

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ II กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 ประกอบด้วย โรงเรียนในจังหวัดสิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง และชัยนาท จำนวน 64 โรงเรียน มีนักเรียน 11,494 คน (สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา เขต 5, 2557)

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนชัยบาดาลวิทยา อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 ซึ่งเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างเฉพาะเจาะจง จำนวน 10 ห้องเรียน รวม 400 คน จากนั้นใช้วิธีการสุ่มแบบห้องเรียน โดยการจับสลากห้องเรียน 2 ห้องเรียน ได้ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ II และห้องเรียนที่ 2 จำนวน 40 คนเป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แสดงได้ดังภาพ 2



ภาพ 2 ลักษณะการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi - experimental research) ที่ใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยจัดสมาชิกเข้ากลุ่มด้วยการสุ่มหรือเลือก และมีการวัดผลก่อนทำการทดลอง ทั้งสองกลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งได้รับการจัดกระทำ (treatment: X) อีกกลุ่มหนึ่งไม่ได้รับการจัดกระทำ เพื่อให้ได้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม (randomized pretest - posttest control group design) ตามลำดับ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550, หน้า 337) เขียนแบบแผนการวิจัยได้ดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
(R)E	T ₁ E	X ₁	T ₂ E
(R)C	T ₁ C	X ₂	T ₂ C

เมื่อ	X ₁	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ว II
	X ₂	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
	T ₁ E, T ₂ E	แทน	การสอบก่อนและหลังการทดลอง ในกลุ่มทดลองตามลำดับ
	T ₁ C, T ₂ C	แทน	การสอบก่อนและหลังการทดลอง ในกลุ่มควบคุมตามลำดับ
	(R)E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental Group) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ว II
	(R)C	แทน	กลุ่มควบคุม (Control Group) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ว II
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหา เรื่อง พืช
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 39 ข้อ

4. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบวัดแบบประเมินค่า จำนวน 30 ข้อ

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอว์ II

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอว์ II ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิช จำนวน 5 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 15 ชั่วโมง มีเนื้อหาที่ใช้ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ 5 หัวข้อ คือ การลำเลียงสารในพืช กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืช การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช และเทคโนโลยีชีวภาพ ตามตาราง 2

ตาราง 2 เนื้อหาและเวลาในแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอว์ II เรื่อง ฟิช

แผนการจัดการเรียนรู้	หัวข้อ/เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
1	การลำเลียงสารในพืช	3
2	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	3
3	การสืบพันธุ์ของพืช	3
4	การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	3
5	เทคโนโลยีชีวภาพ	3
	รวม	15

โดยมีขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอว์ II รวมทั้งวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาสาระ เวลาเรียน มาตรฐานและตัวชี้วัดจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 กำหนดโครงสร้าง เนื้อหาสาระ จำนวนชั่วโมงที่เรียน และตัวชี้วัดของวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิช เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน และช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ได้หัวข้อการเรียนรู้ทั้งหมด 5 หัวข้อ คือ การลำเลียงสารในพืช กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืช การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช และเทคโนโลยีชีวภาพ

1.3 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอว์ II เรื่อง ฟิช จำนวน 5 แผน ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3) สาระสำคัญ
- 4) สาระการเรียนรู้
- 5) กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนกำหนดขนาดของกลุ่ม ขั้นตอนแบ่งหัวข้อย่อย ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ขั้นตอนถ่ายทอดความรู้ และขั้นตอนตรวจสอบผลงานและทดสอบเนื้อหา
- 6) การวัดผลประเมินผล
- 7) แหล่งการเรียนรู้
- 8) ข้อเสนอแนะ

เมื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ II เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นให้สอดคล้องกับเนื้อหาและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอน รวมทั้งการวัดผลประเมินผลการเรียนให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและสภาพสังคมของผู้เรียน

1.4 ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความรู้ความสามารถในการสอนและมีผลงานทางวิชาการเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหาและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอน และวิธีการวัดผลประเมินผลการเรียน

1.5 นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาแปลความหมายของคะแนนตามเกณฑ์ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ต้องมีค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2556, หน้า 151) ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ II ที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แล้วนำไปใช้จัดการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืช จำนวน 5 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 15 ชั่วโมง มีเนื้อหาที่ใช้ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ 5 หัวข้อ คือ การลำเลียงสารในพืช กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืช การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ ตามตาราง 3

ตาราง 3 เนื้อหาและเวลาในแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง พืช

แผนการจัดการเรียนรู้	หัวข้อ/เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
1	การลำเลียงสารในพืช	3
2	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	3
3	การสืบพันธุ์ของพืช	3
4	การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	3
5	เทคโนโลยีชีวภาพ	3
รวม		15

โดยมีขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ รวมทั้งวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาสาระ เวลาเรียน มาตรฐานและตัวชี้วัดจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 กำหนดโครงสร้าง เนื้อหาสาระ จำนวนชั่วโมงที่เรียน และตัวชี้วัดของวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืช เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้การสอน และช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ได้หัวข้อการเรียนรู้ทั้งหมด 5 หัวข้อ คือ การลำเลียงสารในพืช กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืช การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ

2.3 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง พืช จำนวน 5 แผน ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3) สาระสำคัญ
- 4) สาระการเรียนรู้
- 5) กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป
- 6) การวัดผลประเมินผล
- 7) แหล่งการเรียนรู้
- 8) ข้อเสนอแนะ

เมื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นให้สอดคล้องกับเนื้อหาและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรม

แต่ละขั้นตอน รวมทั้งการวัดผลประเมินผลการเรียนให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและสภาพสังคมของผู้เรียน

2.4 ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความรู้ความสามารถในการสอนและมีผลงานทางวิชาการเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรมแต่ละขั้นตอน และแผนการวัดผลประเมินผลการเรียน

2.5 นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาแปลความหมายของคะแนนตามเกณฑ์ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ต้องมีค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2545, หน้า 151) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ว II ที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แล้วนำไปใช้จัดการเรียนการสอนกับกลุ่มควบคุมในการวิจัยต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองสอนกับนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ว II ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ และกระบวนการต่างๆ ในการวัดผล หลักการเขียนข้อสอบประเภทเลือกคำตอบ (selection type) แบบหลายตัวเลือก (multiple choice) จากหนังสือและเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลทางการศึกษาของผู้ทรงคุณวุฒิต่างๆ เช่น พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, หน้า 118) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.2 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จากเอกสารประกอบหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชัยบาดาลวิทยา วิชาวิทยาศาสตร์ ว 21101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แล้วสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยกำหนดร้อยละของพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้

3.3 สร้างแบบทดสอบตามตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ เรื่อง พืช เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบขั้นต้น ผู้วิจัยได้พิจารณาความเป็นปรนัยของข้อสอบ ความยากง่ายของข้อคำถามคำตอบของข้อสอบในแต่ละข้อ ด้วยการตรวจความชัดเจนของภาษาที่ใช้เขียนคำถามคำตอบ โดยยึดหลักเมื่ออ่าน

แล้วจะสื่อความหมายและเข้าใจตรงกัน ใช้ภาษาง่ายเหมาะกับผู้อ่าน อ่านได้ชัดเจนไม่กำกวม รวมทั้งความถูกต้องสมบูรณ์ของคำตอบที่มีให้เลือกและคำชี้แจงในการตอบ

3.4 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ ด้านการวัดผลประเมินผลและด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวเลือก

3.5 นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาแปลความหมายของคะแนนตามเกณฑ์ คือ ข้อสอบที่ใช้ได้ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณามีค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 จากนั้นผู้วิจัยทำการปรับปรุง และแก้ไขแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.6 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 80 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้ผ่านการเรียน เรื่อง พืช มาแล้ว

3.7 นำผลไปวิเคราะห์หาค่าคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ โดยหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ ซึ่งข้อสอบที่เหมาะสมจะต้องมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 ควรมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2556, หน้า 141)

3.8 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกโดย คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 แต่เนื่องจากข้อสอบสร้างไว้เกิน จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อสอบให้กระจายครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และมี ค่าความยากง่าย (p) โกล้ 0.50 มากที่สุดและค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลการ ตรวจสอบค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบ ตามเกณฑ์ให้เหลือจำนวน 30 ข้อ ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย(p) ตั้งแต่ 0.57 ถึง 0.80 และค่า อำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.22 - 0.37

3.9 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 80 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้ผ่านการเรียน เรื่อง พืช มาแล้ว เพื่อหาค่าความเที่ยง รายฉบับโดยคำนวณจากสูตร KR-20 ตามวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยข้อสอบที่ดีควรมีค่า ความเที่ยงตั้งแต่ .70 ขึ้นไป ได้ค่าความเที่ยงรายฉบับเท่ากับ 0.72

3.10 นำแบบทดสอบที่ได้คุณภาพแล้ว จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ในการวิจัยต่อไป

4. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามกระบวนการ สร้างแบบทดสอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ และกระบวนการต่างๆ ในการวัดผล หลักการเขียนข้อสอบประเภทเลือกคำตอบ แบบหลายตัวเลือก จากหนังสือและเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลทางการศึกษาของผู้ทรงคุณวุฒิต่างๆ เช่น พิเชิต ฤทธิ์จรรยา (2556, หน้า 118)

4.2 สร้างตารางวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการวัดจำนวน 13 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4.3 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 65 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบขั้นต้น ผู้วิจัยได้พิจารณาความเป็นปรนัยของข้อสอบ ความยากง่ายของข้อคำถาม คำตอบของข้อสอบในแต่ละข้อ ด้วยการตรวจความชัดเจนของภาษาที่ใช้เขียนคำถามคำตอบ โดยยึดหลักเมื่ออ่านแล้วจะสื่อความหมายและเข้าใจตรงกัน ใช้ภาษาง่ายเหมาะกับผู้อ่าน อ่านได้ชัดเจนไม่กำกวม รวมทั้งความถูกต้องสมบูรณ์ของคำตอบที่มีให้เลือกและคำชี้แจงในการตอบ

4.4 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผลและด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวเลือก

4.5 นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาแปลความหมายของคะแนนตามเกณฑ์คือ ข้อสอบที่ใช้ได้ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (พิเชิต ฤทธิ์จรรยา, 2556, หน้า 151) ข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญพิจารณามีค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 จากนั้นผู้วิจัยทำการปรับปรุงและแก้ไขแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

4.6 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 80 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4.7 นำผลไปวิเคราะห์หาค่าคุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ โดยหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ ซึ่งข้อสอบที่เหมาะสมจะต้องมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 ควรมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (พิเชิต ฤทธิ์จรรยา, 2556, หน้า 141-142)

4.8 พิจารณา ปรับปรุงและคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งมีค่าความยากระหว่าง 0.48 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.22 - 0.48 เพื่อสร้างเป็นแบบทดสอบจำนวน 39 ข้อ

4.9 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 80 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเที่ยงรายฉบับโดยคำนวณจากสูตร KR-20 ตามวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ข้อสอบที่ดีควรมีค่าความเที่ยงตั้งแต่ .70 ขึ้นไป ซึ่งข้อสอบที่จัด ฉบับไว้มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.78

4.10 นำแบบทดสอบที่ได้คุณภาพแล้วจำนวน 39 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อวัดระดับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ II กับกลุ่มควบคุมที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากทฤษฎี เอกสารและงานวิจัย โดยเลือกใช้วิธีการสร้างแบบวัดเจตคติแบบประเมินค่า 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ท ซึ่งเป็นระดับของความเห็นและความรู้สึกของผู้ตอบแบบวัด ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5.2 สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้พัฒนามาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ประกอบด้วยข้อความเชิงนิมาน และข้อความเชิงนิเสธ โดยครอบคลุมเนื้อหาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน ดังนี้ ความสนใจใฝ่รู้ ความมีเหตุผล ความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ มุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม และการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

5.3 กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

5.3.1 ข้อความเชิงนิมาน พิจารณาระดับการปฏิบัติโดยให้คะแนนดังนี้

- | | |
|---------------|-------------|
| 1) มากที่สุด | ให้ 5 คะแนน |
| 2) มาก | ให้ 4 คะแนน |
| 3) ปานกลาง | ให้ 3 คะแนน |
| 4) น้อย | ให้ 2 คะแนน |
| 5) น้อยที่สุด | ให้ 1 คะแนน |

5.3.2 ข้อความเชิงนิเสธ พิจารณาระดับการปฏิบัติโดยให้คะแนนดังนี้

- | | |
|---------------|-------------|
| 1) มากที่สุด | ให้ 1 คะแนน |
| 2) มาก | ให้ 2 คะแนน |
| 3) ปานกลาง | ให้ 3 คะแนน |
| 4) น้อย | ให้ 4 คะแนน |
| 5) น้อยที่สุด | ให้ 5 คะแนน |

5.3.3 การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย โดยยึดค่าเฉลี่ยของกลุ่ม
(บุญชม ศรีสะอาด, 2535, หน้า 100) ดังนี้

- 1) ข้อความเชิงนิมิต พิจารณาค่าเฉลี่ยของกลุ่มดังนี้
 - ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 แปลความว่า มีเจตคติในระดับมากที่สุด
 - ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 แปลความว่า มีเจตคติในระดับมาก
 - ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 แปลความว่า มีเจตคติในระดับปานกลาง
 - ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 แปลความว่า มีเจตคติในระดับน้อย
 - ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 แปลความว่า มีเจตคติในระดับน้อยที่สุด
- 2) ข้อความเชิงนิเสธ พิจารณาค่าเฉลี่ยของกลุ่มดังนี้
 - ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 แปลความว่า มีเจตคติในระดับน้อยที่สุด
 - ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 แปลความว่า มีเจตคติในระดับน้อย
 - ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 แปลความว่า มีเจตคติในระดับปานกลาง
 - ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 แปลความว่า มีเจตคติในระดับมาก
 - ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 แปลความว่า มีเจตคติในระดับมากที่สุด

5.4 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยการหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ แล้วคัดเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์แต่ละข้อที่มีคะแนนเฉลี่ย ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2556, หน้า 151) ข้อคำถามมีค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 ซึ่งเป็นค่าที่มีความสอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่า ข้อคำถามของแบบวัดนี้วัดได้ตรงตามจุดประสงค์ในการสร้างแบบวัดเจตคติ

5.5 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จากนั้นจึงจัดพิมพ์แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยสลับข้อให้กระจายข้อความเชิงนิเสธ ข้อความเชิงนิมิต และเจตคติที่กำกับคุณลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน จำนวน 40 ข้อ นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 80 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

5.6 นำค่าของคะแนนเฉลี่ยที่ได้รับจากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ทดลองใช้ ไปคำนวณหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

5.6.1 คำนวณหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อหรือความตรงเชิงจำแนกรายข้อ ตามวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างรายข้อของคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Inter Total Correlation) โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) เป็นตัวบ่งชี้ระดับเจตคติ แล้วคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามซึ่งมีลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในแต่ละด้านที่เป็นข้อความเชิงนิมิตและข้อความเชิงนิเสธ อย่างละ 6 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

5.6.2 คัดเลือกข้อคำถามมาจำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.24 - 0.74

5.7 นำข้อคำถามของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 30 ข้อ ไปคำนวณค่าความเที่ยงโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ เท่ากับ 0.95 จากนั้นนำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้คุณภาพแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนชัยบาดาลวิทยาที่ทำการทดลองซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ II วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืช สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จากนั้นอธิบายให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีการเรียนการปฏิบัติตัวของนักเรียน

3. ดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ในระยะเวลาที่เท่ากัน ใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ II กับกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มควบคุม จำนวน 5 แผน รวม 15 ชั่วโมง

4. หลังจากที่ได้ดำเนินการสอนจบตามเนื้อหาที่กำหนดไว้แล้วให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน

5. ครูผู้สอนนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์ผล โดยใช้สถิติทดสอบที่แบบ dependent sample t - test และสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (one way ANCOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปการคำนวณทางคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค จิกซอร์ II เรื่อง พืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการหาค่าความสอดคล้องตามเนื้อหาและความตรงตามโครงสร้าง ซึ่งใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรม การเรียน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ตามสูตร IOC (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2556, หน้า 151)

2. การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

2.1 หาค่าความสอดคล้องตามเนื้อหาและความตรงตามโครงสร้างซึ่งใช้ค่าดัชนี ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ตามสูตร IOC (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2556, หน้า 151)

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2556, หน้า 151)

2.3 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามสูตร KR-20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, หน้า 223)

3. การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

3.1 หาค่าความสอดคล้องตามเนื้อหาและความตรงตามโครงสร้างซึ่งใช้ค่าดัชนี ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ตามสูตร IOC (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2556, หน้า 151)

3.2 หาค่าอำนาจจำแนก (r_{XY}) ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยการหาค่า สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมข้อ (Item-Total Correlation) ตามสูตรของ เพียร์สัน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 107)

3.3 หาค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, หน้า 96)

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิกซอร์ II ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนใช้สถิติทดสอบที่แบบ dependent sample t - test

5. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2 กลุ่ม ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค จิกซอร์ว II เรื่อง พืช กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ทางเดียว (one way ANCOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปการคำนวณทางคอมพิวเตอร์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (mean) คำนวณจากสูตร (ลัวัน สายยศ, และอังคณา สายยศ, 2540 ,หน้า 53)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) คำนวณจากสูตร (ลัวัน สายยศ, และอังคณา สายยศ, 2540 ,หน้า 103)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนักเรียน

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพและประสิทธิภาพเครื่องมือ

2.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ระหว่าง ข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามวิธีการของโรวีเนลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelle Hambleton) เป็นรายข้อ (บุญเชิด ภิญญอนันต์พงศ์, 2545, หน้า 179) โดยคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งหาจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยากง่าย (p) รายชื่อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2545, หน้า 158) แล้วใช้สูตรคำนวณความยากง่าย ดังนี้

$$p = \frac{H+L}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
	H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (r) รายชื่อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งกลุ่มผู้ตอบเป็นกลุ่มผู้ได้คะแนนสูง 33% และกลุ่มผู้ตอบเป็นกลุ่มผู้ได้คะแนนต่ำ 33% (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2545, หน้า 163) แล้วใช้สูตรคำนวณค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

$$r = \frac{H+L}{N_H}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่ได้คะแนน
	H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	N_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง

2.4 การหาค่าความเที่ยง โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, หน้า 85-86)

$$KR - 20 : r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเที่ยงของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

2.5 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมข้อ (Item-Total Correlation) ที่มีค่าสหสัมพันธ์ (r_{xy}) เป็นบวกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 107)

$$r_{xy} = \frac{N\sum X_{ij}Y_j - \sum X_{ij}\sum Y_i}{\sqrt{[N\sum X_{ij}^2 - (\sum X_{ij})^2][N\sum Y_j^2 - (\sum Y_i)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
	X_{ij}	แทน	คะแนนข้อที่ i ของคนที่ j
	Y_j	แทน	คะแนนรวมทั้งฉบับของคนที่ j

2.6 การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาตามวิธีการของครอนบาคของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, หน้า 96) ใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	K	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\sum s_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบความแตกต่างกันของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ II โดยใช้สูตร match-paired t-test (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2547, หน้า 307)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.2 ทดสอบความแตกต่างกันของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน 2 กลุ่มระหว่างกลุ่มทดลองที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอร์ II กับกลุ่มควบคุมที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สูตรที่ใช้ในการคำนวณการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน โดยวิเคราะห์แบบตัวแปรอิสระตัวเดียว (one way ANCOVA) ตามขั้นตอน ดังนี้ (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2533, หน้า 188-191)

3.2.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรร่วม โดยคำนวณหาผลรวมของผลต่างกำลังสอง (sum of square) ของตัวแปรร่วม ได้แก่ ผลรวมของผลต่างกำลังสองรวม (SS_{t_x}) ผลรวมของผลต่างกำลังสองระหว่างกลุ่ม (SS_{b_x}) และผลรวมของผลต่างกำลังสองภายในกลุ่ม (SS_{w_x})

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad SS_{t_x} &= \sum_j \sum_i X_{ij}^2 - \frac{(\sum_j \sum_i X_{ij})^2}{N} \\ SS_{b_x} &= \frac{\sum_j (\sum_i X_{ij})^2}{n} - \frac{(\sum_j \sum_i X_{ij})^2}{N} \\ SS_{w_x} &= \sum_j \sum_i X_{ij}^2 - \frac{\sum_j (\sum_i X_{ij})^2}{n} \end{aligned}$$

3.2.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตาม โดยคำนวณหาผลรวมของผลต่างกำลังสองของตัวแปรตาม ได้แก่ ผลรวมของผลต่างกำลังสองรวม (SS_{t_y}) ผลรวมของผลต่างกำลังสองระหว่างกลุ่ม (SS_{b_y}) และผลรวมของผลต่างกำลังสองภายในกลุ่ม (SS_{w_y})

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad SS_{t_y} &= \sum_j \sum_i Y_{ij}^2 - \frac{(\sum_j \sum_i Y_{ij})^2}{N} \\ SS_{b_y} &= \frac{\sum_j (\sum_i Y_{ij})^2}{n} - \frac{(\sum_j \sum_i Y_{ij})^2}{N} \\ SS_{w_y} &= \sum_j \sum_i Y_{ij}^2 - \frac{\sum_j (\sum_i Y_{ij})^2}{n} \end{aligned}$$

3.2.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลคูณของตัวแปรร่วมและตัวแปรตาม โดยคำนวณหาผลรวมของผลคูณระหว่างตัวแปรร่วมกับตัวแปรตาม ได้แก่ ผลรวมของผลคูณรวม ($SS_{t_{xy}}$) ผลรวมของผลคูณระหว่างกลุ่ม ($SS_{b_{xy}}$) และผลรวมของผลคูณภายในกลุ่ม ($SS_{w_{xy}}$)

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad SS_{t_{xy}} &= \sum_j \sum_i X_{ij} Y_{ij} - \frac{(\sum_j \sum_i X_{ij})(\sum_j \sum_i Y_{ij})}{N} \\ SS_{b_{xy}} &= \frac{\sum_j (\sum_i X_{ij})(\sum_i Y_{ij})}{n} - \frac{(\sum_j \sum_i X_{ij})(\sum_j \sum_i Y_{ij})}{N} \\ SS_{w_{xy}} &= \sum_j \sum_i X_{ij} Y_{ij} - \frac{\sum_j (\sum_i X_{ij})(\sum_i Y_{ij})}{n} \end{aligned}$$

3.2.4 คำนวณค่าผลรวมของผลต่างกำลังสองของตัวแปรตามหลังปรับด้วยตัวแปรร่วม (adjusted sum of square) ได้แก่ ผลรวมของผลต่างกำลังสองรวมหลังปรับด้วยตัวแปรร่วม (SS'_{t_y}) ผลรวมของผลต่างกำลังสองระหว่างกลุ่มหลังปรับด้วยตัวแปรร่วม (SS'_{b_y}) และผลรวมของผลต่างกำลังสองภายในกลุ่มหลังปรับด้วยตัวแปรร่วม (SS'_{w_y})

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad SS'_{t_y} &= SS_{t_y} - \frac{(SS_{t_{xy}})^2}{SS_{t_x}} \\ SS'_{b_y} &= SS'_{t_y} - SS'_{w_y} \\ SS'_{w_y} &= SS_{w_y} - \frac{(SS_{w_{xy}})^2}{SS_{w_x}} \end{aligned}$$

3.2.5 คำนวณค่าของตัวแปรตามที่ปรับด้วยตัวแปรร่วมในแต่ละกลุ่มของตัวแปรอิสระ (adjusted treatment group means) ตามสมการ

$$\bar{Y}'_{.j} = \bar{Y}_{.j} - b_{yx}(\bar{X}_{.j} - \bar{X}_{..})$$

เมื่อ $\bar{Y}'_{.j}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามของกลุ่ม j ที่ได้รับการปรับค่าแล้ว
 $\bar{Y}_{.j}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามของกลุ่ม j
 $\bar{X}_{.j}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรร่วมของกลุ่ม j
 $\bar{X}_{..}$ คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของตัวแปรร่วม
 b_{yx} คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย ซึ่งหาได้จากสูตร

$$b_{yx} = \frac{SS_{w_{xy}}}{SS_{w_x}}$$

$$\text{หรือ} \quad b_{yx} = \frac{\sum_j \sum_i (X_{ij} - \bar{X}_{..})(Y_{ij} - \bar{Y}_{..})}{\sum_j \sum_i (X_{ij} - \bar{X}_{..})^2}$$

3.2.6 คำนวณค่าสถิติ F ที่ใช้ในการทดสอบ

$$F = \frac{MS'_{b_y}}{MS'_{w_y}} \sim F_{J-1, N-J-c} (1-\alpha)$$

- เมื่อ c แทน จำนวนตัวแปรร่วม
 J แทน จำนวนกลุ่ม
 N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด
 MS'_{b_y} แทน ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม
 MS'_{w_y} แทน ความแปรปรวนภายในกลุ่ม
 α แทน ระดับนัยสำคัญ

3.2.7 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยใช้ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ดังนี้

ตาราง 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	SIGNIF. OF F
ตัวแปรร่วม	SS_{b_x}	c	MS_{b_x}	MS_{b_x} / MS'_{w_y}	$P(F > F_c)$
ตัวแปรอิสระ	SS'_{b_y}	J-1	MS'_{b_y}	MS'_{b_y} / MS'_{w_y}	$P(F > F_c)$
ส่วนที่เหลือ	SS'_{w_y}	N-J-c	MS'_{w_y}		
รวม	SS_{t_y}	N-1			

- เมื่อ SS_c คือ ผลรวมของผลต่างกำลังสองที่เกิดจากตัวแปรร่วม
 SS'_b คือ ผลรวมของผลต่างกำลังสองระหว่างกลุ่มที่ได้รับการปรับค่าแล้ว
 SS'_w คือ ผลรวมของผลต่างกำลังสองภายในกลุ่มที่ได้รับการปรับค่าแล้ว
 $SS_t = SS_c + SS'_b + SS'_w$