย่างถูกต้องแต่ ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้องและ ทำการทดลองไม่เสร็จ ตามเวลาที่กำหนด
2. การจัด กระทำข้อมูล และ การนำเสนอ	จัดกระทำข้อมูลเป็น ระบบและนำเสนอได้ ถูกต้องชัดเจน	จัดกระทำข้อมูลเป็น ระบบแต่นำเสนอ ไม่ค่อยชัดเจน ถูกต้อง	จัดกระทำข้อมูล ไม่เป็นระบบ การนำเสนอไม่ชัดเจน ไม่สื่อความ
3. การตอบ คำถามท้ายการ ทดลอง	ตอบคำถามท้ายการ ทดลองถูกต้องตั้งแต่ 80% ขึ้นไป	ตอบคำถามท้ายการ ทดลองถูกต้องตั้งแต่ 50% - 80%	ตอบคำถามท้ายการ ทดลองถูกไม่ถึง 50%
4. การสรุปผล การทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจนและครอบคลุม จุดประสงค์ของ การ ทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ อย่างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน และไม่ครอบคลุม จุดประสงค์ของการ ทดลอง	สรุปผลการทดลองได้ ไม่ชัดเจน และไม่ครอบคลุม จุดประสงค์ของการ ทดลอง
5. ความร่วมมือ ในกิจกรรม	ทุกคนในกลุ่มให้ความ ร่วมมือทำกิจกรรม กลุ่มและนำเสนอ ด้วยดี การนำเสนอ ถูกต้อง ตรงประเด็น	ทุกคนในกลุ่มให้ความ ร่วมมือทำกิจกรรมกลุ่ม และนำเสนอค่อนข้างดี การนำเสนอค่อนข้าง ถูกต้อง ตรงประเด็น	ทุกคนในกลุ่มให้ความ ร่วมมือทำกิจกรรมกลุ่ม และการนำเสนอน้อย การนำเสนอไม่ถูกต้อง และ ไม่ตรงประเด็น

## เกณฑ์การประเมินทักษะการปฏิบัติกิจกรรม (ต่อ)

เกณฑ์ประเมิน	ระดับคุณภาพ/คะแนน		
	ดีมาก (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
6. ความสะดวก เป็นระเบียบ	มีระเบียบวินัยในการ ทำการทดลอง ไม่ส่ง เสียงดังและมีการ รักษาความสะดวก ของอุปกรณ์และ ห้องปฏิบัติการดี	มีระเบียบวินัยในการ ทำการทดลอง ไม่ส่ง เสียงดังและมีการรักษา ความสะดวกของ อุปกรณ์และ ห้องปฏิบัติการค่อนข้าง ดี	การทำการทดลอง ไม่ค่อยเป็นระเบียบ ส่งเสียงดัง ขาดวินัยใน การใช้อุปกรณ์ การ รักษาความสะดวก อุปกรณ์และ ห้องปฏิบัติการไม่ดีนัก

## เกณฑ์ประเมินพฤติกรรมความร่วมมือ

พฤติกรรมความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม	การปฏิบัติ	
	ปฏิบัติ (1)	ไม่ปฏิบัติ (0)
มีการสนทนาแลกเปลี่ยน ชักถาม ฟัง อ่าน และสืบค้น ร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม		
มีส่วนร่วมในการตัดสินใจกำหนดการปฏิบัติงานกลุ่ม		
มีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานภายในกลุ่ม		
มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลงาน/ตอบคำถามของกลุ่ม		





แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วม

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ตรงกับพฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่มที่ได้ปฏิบัติ ตามรายการประเมินต่อไปนี้

ชื่อ-สกุล	รายการสังเกตพฤติกรรม				รวม ความถี่	ระดับ คุณภาพ
	มีการสทนา แลกเปลี่ยน ชักชวน ฟัง อ่าน และสลับที่ร่วมกับ สมาชิกในกลุ่ม	มีส่วนร่วมในการ ตัดสินใจกำหนดการ ปฏิบัติงานในกลุ่ม	มีส่วนร่วมในการ ปฏิบัติงานภายในกลุ่ม	มีส่วนร่วมในการ นำเสนอผลงานของกลุ่ม		
	✓	✓	✓	✓	4	3
	✓	✓	✓	✓	4	3
			✓	✓	2	2
	✓	✓	✓	✓	4	3
	✓		✓	✓	3	2
	✓	✓	✓	✓	4	3
	✓		✓	✓	3	2
	✓	✓	✓	✓	4	3
			✓	✓	2	2
	✓		✓	✓	3	2
			✓	✓	2	2
	✓	✓	✓	✓	4	3
	✓	✓	✓	✓	4	3
	✓	✓	✓	✓	4	3
	✓	✓	✓	✓	4	3
			✓	✓	2	2
	✓	✓	✓	✓	4	3
	✓	✓	✓	✓	4	3
	✓	✓	✓	✓	4	3



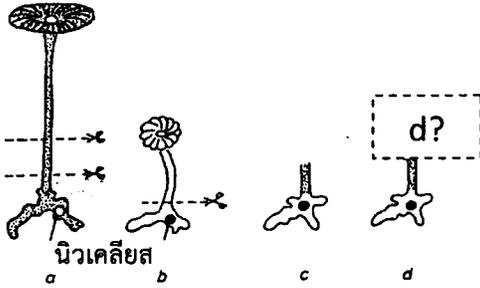


ภาคผนวก ฉ  
คุณภาพของแบบทดสอบ

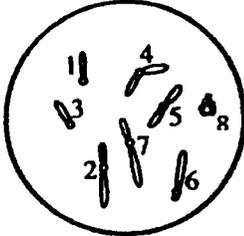
ตารางที่ ฉ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
1. หน่วยย่อยของดีเอ็นเอเรียกว่าอะไร 1. ยีน 2. นิวคลีโอโซม ③ นิวคลีโอไทด์ 4. นิวคลีโอไซด์	1.00	0.71	0.25	ใช้ได้
2. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบในหน่วยย่อยของดีเอ็นเอ ① โพรตีนฮิสโตน 2. ไนโตรจีนัสเบส 3. หมู่ฟอสเฟต 4. น้ำตาลดีออกซีไรโบส	1.00	0.42	0.83	ใช้ได้
3. ข้อใดกล่าวถูกต้อง 1. DNA ประกอบด้วยหน่วยย่อยต่อกันด้วยพันธะไฮโดรเจน 2. DNA ประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟตและน้ำตาลไรโบส ③ DNA ประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย 4. DNA ประกอบด้วยนิวคลีโอไซด์วางในทิศขนานกัน	1.00	0.46	0.58	ใช้ได้
4. ข้อใดเรียงลำดับถูกต้องจากโครงสร้างเล็กไปใหญ่ 1. DNA ยีน โครโมโซม 2. DNA โครโมโซม ยีน 3. ยีน โครโมโซม DNA ④ ยีน DNA โครโมโซม	1.00	0.71	0.25	ใช้ได้

ตารางที่ ฉ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>5. DNA ในแผนภาพนี้มีความยาวประมาณกี่องศา</p> <p>1. 17</p> <p>2. 34</p> <p>3. 85</p> <p>4. 170</p> 	1.00	0.79	0.42	ใช้ได้
<p>6. นำสาหร่ายภาพ b มาตัดส่วนลำต้นออก จากนั้นตัดส่วนลำต้นของภาพ a มาต่อกับส่วนที่คล้ายรากของภาพ b จะได้ผลดังภาพ c ต่อมาสาหร่ายในภาพ c เจริญเป็นสาหร่ายในภาพ d ส่วนที่เจริญขึ้นมาใหม่นั้นจะมีลักษณะลำต้นอย่างไร</p>  <p>1. เหมือนภาพ a เพราะเจริญต่อจากลำต้นของภาพ a</p> <p>2. เหมือนภาพ b เพราะได้รับผลจากนิวเคลียสของภาพ b</p> <p>3. เหมือนภาพ a มากกว่า b เพราะเจริญต่อจากลำต้นของภาพ a</p> <p>4. เหมือนภาพ b มากกว่า a เพราะได้รับผลจากนิวเคลียสของภาพ b</p>	1.00	0.67	0.33	ใช้ได้

ตารางที่ ๑.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>7. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับโครโมโซมคู่ที่ 22 ของมนุษย์เพศชาย</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีขนาดเล็กที่สุด</li> <li>2. มีสัญลักษณ์เป็น XY</li> <li>3. ไม่มีผลต่อการกำหนดเพศของลูก</li> <li>4. พบในเซลล์สืบพันธุ์เพศชายบางส่วน</li> </ol>	1.00	0.79	0.42	ใช้ได้
<p>8. จากภาพ แสดงโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง เมื่อ</p>  <p>กำหนดให้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ก. ภาพนี้คือโครโมโซมในเซลล์ร่างกาย</li> <li>ข. ภาพนี้คือโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์</li> <li>ค. สิ่งมีชีวิตนี้มีโครโมโซม <math>2n</math></li> <li>ง. สิ่งมีชีวิตนี้มีโครโมโซม <math>n</math></li> </ol> <p>ข้อใดถูกต้อง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ก และ ค</li> <li>2. ข และ ง</li> <li>3. ก และ ง</li> <li>4. ข และ ค</li> </ol>	1.00	0.58	0.33	ใช้ได้

ตารางที่ ฉ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
9. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับบุคคลในกลุ่มดาวนักษัตร 1. ในเซลล์จะมีโครโมโซมเพศมากกว่าปกติ 2. ในเซลล์จะมีโครโมโซมร่างกายน้อยกว่าปกติ 3. มีโอกาสค่อนข้างมากที่จะพบในเพศชาย ④. มีโอกาสเท่ากันที่จะพบในเพศชายหรือเพศหญิง	1.00	0.46	0.42	ใช้ได้
10. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนในวัฏจักรเซลล์ได้ถูกต้อง 1. $G_1 \rightarrow G_2 \rightarrow S \rightarrow M$ 2. $S \rightarrow G_1 \rightarrow G_2 \rightarrow M$ 3. $M \rightarrow G_1 \rightarrow S \rightarrow G_2$ ④. $G_1 \rightarrow S \rightarrow G_2 \rightarrow M$	1.00	0.75	0.33	ใช้ได้
11. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส ได้ถูกต้อง ก. โครโมโซมมาเรียงกันตรงกลางเซลล์ ข. เส้นใยโครมาทินเริ่มหดสั้นเข้า ค. เยื่อหุ้มเซลล์มีการเว้าคอดเข้า ง. โครมาทิดถูกแยกไปแต่ละขั้วเซลล์  1. $ก \rightarrow ข \rightarrow ค \rightarrow ง$ 2. $ข \rightarrow ค \rightarrow ง \rightarrow ก$ 3. $ก \rightarrow ค \rightarrow ข \rightarrow ง$ ④. $ข \rightarrow ก \rightarrow ง \rightarrow ค$	1.00	0.79	0.25	ใช้ได้

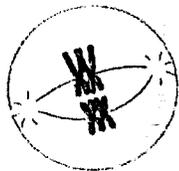
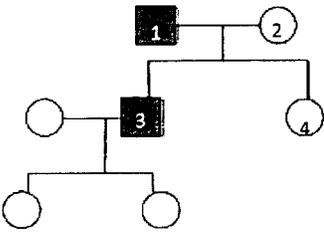
ตารางที่ ฉ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>12. ข้อใดเป็นเหตุการณ์ที่ไม่พบในระยะ Prophase ของการแบ่งแบบไมโทซิส</p> <p>1. เยื่อหุ้มนิวเคลียสเริ่มสลายไป</p> <p>② โครมาทิดถูกดึงให้แยกออกจากกันเพื่อไปยังขั้วเซลล์แต่ละข้าง</p> <p>3. สารพันธุกรรมเพิ่มเป็น 2 เท่าจากเซลล์เริ่มต้น</p> <p>4. เส้นใยโครมาทินเริ่มหดตัวสั้นจนเห็นเป็นเส้นหนาขึ้น</p>	1.00	0.79	0.42	ใช้ได้
<p>13. ระยะ Prophase I มีเหตุการณ์ใดที่ไม่พบในระยะ Prophase II</p> <p>① เกิดการเข้าคู่กันของโครโมโซมคู่เหมือน</p> <p>2. เส้นใยโครมาทินเริ่มหดตัวสั้นจนเห็นเป็นเส้นหนาขึ้น</p> <p>3. เซนทริโอลเริ่มเคลื่อนไปยังขั้วเซลล์</p> <p>4. เยื่อหุ้มนิวเคลียสเริ่มสลายไป</p>	1.00	0.71	0.25	ใช้ได้
<p>14. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์ที่ได้จากการแบ่งแบบไมโทซิสและไมโอซิส</p> <p>① การแบ่งแบบไมโทซิส 2 รอบจะได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์</p> <p>2. การแบ่งแบบไมโอซิส 2 รอบจะได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์</p> <p>3. เซลล์ที่ได้จากการแบ่งแบบไมโอซิสจะมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกับเซลล์เริ่มต้น</p> <p>4. เซลล์ที่ได้จากการแบ่งแบบไมโทซิสจะมีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งจากเซลล์เริ่มต้น</p>	1.00	0.54	0.25	ใช้ได้

ตารางที่ ฉ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>15. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความสำคัญของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ต้องอาศัยการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส</li> <li>2. การทดแทนเซลล์ผิวหนังที่หลุดไปต้องอาศัยการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส</li> <li>3. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนเซลล์อสุจิ</li> <li>4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม</li> </ol>	1.00	0.79	0.25	ใช้ได้
<p>16. ในการทดลองสกัดดีเอ็นเอจากต้นกล้วยหอม ส่วนใดของกล้วยที่นำมาทดลองแล้ว อาจได้ดีเอ็นเอไม่เหมือนเซลล์ต้นแบบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใบตอง</li> <li>2. ปลีกล้วย</li> <li>3. หน่อกล้วย</li> <li>4. กาบกล้วย</li> </ol>	1.00	0.71	0.58	ใช้ได้
<p>17. นักวิทยาศาสตร์พบว่าเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมากสามารถแบ่งเซลล์ได้มากกว่าเซลล์ร่างกายปกติ 4 เท่าเมื่อใช้เวลาเท่ากัน หากมีเซลล์เริ่มต้นมีจำนวน 100 เซลล์ มะเร็งจะต้องแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสกี่ครั้งจึงจะได้เซลล์จำนวน 3,200 เซลล์</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2 ครั้ง</li> <li>2. 3 ครั้ง</li> <li>3. 4 ครั้ง</li> <li>4. 5 ครั้ง</li> </ol>	1.00	0.75	0.50	ใช้ได้

ตารางที่ ๑.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>18. ข้อใดมีความสัมพันธ์กับภาพมากที่สุด</p>  <p>ก. แบ่งแล้วได้ 2 เซลล์ ข. แบ่งแล้วได้ 4 เซลล์ ค. เซลล์ลูกเหมือนกันทุกประการ ง. เซลล์ลูกมีความแปรผันต่างกัน</p> <p>1. ก และ ค 2. ข และ ง 3. ก และ ง 4. ข และ ค</p>	1.00	0.58	0.67	ใช้ได้
<p>19. จากภาพ</p>  <p>ข้อใดอธิบายเพศดีกรีนีได้ถูกต้อง</p> <p>1. ชายหมายเลข 1 มีลักษณะผิวเผือกแต่งงานกับหญิงหมายเลข 2 ซึ่งมีผิวปกติ มีบุตรชายผิวปกติ 1 คน และบุตรสาวผิวเผือก 1 คน</p> <p>2. ลูกสาวของชายหมายเลข 3 มีลักษณะเป็นผิวปกติพันธุ์แท้</p>	1.00	0.79	0.42	ใช้ได้

ตารางที่ ๑.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>3. หญิงหมายเลข 1 มีลักษณะผิวเผือกแต่งงานกับชายหมายเลข 2 ซึ่งมีผิวปกติ มีบุตรชายผิวเผือก 1 คน และบุตรสาวผิวปกติ 1 คน</p> <p>④ บุตรชายหมายเลข 3 แต่งงานกับหญิงผิวปกติและมีบุตรสาว 2 คนที่มีผิวปกติ</p>				
<p>20. สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีจีโนไทป์ AaBb ยีน A/a และ ยีน B/b อยู่ต่างโครโมโซมกัน เซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้ควรมียีนและโครโมโซมอย่างไร</p> <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>	1.00	0.58	0.50	ใช้ได้
<p>21. ชายคนหนึ่งเป็นพาหะทาลัสซีเมีย ต้องแต่งงานกับหญิงในข้อใด จึงจะมีโอกาสที่ลูกคนแรกจะเป็นทาลัสซีเมียเท่ากับ 1/4</p> <p>1. หญิงที่ไม่เป็นทาลัสซีเมีย</p> <p>② หญิงที่ไม่เป็นทาลัสซีเมียที่มีพ่อเป็นทาลัสซีเมีย</p> <p>3. หญิงที่เป็นทาลัสซีเมีย</p> <p>4. หญิงที่มีทั้งพ่อและแม่เป็นทาลัสซีเมีย</p>	1.00	0.75	0.50	ใช้ได้

ตารางที่ ฉ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>22. สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีจีโนไทป์เป็น AaBB จะสร้างไข่ได้กี่ชนิด อะไรบ้าง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4 ชนิด คือ A, a, B, B</li> <li>2. 4 ชนิด คือ AB, aB, Ab, ab</li> <li>3. 2 ชนิด คือ AB, aB</li> <li>4. 2 ชนิด คือ Aa, BB</li> </ol>	1.00	0.63	0.58	ใช้ได้
<p>23.</p> <p>จากเพดดิกรีแสดงการสืบทอดทางพันธุกรรมของลักษณะด้อยที่ยีนควบคุมอยู่บนโครโมโซมร่างกาย ถ้า II - 3 แต่งงานกับคนที่เป็นพันธุ์ทางโอกาสที่ลูกจะมีความผิดปกติเป็นเท่าใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. อาจเป็น 0 หรือ 1/2</li> <li>2. อาจเป็น 1/2 หรือ 1/6</li> <li>3. อาจเป็น 1/6 หรือ 1/8</li> <li>4. อาจเป็น 1/8 หรือ 1/16</li> </ol>	1.00	0.50	0.50	ใช้ได้
<p>24. แดงโมลักษณะผลสีเขียว ชมผลลายได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อผสมพันธุ์แดงโมผลลายกับผลสีเขียวพันธุ์ทางแล้วได้แดงโมจำนวน 100 ผล ในจำนวนนี้น่าจะมีแดงโมผลลายกี่ผล</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0</li> <li>2. 25</li> <li>3. 50</li> <li>4. 75</li> </ol>	1.00	0.63	0.33	ใช้ได้

ตารางที่ ฉ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>25. หญิงตาปกติที่มีพ่อตาบอดสีแต่งงานกับชายที่มีแม่ตาบอดสี ลูกชายคนแรกของหญิงชายคู่นี้จะมีโอกาสตาบอดสีร้อยละเท่าใด</p> <p>1. 0 2. 25 3. 50 4. 100</p>	1.00	0.71	0.42	ใช้ได้
<p>26. ถ้าแม่มีหมู่เลือด AB และลูกมีหมู่เลือด A พ่อจะมีหมู่เลือดใดได้บ้าง</p> <p>1. A หรือ O 2. A หรือ AB 3. A หรือ B หรือ O 4. A หรือ B หรือ O หรือ AB</p>	1.00	0.42	0.50	ใช้ได้
<p>27. ฮีโมฟีเลียเป็นโรคที่ถูกควบคุมโดยยีนด้อยบนโครโมโซม X หากหญิงที่เป็นโรคนี้อยู่แต่งงานกับชายปกติ แล้วอยากมีบุตร หากนักเรียนเป็นแพทย์นักเรียนจะแนะนำอย่างไร</p> <p>1. แนะนำให้ไม่ควรมีบุตรเลย 2. แนะนำให้มีบุตรเฉพาะเพศชาย 3. แนะนำให้มีบุตรเฉพาะเพศหญิง 4. มีได้ทั้งเพศชายและเพศหญิง</p>	1.00	0.38	0.58	ใช้ได้
<p>28. การประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีวภาพในปัจจุบันทำให้เกิดผลดีหลายประการ เช่น เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรครั้งละมาก ๆ และมีพันธุกรรมเหมือนเดิมทุกประการ ข้อใดต่อไปนี้เป็นเทคโนโลยีชีวภาพที่ทำให้เกิดผลดังกล่าวโดยตรง</p> <p>1. พันธุวิศวกรรม 2. การทำแผนที่จีโนม 3. ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ 4. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ</p>	1.00	0.71	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ ฉ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>29. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อเสียของเทคโนโลยีชีวภาพทุกประเภท</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม</li> <li>2. ทำให้ระบบนิเวศสูญเสียสมดุลธรรมชาติ</li> <li>3. ใช้เวลานานกว่าจะเห็นผล</li> <li>④. มีค่าใช้จ่ายสูง</li> </ol>	1.00	0.79	0.42	ใช้ได้
<p>30. หลักการที่สำคัญที่สุดของการทำพันธุวิศวกรรมเพื่อสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมคือข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การศึกษาตำแหน่งของยีนที่ต้องการว่าอยู่บนโครโมโซมแห่งใด</li> <li>②. การตัดและเชื่อม DNA ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน</li> <li>3. การสกัด DNA</li> <li>4. การสร้างลายพิมพ์ DNA ของ DNA สายผสม</li> </ol>	1.00	0.75	0.25	ใช้ได้
<p>31. ข้อใดเป็นเทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับ DNA มากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การถ่ายฝากตัวอ่อนของกระบือปลัก</li> <li>2. การรักษาโรคมะเร็งด้วยวิธี chemotherapy</li> <li>③. การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้เครื่องหมายพันธุกรรมระดับโมเลกุล</li> <li>4. การผสมเทียมเพื่อช่วยเหลือผู้มีบุตรยาก</li> </ol>	1.00	0.54	0.25	ใช้ได้
<p>32. หลักฐานในข้อใดที่ไม่สามารถใช้ตรวจหาฆาตกร โดยใช้ลายพิมพ์ DNA</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เส้นผม</li> <li>②. ลายนิ้วมือ</li> <li>3. อสุจิ</li> <li>4. คราบเลือด</li> </ol>	1.00	0.67	0.33	ใช้ได้

ตารางที่ ฉ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ																								
<p>33. สามีภรรยาคนหนึ่งได้ให้กำเนิดลูกแฝดที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่ง ในเวลาเดียวกันกับเด็กอีก 4 คน พยาบาลที่กำลังอาบน้ำให้เด็กแรกเกิด 6 คนเกิดความสับสนไม่แน่ใจว่าเด็กคนไหนเป็นลูกของสามีภรรยาคนนี้ คุณหมอจึงสร้างลายพิมพ์ DNA ของเด็กทั้ง 6 คน ได้ผลดังภาพ</p> <div style="text-align: center;"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>พ่อ</th> <th>แม่</th> <th colspan="6">ลูกคนที่</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>หมายเลขใดคือลูกของสามีภรรยาคนนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①. หมายเลข 1, 4</li> <li>2. หมายเลข 2, 5</li> <li>3. หมายเลข 3, 6</li> <li>4. หมายเลข 4, 6</li> </ol>	พ่อ	แม่	ลูกคนที่								2	3	4	5	6										1.00	0.42	0.50	ใช้ได้
พ่อ	แม่	ลูกคนที่																										
		2	3	4	5	6																						
<p>34. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับมิวเทชัน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีอัตราเกิดได้สูงในธรรมชาติ</li> <li>②. เกิดได้ทั้งระดับโครโมโซมและ DNA</li> <li>3. เกิดได้เฉพาะเซลล์ที่กำลังแบ่งตัว</li> <li>4. มิวเทชันที่เกิดในทุกเซลล์สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานได้</li> </ol>	1.00	0.58	0.33	ใช้ได้																								

ตารางที่ ฉ.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>35. ข้อใดผิดจากทฤษฎีการคัดเลือกตามธรรมชาติ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เมื่อก่อนยีราฟมีทั้งคอสั้น และ คอยาวต่อมาเมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปยีราฟคอสั้นไม่สามารถอยู่รอดได้จึงสูญพันธุ์เหลือแต่ยีราฟคอยาว</li> <li>2. เมื่อก่อนยีราฟคอสั้น แต่ต่อมายืดคอกินใบไม้สูงๆ คอจึงยาว ลักษณะคอยาวถ่ายทอดไปถึงลูกจึงทำให้ยีราฟรุ่นหลังคอยาว</li> <li>3. แมลงศัตรูพืช ทนทานต่อยาฆ่าแมลง เพราะแมลงตัวที่กลายพันธุ์เกิดการดื้อยา สามารถอยู่รอดมีลูกหลานต่อไปได้</li> <li>5. กระต่ายป่าที่สีน้ำตาลจะถูกกลมกลืนกับทุ่งหญ้า แมวป่าจึงล่ากระต่ายป่าสีขาวเป็นอาหารได้โดยง่าย</li> </ol>	1.00	0.33	0.50	ใช้ได้
<p>36. จากการสำรวจความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ข้าวในประเทศไทยพบว่า มีจำนวนลดลงเพราะชาวนาหันมาปลูกข้าวที่ให้ผลผลิตดี ขายได้ราคาสูงกันมากขึ้น แต่มีความต้านทานโรคน้อย จึงต้องใช้สารเคมีกันมากขึ้น นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ที่ลดลงอย่างเหมาะสมได้อย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. จัดตั้งและเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในธนาคารพืชพันธุ์</li> <li>2. เพาะเลี้ยงข้าวสายพันธุ์อื่นๆ ไว้ในห้องปฏิบัติการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ</li> <li>3. ทำโครงการเพื่อศึกษาและเผยแพร่ประโยชน์ของข้าวพันธุ์สายอื่นๆ</li> <li>4. ถูกทุกข้อ</li> </ol>	1.00	0.46	0.75	ใช้ได้
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.61				

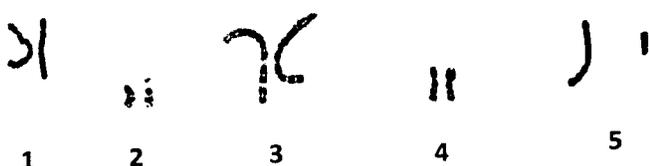
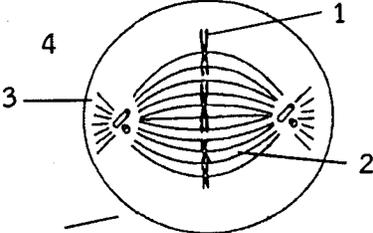
ตารางที่ ฉ.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>1. จากการวิเคราะห์ DNA ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง พบว่ามีเบส G ร้อยละ 30 DNA ของสิ่งมีชีวิตมีปริมาณเบส A ร้อยละเท่าใด</p> <p>1. 10  <input checked="" type="radio"/> 2. 20            3. 30            4. 40</p>	1.00	0.58	0.50	ใช้ได้
<p>2. โครงสร้าง DNA มีความสัมพันธ์อย่างไรกับบทบาทของการเป็นสารพันธุกรรม</p> <p>1. มี backbone ทำให้ DNA แข็งแรงถูกทำลายได้ยาก            2. มีหมู่ฟอสเฟตที่กำหนดทิศทางของ DNA ทำให้ง่ายต่อการจดจำของเอนไซม์            3. มีชนิดของน้ำตาลที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความแตกต่างกันทางลักษณะทางพันธุกรรม  <input checked="" type="radio"/> 4. มีไนโตรจีนัสเบสที่จับกันอย่างจำเพาะ จึงมีรหัสพันธุกรรมที่มีความจำเพาะในแต่ละสิ่งมีชีวิต</p>	1.00	0.50	0.50	ใช้ได้
<p>3. เมื่อให้ความร้อนแก่ DNA ของเซลล์เซลล์หนึ่ง และนำมาตรวจสอบ พบว่า DNA กลายเป็นเส้นเดี่ยว เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น</p> <p><input checked="" type="radio"/> 1. พันธะไฮโดรเจนถูกทำลาย            2. พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ถูกทำลาย            3. น้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ถูกทำลาย            4. หมู่ฟอสเฟตเสียสภาพตามธรรมชาติ</p>	1.00	0.63	0.58	ใช้ได้

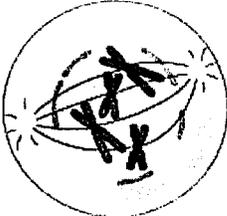
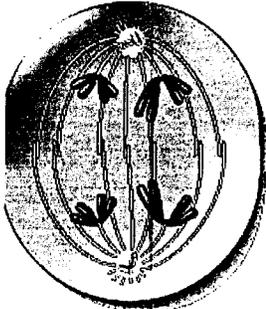
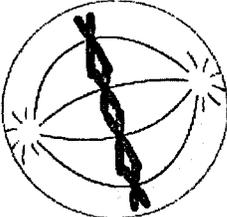
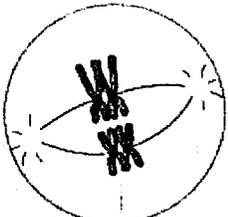
ตารางที่ ๓.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ																				
<p>4 ข้อใดสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดโครโมโซม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตำแหน่งของยีนบนสาย DNA</li> <li>2. ลำดับนิวคลีโอไทด์บนสาย DNA</li> <li>3. โพรตีนที่เป็นแกนของโครโมโซม</li> <li>4. พันธะที่เชื่อมระหว่างพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย</li> </ol>	1.00	0.58	0.50	ใช้ได้																				
<p>5. คำกล่าวใดสอดคล้องกับข้อมูลในตารางนี้</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>สิ่งมีชีวิต</th> <th>จำนวนโครโมโซม (แท่ง)</th> <th>สิ่งมีชีวิต</th> <th>จำนวนโครโมโซม (แท่ง)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>แมลงหวี่</td> <td>8</td> <td>ม้า</td> <td>66</td> </tr> <tr> <td>กบ</td> <td>26</td> <td>สุนัข</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>แมว</td> <td>38</td> <td>กระต่าย</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>สุกร</td> <td>40</td> <td>ไก่</td> <td>78</td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน</li> <li>2. สิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมมากมีร่างกายขนาดใหญ่</li> <li>3. สิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมน้อยมีร่างกายขนาดเล็ก</li> <li>4. สิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมใกล้เคียงกันมีร่างกายขนาดใกล้เคียงกัน</li> </ol>	สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (แท่ง)	สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (แท่ง)	แมลงหวี่	8	ม้า	66	กบ	26	สุนัข	78	แมว	38	กระต่าย	44	สุกร	40	ไก่	78	1.00	0.79	0.33	ใช้ได้
สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (แท่ง)	สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (แท่ง)																					
แมลงหวี่	8	ม้า	66																					
กบ	26	สุนัข	78																					
แมว	38	กระต่าย	44																					
สุกร	40	ไก่	78																					

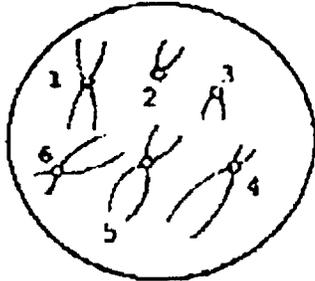
ตารางที่ ฉ.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>6. เมื่อกำหนดให้โครโมโซมมีหมายเลขดังภาพ</p>  <p>ข้อใดถูกต้อง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>โครโมโซมคู่ที่ 1 คือโครโมโซมหมายเลข 4</li> <li>โครโมโซมร่างกาย คือโครโมโซมหมายเลข 1, 3, 5</li> <li>คนที่มิโครโมโซมเพศแบบในภาพคือเพศชาย</li> <li>หากหมายเลข 4 คือโครโมโซมคู่ที่ 21 คนนี้จะมี IQ ต่ำกว่าปกติ</li> </ol>	1.00	0.54	0.42	ใช้ได้
<p>7. โครงสร้างหมายเลขใดที่ทำให้เกิดการแยกกันของ Sister chromatid</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1 และ 2</li> <li>2 และ 3</li> <li>3 และ 4</li> <li>4 และ 2</li> </ol>	1.00	0.58	0.33	ใช้ได้
<p>8. จากภาพในข้อ 7 ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อถูกต้อง ถ้าเซลล์นี้เป็นเซลล์ที่กำลังแบ่งเพื่อสร้างอสุจิ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>เซลล์เริ่มต้นมีโครโมโซม <math>2n = 8</math></li> <li>เซลล์เริ่มต้นมีโครโมโซม <math>2n = 4</math></li> <li>เซลล์ที่ได้จากการแบ่งมีโครโมโซม <math>n = 8</math></li> <li>เซลล์ที่ได้จากการแบ่งมีโครโมโซม <math>2n = 4</math></li> </ol>	1.00	0.54	0.58	ใช้ได้
<p>9. เหตุผลในข้อใดสนับสนุนคำตอบในข้อ 8 ได้ดีที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>เซลล์เริ่มต้นมีโครโมโซมเท่ากับเซลล์นี้</li> <li>เซลล์เริ่มต้นมีโครโมโซมเท่ากับ 2 เท่าของเซลล์นี้</li> <li>เซลล์ลูกที่ได้มียืนต่างไปจากเดิมทั้งหมด</li> <li>เซลล์ลูกที่ได้มียืนเหมือนเดิมทั้งหมด</li> </ol>	1.00	0.67	0.50	ใช้ได้

ตารางที่ ๑.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>10. ขั้นตอนในภาพใดที่ส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมมากที่สุด</p> <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>	1.00	0.46	0.58	ใช้ได้
<p>11. การแบ่งนิวเคลียสในระยะ Anaphase II และ Anaphase มีความคล้ายคลึงกันมากเพราะเหตุใด</p> <p>1. เส้นใยสปินเดิลเกิดการหดตัว</p> <p>2. เยื่อหุ้มนิวเคลียสสลายไปหมด</p> <p>3. โครมาทิดถูกดึงแยกออกจากกัน</p> <p>4. เส้นใยสปินเดิลจับที่เซนโทรเมียร์ของแต่ละโครโมโซม</p>	1.00	0.71	0.25	ใช้ได้

ตารางที่ ฉ.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>12. “จากการศึกษาพบว่า..เซลล์เยื่อบุข้างแก้มประกอบด้วยนิวเคลียส 4 อัน” ข้อความใดต่อไปนี้มีความสัมพันธ์กับคำกล่าวนี้มากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การแบ่งเซลล์นี้ผิดปกติเพราะเส้นใยสปินเดิลไม่หดตัว</li> <li>2. การแบ่งเซลล์นี้มีสารยับยั้งการทำงานของเยื่อหุ้มนิวเคลียส</li> <li>3. การแบ่งเซลล์นี้ผิดปกติในระยะ M phase</li> <li>④. การแบ่งเซลล์นี้ผิดปกติในระยะ cytokinesis</li> </ol>	1.00	0.58	0.50	ใช้ได้
<div style="text-align: center;">  </div> <p>13. ถ้าพืชชนิดหนึ่งมีโครโมโซม ดังภาพ และพืชชนิดนี้มีจีโนไทป์ AaBb โดยยีนทั้งสองอยู่บนโครโมโซมคนละแท่ง กำหนดให้ยีน A อยู่บนโครโมโซมหมายเลข 1 ยีน b จะอยู่บนโครโมโซมหมายเลขใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①. 3 หรือ 4</li> <li>2. 4 หรือ 5</li> <li>3. 5 หรือ 6</li> <li>4. แท่งใดก็ได้ยกเว้นแท่ง 1</li> </ol>	1.00	0.50	0.50	ใช้ได้

ตารางที่ ๑.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>14. สีขนของกระต่ายสายพันธุ์หนึ่งมีสีขาवल้วนและขนสีขาวยุวมดำบริเวณท้องจากการศึกษาพบว่ากระต่ายที่มียีนเด่นที่ควบคุมลักษณะหูยาวเท่านั้นจึงจะปรากฏลักษณะขนสีดำแซมที่ท้อง จากข้อความนี้ เราจะ<u>ไม่พบ</u>กระต่ายที่มีลักษณะอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. กระต่ายหูยาว มีขนสีขาवल้วน</li> <li>2. กระต่ายหูสั้น มีขนสีขาวยุวมดำบริเวณท้อง</li> <li>3. กระต่ายหูยาว มีขนขนสีขาวยุวมดำบริเวณท้อง</li> <li>4. กระต่ายหูสั้น มีขนสีขาवल้วน</li> </ol>	1.00	0.67	0.42	ใช้ได้
<p>15. เราสามารถพบ DNA ได้ทั้งในนิวเคลียสและในออร์แกเนลล์ ได้แก่ไมโทคอนเดรียและ คลอโรพลาสต์ อย่างไรก็ตาม DNA ที่สกัดจากไซโทพลาสซึม (cytoplasm) ของเซลล์กล้ามเนื้อของเด็กชายคนหนึ่งจะมีลำดับเบสเหมือนกับบุคคลใดมากที่สุดในวงศ์เครือญาติ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ปู่</li> <li>2. ย่า</li> <li>3. ตา</li> <li>4. ยาย</li> </ol>	1.00	0.54	0.33	ใช้ได้
<p>16. ชายคนหนึ่งมีหมู่เลือด B แต่งงานกับหญิงซึ่งมีหมู่เลือด B มีลูกชาย 1 คนมีหมู่เลือด B และลูกสาวหนึ่งคนซึ่งมีหมู่เลือด O ชายคนนี้กล่าวว่าลูกสาวคนนี้ไม่ใช่ลูกของเขา คำกล่าวนี้มีลักษณะเช่นไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. น่าเชื่อถือ เพราะลูกชายก็มีหมู่เลือด B ลูกสาวก็ควรมีหมู่ B ด้วย</li> <li>2. น่าสงสัย เพราะลูกมีหมู่เลือด O ได้หากมีพ่อหรือแม่เป็น B พันธุ์ทาง</li> </ol>	1.00	0.58	0.50	ใช้ได้

ตารางที่ ๑.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>3. ถูกต้อง เนื่องจากลูกหญิงต้องมีหมู่เลือดเหมือนพ่อเท่านั้น</p> <p>④. ไม่ถูกต้อง เนื่องจากลูกมีหมู่เลือด O ได้หากมีพ่อและแม่เป็น B พันธุ์ทาง</p>				
<p>17. เพดดิกรีของครอบครัวหนึ่งใน 3 ชั่วอายุ แสดงถึงการเป็นโรคพันธุกรรมอย่างหนึ่งเป็นดังนี้</p> <p>จากเพดดิกรีนี้ คำกล่าวใดสรุปถูกต้อง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①. โรคพันธุกรรมนี้เป็นลักษณะด้อย</li> <li>2. ยีนที่ควบคุมโรคนี้อยู่บนโครโมโซมเพศ</li> <li>3. โรคพันธุกรรมนี้เป็นลักษณะเด่น</li> <li>4. หากหญิง III -2 แต่งงานกับชายปกติจะมีลูกชายเป็นโรคทุกคน</li> </ol>	1.00	0.46	0.75	ใช้ได้
<p>18. เพื่อหลีกเลี่ยงการมีบุตรเป็นโรคเลือดไหลไม่หยุด แพทย์แนะนำให้คู่สมรสคู่หนึ่งทำหมัน หลังจากที่ภรรยาคลอดลูกสาวแล้ว คำกล่าวนี้มีหลักการตรงกับข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เป็นโรคที่ติดต่อทางเพศสัมพันธ์</li> <li>2. เพศชายมีภูมิต้านทานโรคต่ำกว่าเพศหญิง</li> <li>3. ยีนที่ควบคุมการแสดงออกของโรคเป็นยีนเด่น</li> <li>④. ยีนที่ควบคุมการแสดงออกของโรคอยู่บนโครโมโซม X</li> </ol>	1.00	0.79	0.58	ใช้ได้

ตารางที่ ฉ.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>19. สิ่งมีชีวิตใดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ผ่านกระบวนการ พันธุวิศวกรรม</p> <p>① ฝ้ายบีบีทีที่เกิดจากการถ่ายฝากยีนของแบคทีเรีย <i>Bacillus thuringiensis</i></p> <p>2. ข้าวพันธุ์กข 6 ที่ได้จากการฉายรังสีแกมมาพันธุ์ข้าว ขาว 105</p> <p>3. วัณมที่ได้จากการโคลนเซลล์ใบหู</p> <p>4. เอ็มบริโอกล้วยไม้จากห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อ</p>	1.00	0.63	0.58	ใช้ได้
<p>20. “จากการสำรวจชนิดพันธุ์ของข้าวในประเทศไทย พบว่า มีมีชนิดพันธุ์น้อยลง โดยพันธุ์ข้าวที่ชาวนานิยมปลูกมากที่สุด คือข้าวพันธุ์กข 6 ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากการฉายรังสี แกมมาพันธุ์ข้าวขาวหอมมะลิ 105 เนื่องจากมีราคาสูง เป็น ที่ต้องการของท้องตลาด”</p> <p>จากข้อความข้างต้น เรื่องนี้สนับสนุนอะไร</p> <p>1. การใช้เทคโนโลยีชีวภาพทำให้ชาวนากินดี อยู่ดีขึ้น</p> <p>2. การปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีอาหารเพียงพอกับ มนุษย์</p> <p>③ ความต้องการของมนุษย์ทำให้ความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิตลดลง</p> <p>4. การใช้เทคโนโลยีทำให้ได้พืชที่มีลักษณะตาม ต้องการ</p>	1.00	0.38	0.42	ใช้ได้

ตารางที่ ฉ.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>21. มนุษย์ใช้เทคโนโลยีเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างลายพิมพ์ DNA จนสำเร็จ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้ น่าจะมีใครบ้าง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตำรวจ</li> <li>2. แพทย์</li> <li>3. เกษตรกร</li> <li>④. ถูกทุกข้อ</li> </ol>	1.00	0.46	0.58	ใช้ได้
<p>22. เกษตรกรผู้ปลูกมะปรางรายหนึ่ง พบว่ามะปรางในสวนมี 2 สายพันธุ์ สายพันธุ์ที่หนึ่งมีรสเปรี้ยว ผลขนาดใหญ่ อีกสายพันธุ์หนึ่งมีรสหวาน แต่มีขนาดผลเล็ก เขาพยายามทดลองผสมพันธุ์มะปรางทั้ง 2 สายพันธุ์ โดยเก็บเมล็ดที่อยู่บนต้นมะปรางสายพันธุ์ที่หนึ่งลงในถุงพลาสติกและนำไปผูกไว้บนต้นมะปรางสายพันธุ์ที่สอง ไม่นานพบว่ามะปรางลูกผสมที่เกิดขึ้นเป็นมะปรางที่ผลมีรสหวานและมีขนาดใหญ่ นักเรียนคิดว่าสิ่งใดมีความสำคัญต่อการทดลองนี้ที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①. เมล็ด</li> <li>2. ถุงพลาสติก</li> <li>3. มะปรางสายพันธุ์ที่หนึ่ง</li> <li>4. มะปรางสายพันธุ์ที่สอง</li> </ol>	1.00	0.71	0.25	ใช้ได้
<p>23. เหตุการณ์ในข้อใดไม่ใช่ผลจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การเกิดสิ่งมีชีวิตใหม่จากการแบ่งแยกของภูเข</li> <li>2. การเพิ่มจำนวนของผีเสื้อปีกดำในเขตอุตสาหกรรม</li> <li>3. การดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรียบางสายพันธุ์</li> <li>④. การมีสุนัขหลายสายพันธุ์ที่มนุษย์ชอบ</li> </ol>	1.00	0.67	0.50	ใช้ได้

ตารางที่ ฉ.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อสอบ	IOC	p	r	หมายเหตุ
<p>24. ในการจับกุมคนร้ายในคดีฆาตกรรม หลักฐานที่สำคัญคือ ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของคนร้ายในที่เกิดเหตุ การสร้าง ลายพิมพ์ดีเอ็นเออาศัยหลักการใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะที่แตกต่างกัน</li> <li>②. คนแต่ละคนมีลำดับเบสบนดีเอ็นเอไม่เหมือนกัน</li> <li>3. คนแต่ละคนมีส่วนประกอบของนิวคลีโอไทด์ต่างกัน</li> <li>4. เซลล์ในร่างกายของแต่ละคนไม่เหมือนกัน</li> </ol>	1.00	0.58	0.25	ใช้ได้
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.71				

ภาคผนวก ข  
ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) และดัชนีประสิทธิผล (E.I.)  
ของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ ข.1 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	E1	E2 ด้านผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	E2 ด้านจิตวิเคราะห์
1. ยืนและดีเอ็นเอ	88.06	85.65	86.11
2. โครโมโซม	87.50	83.33	84.26
3. วัฏจักรเซลล์และการแบ่ง เซลล์แบบไมโทซิส	81.39	81.94	80.56
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	81.94	80.56	81.48
5. โครโมโซมกับการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม	86.67	82.87	83.33
6. การถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม	82.22	80.56	81.48
7. เทคโนโลยีชีวภาพ	83.33	81.02	82.41
8. การเปลี่ยนแปลงทาง พันธุกรรม	83.06	82.41	80.56
เฉลี่ย	84.27	82.48	83.33

ตารางที่ ข.2 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนสอบหลังเรียน		
	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ
1. ยืนและดีเอ็นเอ	10	8.81	88.06	6	5.14	85.65
2. โครโมโซม	10	8.75	87.50	3	2.50	83.33
3. วัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	10	8.14	81.39	6	4.92	81.94
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	10	8.19	81.94	3	2.42	80.56
5. โครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	10	8.67	86.67	6	4.97	82.87
6. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	10	8.22	82.22	3	2.42	80.56
7. เทคโนโลยีชีวภาพ	10	8.33	83.33	6	4.86	81.02
8. การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	10	8.31	83.06	3	2.47	82.41
รวม	80	67.42	84.27	36	29.69	82.48

ตารางที่ ข.3 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านการคิดวิเคราะห์

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนสอบหลังเรียน		
	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ
1. ยืนและตีเอ็นเอ	10	8.81	88.06	3	2.58	86.11
2. โครโมโซม	10	8.75	87.50	3	2.53	84.26
3. วัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	10	8.14	81.39	3	2.42	80.56
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	10	8.19	81.94	3	2.44	81.48
5. โครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	10	8.67	86.67	3	2.50	83.33
6. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	10	8.22	82.22	3	2.44	81.48
7. เทคโนโลยีชีวภาพ	10	8.33	83.33	3	2.47	82.41
8. การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	10	8.31	83.06	3	2.42	80.56
รวม	80	67.42	84.27	3	20.00	83.33

ตารางที่ ข.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 60 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 60 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า
1	17	54	0.86
2	14	52	0.83
3	16	49	0.75
4	13	52	0.83
5	14	49	0.76
6	8	46	0.73
7	10	38	0.56
8	12	47	0.73
9	10	36	0.52
10	19	54	0.85
11	9	47	0.75
12	20	56	0.90
13	16	54	0.86
14	9	48	0.76
15	13	52	0.83
16	16	52	0.82
17	19	54	0.85
18	20	53	0.83
19	11	50	0.80
20	12	50	0.79
21	13	49	0.77
22	15	50	0.78
23	15	49	0.76
24	17	51	0.79
25	15	51	0.80
26	10	42	0.64

ตารางที่ ข.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและดัชนีประสิทธิผล (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 60 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 60 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า
27	17	52	0.81
28	19	52	0.80
29	21	55	0.87
30	20	51	0.78
31	20	54	0.85
32	16	49	0.75
33	7	44	0.70
34	12	44	0.67
35	17	51	0.79
36	19	53	0.83
ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)			0.7454

ภาคผนวก ซ  
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ข.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

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

ตารางที่ ข.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน								รวม
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	
27	1	1	2	0	0	1	2	2	9
28	1	0	5	1	0	0	1	1	9
29	0	2	2	1	5	1	1	1	13
30	4	1	0	2	3	1	2	0	13
32	3	2	2	1	0	0	1	2	11
33	2	0	1	0	2	0	4	0	9
34	1	1	0	0	1	0	3	1	7
35	1	0	1	0	1	0	1	0	4
36	2	1	2	0	3	1	1	1	11
เฉลี่ย	1.50	0.61	1.39	0.42	1.47	0.61	1.47	0.61	8.08

ตารางที่ ข.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน								รวม
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	
1	6	3	6	2	6	2	6	2	33
2	6	3	5	3	4	3	5	2	31
3	5	3	4	2	6	3	5	2	30
4	6	3	6	2	5	3	4	2	31
5	5	2	5	2	6	3	5	1	29
6	3	1	4	3	6	2	5	3	27
7	4	3	3	2	3	2	3	1	21
8	6	2	3	2	6	2	3	3	27
9	3	2	3	2	4	1	2	2	19
10	5	3	6	3	5	3	6	1	32
11	5	3	5	2	4	2	5	2	28
12	6	3	5	3	6	3	5	3	34
13	6	3	6	3	5	3	4	3	33
14	6	3	6	2	5	3	3	1	29
15	6	3	5	3	5	2	6	3	33
16	6	3	6	2	6	2	3	3	31
17	5	2	5	3	5	3	6	3	32
18	6	2	4	3	5	3	6	3	32
19	5	3	4	3	5	3	5	3	31
20	4	2	5	3	4	2	6	3	29
21	6	2	5	2	4	3	5	3	30
22	5	2	5	1	6	2	6	3	30
23	5	3	5	3	3	2	5	2	28
24	6	2	6	2	3	2	6	3	30
25	6	3	5	2	4	3	6	2	31
26	3	2	4	1	4	2	4	4	24

ตารางที่ ข.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน								รวม
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	
27	5	2	6	2	6	3	5	2	31
28	6	2	6	3	5	2	4	3	31
29	6	2	6	3	6	2	6	2	33
30	5	1	6	3	4	3	6	3	31
31	6	3	5	3	5	3	5	3	33
32	4	3	5	3	5	2	4	3	29
33	3	3	4	2	6	2	4	2	26
34	5	2	4	2	5	2	4	3	27
35	5	3	5	2	6	2	6	2	31
36	5	3	4	3	6	2	6	3	32
เฉลี่ย	5.14	2.50	4.92	2.42	4.97	2.42	4.86	2.47	29.69

ตารางที่ ข.3 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน  
และหลังเรียน

คะแนน ผลสัมฤทธิ์	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD	$\bar{d}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	8.39	23.31	2.61	21.31	3.88	32.92*	0.00
หลังเรียน	29.69	82.47	3.28				

ตารางที่ ข.4 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน  
และหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	การทดสอบ	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
1. ยืนและตีเอ็นเอ	ก่อนเรียน	6	1.56	1.08	16.32*	0.00
	หลังเรียน	6	5.14	0.99		
2. โครโมโซม	ก่อนเรียน	3	0.61	0.80	10.94*	0.00
	หลังเรียน	3	2.50	0.61		
3. วัฏจักรเซลล์และการ แบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	ก่อนเรียน	6	1.50	1.21	16.10*	0.00
	หลังเรียน	6	4.92	0.94		
4. การแบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิส	ก่อนเรียน	3	0.44	0.65	16.99*	0.00
	หลังเรียน	3	2.42	0.60		

ตารางที่ ข.4 วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน  
และหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	การทดสอบ	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	SD	t	P
5. โครโมโซมกับการ ถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม	ก่อนเรียน	6	1.50	1.36	12.78*	0.00
	หลังเรียน	6	4.97	0.97		
6. การถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม	ก่อนเรียน	3	0.64	0.72	12.82*	0.00
	หลังเรียน	3	2.42	0.55		
7. เทคโนโลยีชีวภาพ	ก่อนเรียน	6	1.50	1.23	11.16*	0.00
	หลังเรียน	6	4.86	1.13		
8. การเปลี่ยนแปลงทาง พันธุกรรม	ก่อนเรียน	3	0.64	0.72	11.69*	0.00
	หลังเรียน	3	2.47	0.74		
รวม	ก่อนเรียน	36	8.39	2.61	32.92*	0.00
	หลังเรียน	36	29.69	3.28		

ตารางที่ ข.5 วิเคราะห์สถิติค่าทีของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งชั้นและภายในกลุ่มของนักเรียน

กลุ่มนักเรียน	การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	P
รายชั้น (N =36)	ก่อนเรียน	36	8.39	2.61	32.92*	0.00
	หลังเรียน	36	29.69	3.28		
กลุ่มเก่ง (N =12)	ก่อนเรียน	36	11.25	0.87	54.84*	0.00
	หลังเรียน	36	32.42	0.90		
กลุ่มปานกลาง (N =12)	ก่อนเรียน	36	8.50	0.90	63.19*	0.00
	หลังเรียน	36	30.50	0.67		
กลุ่มอ่อน (N =12)	ก่อนเรียน	36	5.42	1.24	21.74*	0.00
	หลังเรียน	36	26.17	3.24		

ตารางที่ ข.6 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 2

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

ตารางที่ ข.6 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 2 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน								รวม
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	
27	5	3	6	2	6	3	3	2	30
28	6	2	5	3	5	3	5	3	32
29	5	2	4	3	6	2	6	2	30
30	3	1	6	3	4	3	6	3	29
31	6	2	5	3	5	3	5	3	32
32	5	3	6	3	5	3	3	3	31
33	3	3	3	3	6	2	3	3	26
34	4	1	3	2	6	2	4	3	25
35	5	3	6	2	6	2	4	2	30
36	4	2	4	3	5	2	6	3	29
เฉลี่ย	4.58	2.39	4.50	2.56	4.94	2.42	4.42	2.50	28.31

ตารางที่ ข.7 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1 และ 2

แผนที่	$\bar{X}$ หลังเรียน		t	p ที่ .05
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
1	5.14	4.58	-6.14	1.0000
2	2.50	2.39		
3	4.92	4.50		
4	2.42	2.56		
5	4.97	4.94		
6	2.42	2.42		
7	4.86	4.42		
8	2.47	2.50		
เฉลี่ย	29.69	28.31		

ภาคผนวก ฅ

ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ฅ.1 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
1	11	33	0.88	สูง
2	8	31	0.82	สูง
3	10	30	0.77	สูง
4	8	31	0.82	สูง
5	7	29	0.76	สูง
6	4	27	0.72	สูง
7	6	21	0.50	ปานกลาง
8	6	27	0.70	สูง
9	4	19	0.47	ปานกลาง
10	10	32	0.85	สูง
11	4	28	0.75	สูง
12	11	34	0.92	สูง
13	11	33	0.88	สูง
14	5	29	0.77	สูง
15	11	33	0.88	สูง
16	9	31	0.81	สูง
17	11	32	0.84	สูง
18	11	32	0.84	สูง
19	7	31	0.83	สูง
20	5	29	0.77	สูง
21	8	30	0.79	สูง
22	9	30	0.78	สูง
23	7	28	0.72	สูง
24	7	30	0.79	สูง
25	9	31	0.81	สูง
26	6	24	0.60	ปานกลาง

ตารางที่ ฅ.1 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 36 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
27	9	31	0.81	สูง
28	9	31	0.81	สูง
29	13	33	0.87	สูง
30	13	31	0.78	สูง
31	11	33	0.88	สูง
32	9	29	0.74	สูง
33	7	26	0.66	ปานกลาง
34	4	27	0.72	สูง
35	11	31	0.80	สูง
36	11	32	0.84	สูง
เฉลี่ย	8.39	29.69	0.7716	สูง

ตารางที่ ฅ.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ระหว่างกลุ่มของนักเรียน

แหล่งความ แปรปรวน	ผลรวมกำลัง สอง	องศาเสรี	ค่าเฉลี่ยกำลัง สอง	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	1952.22	2	976.11	22.6986	0.000
ภายในกลุ่ม	1419.11	33	43.00		
รวม	3371.33	35			
การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม		ค่าเฉลี่ยคะแนนความก้าวหน้า			
		ผลต่างค่าเฉลี่ย	ความคาดเคลื่อน มาตรฐาน		
กลุ่มเก่ง	กลุ่มอ่อน	17.63*		1.099	
กลุ่มเก่ง	กลุ่มปานกลาง	5.52*		0.767	
กลุ่มปานกลาง	กลุ่มอ่อน	12.11*		2.992	

**ภาคผนวก ญ**

**คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน**

ตารางที่ ๑.1 คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน

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

ตารางที่ ๑.1 คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน								รวม
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	
27	1	1	0	1	1	1	1	2	8
28	0	0	2	2	1	1	1	1	10
29	2	2	1	0	1	2	1	0	8
30	1	1	0	1	0	1	1	1	7
31	1	2	2	1	0	2	2	0	9
32	0	0	1	2	0	0	1	2	7
33	0	1	0	0	0	0	0	0	0
34	1	0	1	2	0	1	2	0	8
35	1	1	0	1	0	1	0	1	6
36	1	2	0	2	2	0	1	1	8
เฉลี่ย	0.89	0.61	0.72	0.92	0.61	0.89	0.81	0.67	6.36

ตารางที่ ๓.๒ คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนครั้งที่ 1

นักเรียน คนที่	คะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน								รวม
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	
1	3	3	2	2	3	3	3	2	21
2	2	3	3	3	3	3	2	2	21
3	1	3	2	3	2	3	3	2	19
4	2	3	3	3	3	2	2	3	21
5	2	3	3	2	2	3	2	3	20
6	3	1	2	2	3	2	3	3	19
7	3	2	1	2	1	3	3	2	17
8	3	2	3	2	2	3	2	3	20
9	3	3	1	2	1	3	3	1	17
10	3	3	2	3	3	3	3	2	22
11	3	2	3	3	1	3	2	2	19
12	3	3	2	3	3	3	2	3	22
13	3	3	2	3	3	2	3	2	21
14	1	3	2	3	2	3	3	2	19
15	3	2	3	3	2	1	3	2	19
16	3	3	2	3	3	2	2	3	21
17	3	2	3	3	3	3	2	3	22
18	3	3	2	3	2	2	3	3	21
19	3	3	3	2	2	2	1	3	19
20	3	2	3	3	3	2	2	3	21
21	2	2	2	3	2	2	3	3	19
22	2	2	3	2	3	2	3	3	20
23	3	3	2	2	3	2	3	3	21
24	3	2	2	2	3	3	3	3	21
25	2	2	3	2	3	2	3	3	20

ตารางที่ ๒.2 คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนครั้งที่ 1 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน								รวม
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	
26	3	2	1	3	2	2	3	2	18
27	3	3	2	3	2	2	3	3	21
28	2	3	3	3	2	3	2	3	21
29	3	3	3	2	3	3	2	3	22
30	2	3	3	1	3	2	3	3	20
31	3	2	3	2	3	3	2	3	21
32	3	3	3	3	3	2	1	2	20
33	2	2	2	1	3	2	3	2	17
34	2	2	3	2	2	2	1	3	17
35	2	2	2	3	3	2	3	3	20
36	3	3	3	1	3	3	2	3	21
เฉลี่ย	2.58	2.53	2.42	2.44	2.50	2.44	2.47	2.61	20.00

ตารางที่ ๒.3 วิเคราะห์สถิติค่าของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียน

คะแนนผลสัมฤทธิ์	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD	$\bar{d}$	SD	t	p
ก่อนเรียน	6.36	26.50	2.19	13.64	2.65	30.85*	0.00
หลังเรียน	20.00	83.33	1.47				

ตารางที่ ๓.๔ วิเคราะห์สถิติค่าที่ของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
1. ยืนและดีเอ็นเอ	ก่อนเรียน	3	0.89	0.75	11.05*	0.00
	หลังเรียน	3	2.58	0.60		
2. โครโมโซม	ก่อนเรียน	3	0.86	0.76	11.60*	0.00
	หลังเรียน	3	2.53	0.56		
3. วัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	ก่อนเรียน	3	0.72	0.81	11.05*	0.00
	หลังเรียน	3	2.42	0.65		
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	ก่อนเรียน	3	0.92	0.81	9.44*	0.00
	หลังเรียน	3	2.44	0.65		
5. โครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	ก่อนเรียน	3	0.61	0.64	12.33*	0.00
	หลังเรียน	3	2.50	0.65		
6. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	ก่อนเรียน	3	0.89	0.75	11.07*	0.00
	หลังเรียน	3	2.44	0.56		
7. เทคโนโลยีชีวภาพ	ก่อนเรียน	3	0.81	0.67	10.15*	0.00
	หลังเรียน	3	2.47	0.65		
8. การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	ก่อนเรียน	3	0.67	0.72	12.62*	0.00
	หลังเรียน	3	2.61	0.55		
รวม	ก่อนเรียน	24	6.36	2.91	30.85*	0.00
	หลังเรียน	24	20.00	1.47		

ตารางที่ ๕.5 วิเคราะห์ค่าทีของคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและ  
หลังเรียนทั้งชั้นและภายในกลุ่มของนักเรียน

กลุ่มนักเรียน	การทดสอบ	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
รายชั้น (N = 36)	ก่อนเรียน	24	6.36	2.91	30.85*	0.00
	หลังเรียน	24	20.00	1.47		
กลุ่มเก่ง (N = 12)	ก่อนเรียน	24	8.83	1.11	32.95*	0.00
	หลังเรียน	24	21.33	0.49		
กลุ่มปานกลาง (N = 12)	ก่อนเรียน	24	6.17	0.72	46.78*	0.00
	หลังเรียน	24	20.42	0.51		
กลุ่มอ่อน (N = 12)	ก่อนเรียน	24	3.83	1.53	34.60*	0.00
	หลังเรียน	24	18.25	0.97		

ตารางที่ ๖.6 คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนครั้งที่ 2

นักเรียน คนที่	คะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน								รวม
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	
1	3	3	2	3	3	3	3	3	23
2	2	3	2	3	2	3	2	3	20
3	1	2	2	3	2	3	3	1	17
4	2	2	3	3	2	3	2	2	19
5	2	1	3	2	1	2	2	3	16
6	2	2	1	2	1	1	3	2	14
7	3	1	2	2	1	2	3	3	17
8	3	2	2	2	1	2	2	3	17
9	3	2	2	2	1	3	3	3	19
10	3	3	2	3	3	3	3	3	23
11	3	3	2	3	1	2	2	3	19
12	3	3	3	3	2	3	2	3	22
13	3	2	2	3	2	3	3	2	20
14	3	2	2	3	2	3	1	2	18
15	3	3	2	3	2	2	3	1	19
16	3	3	3	3	3	3	3	2	23
17	3	2	3	3	2	3	2	3	21
18	2	1	3	2	3	3	3	3	20
19	3	3	3	2	2	3	1	2	19
20	3	2	3	2	3	2	3	2	20
21	2	2	3	3	2	2	3	2	19
22	3	2	3	2	2	2	3	2	19
23	3	2	3	2	1	3	3	2	19
24	3	2	3	3	2	3	3	3	22
25	2	3	3	2	2	2	3	2	19

ตารางที่ ๖.6 คะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเรียนครั้งที่ 2 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน								รวม
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8	
26	3	3	2	1	3	2	1	2	17
27	3	2	3	3	1	3	3	2	20
28	2	2	3	2	1	3	3	3	19
29	3	2	3	2	2	3	3	3	21
30	2	2	3	1	2	3	3	2	18
31	3	3	3	2	3	2	2	3	21
32	3	1	2	3	2	3	3	2	19
33	3	3	2	1	2	2	3	2	18
34	3	2	3	2	2	2	1	2	17
35	3	3	3	1	1	2	3	2	18
36	3	2	3	1	2	3	2	3	19
เฉลี่ย	2.694	2.25	2.556	2.306	1.917	2.556	2.528	2.389	19.19

ตารางที่ ๗.7 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนครั้งที่ 1 และ 2

แผนที่ย	$\bar{X}$ หลังเรียน		t	p ที่ .05
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
1	2.58	2.69	-3.16	1.0000
2	2.53	2.25		
3	2.42	2.56		
4	2.44	2.31		
5	2.50	1.92		
6	2.44	2.56		
7	2.47	2.53		
8	2.42	2.39		
เฉลี่ย	20.00	19.19		

ภาคผนวก ก

ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain) ด้านการคิดวิเคราะห์

ตารางที่ ฎ.1 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียน

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 24 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 24 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
1	5	21	0.84	สูง
2	6	21	0.83	สูง
3	8	19	0.69	ปานกลาง
4	9	21	0.80	สูง
5	5	20	0.79	สูง
6	10	19	0.64	ปานกลาง
7	4	17	0.65	ปานกลาง
8	5	20	0.79	สูง
9	6	17	0.61	ปานกลาง
10	4	22	0.90	สูง
11	6	19	0.72	สูง
12	9	22	0.87	สูง
13	9	21	0.80	สูง
14	6	19	0.72	สูง
15	2	19	0.77	สูง
16	7	21	0.82	สูง
17	8	22	0.88	สูง
18	4	21	0.85	สูง
19	4	19	0.75	สูง
20	7	21	0.82	สูง
21	9	19	0.67	ปานกลาง
22	6	20	0.78	สูง
23	7	21	0.82	สูง
24	4	21	0.85	สูง
25	5	20	0.79	สูง

ตารางที่ ฎ.1 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียน (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ผลรวมของคะแนน ก่อนเรียน (เต็ม 24 คะแนน)	ผลรวมของคะแนน หลังเรียน (เต็ม 24 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า	ระดับ ความก้าวหน้า
26	7	18	0.65	ปานกลาง
27	0	21	0.88	สูง
28	10	21	0.79	สูง
29	6	22	0.89	สูง
30	8	20	0.75	สูง
31	6	21	0.83	สูง
32	7	20	0.76	สูง
33	8	17	0.56	ปานกลาง
34	8	17	0.56	ปานกลาง
35	6	20	0.78	สูง
36	8	21	0.81	สูง
เฉลี่ย	6.36	20.00	0.77	สูง

ตารางที่ ฎ.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์  
ระหว่างกลุ่มของนักเรียน

แหล่งความ แปรปรวน	ผลรวมกำลัง สอง	องศาเสรี	ค่าเฉลี่ยกำลัง สอง	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	769.33	2	384.6652	25.8387	0.000
ภายในกลุ่ม	491.28	33	14.8872		
รวม	1260.61	35			
การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม		ค่าเฉลี่ยคะแนนความก้าวหน้า			
		ผลต่างค่าเฉลี่ย	ความคาดเคลื่อน มาตรฐาน		
กลุ่มเก่ง	กลุ่มอ่อน	10.80*		1.260	
กลุ่มเก่ง	กลุ่มปานกลาง	2.44		0.953	
กลุ่มปานกลาง	กลุ่มอ่อน	8.36*		1.107	

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวสุชาดา พ่อไชยราช

ประวัติการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2547 – 2550  
 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา  
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2551  
 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2552 – 2555  
 ครูโรงเรียนบ้านเหลื่อมพิทยาสรรพ์  
 ตำบลบ้านเหลื่อม อำเภอบ้านเหลื่อม จังหวัดนครราชสีมา  
 พ.ศ. 2555 – ปัจจุบัน  
 ครูโรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ  
 ตำบลหนองกุงศรี อำเภอนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์

ตำแหน่ง ครู

สถานที่ทำงาน โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาการ

ปัจจุบัน ตำบลหนองกุงศรี อำเภอนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์  
 อีเมลล์ sphochaiyarach@gmail.com

