

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนชีววิทยาเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มี ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 จำนวน 1 ห้องเรียน 43 คน จากจำนวนห้อง 3 ห้องเรียน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบ แบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา การคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว ให้เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง ซึ่งใช้รูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 249) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ (Pretest)

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ (Posttest)

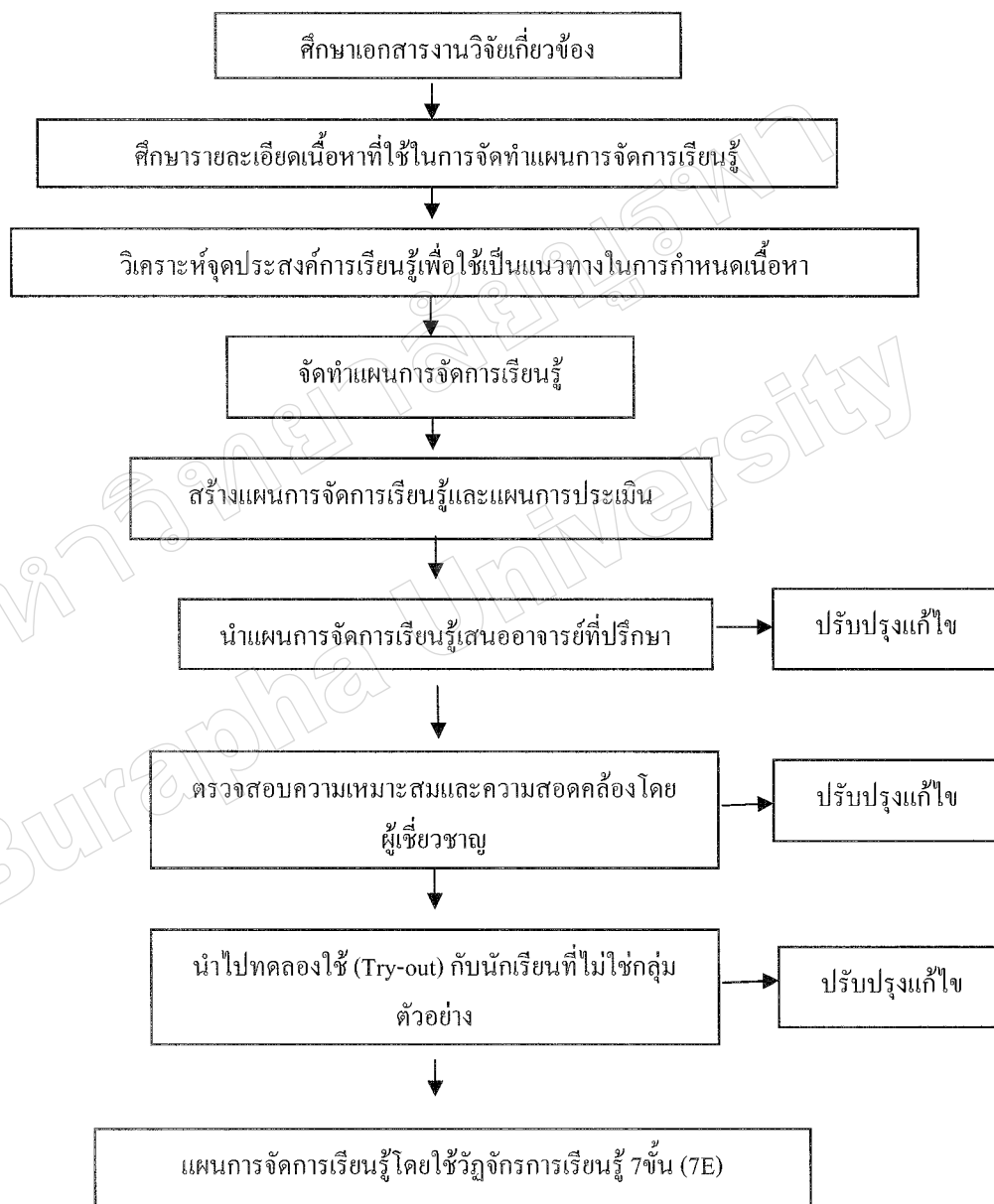
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา
3. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
4. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัย ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) (ปิยวรรณ ประเสริฐไทย, 2551) หนังสือเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง : กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สมบัติ การจนารักพงษ์, เพ็ญศรี กันพิง, จุฬาลักษณ์ ม่วงดิษฐ์ และวิมล อินทร์ประสทธิ, 2549)

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พุทธศักราช 2551 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข โดยได้กำหนดเนื้อหาเรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งได้ 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งสิ้น 20 คาบ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียนวิชาชีววิทยาเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เรื่อง	จุดประสงค์	เวลา (คาบ)
1	ลักษณะทาง พันธุกรรม	1. อธิบายและยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดไปยังรุ่นต่างๆในสิ่งมีชีวิตได้ 2. สำรวจ สังเกต เปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของลูกที่เหมือนกับพ่อแม่ และอธิบายได้	2
2	โครโมโซมและ สารพันธุกรรม	1. อธิบายรูปร่างลักษณะของโครโมโซมได้ 2. อธิบายความแตกต่างระหว่างจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ได้	2

ตารางที่ 3 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เรื่อง	จุดประสงค์	เวลา (คาบ)
3	การแบ่งเซลล์	1. สามารถระบุชนิดของการแบ่งเซลล์ ความสำคัญของการแบ่งเซลล์ ความหมายของฮอโมโลกัสโครโมโซม เซลล์ดีพลอยด์ เซลล์เฮพลอยด์ การเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสได้อย่างถูกต้อง 2. สามารถสำรวจ สังเกต เปรียบเทียบเซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสได้อย่างถูกต้อง	4
4	โครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1. อธิบายโครงสร้าง บทบาทของนิวคลีโอไทด์และ DNA ได้ 2. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้	2
5	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1. อธิบายสัญลักษณ์ เพดดิกรี การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดโดยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศได้ 2. เขียนเพดดิกรีถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยยีนที่มี 2 แอลลีลได้	3

ตารางที่ 3 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เรื่อง	จุดประสงค์	เวลา (คาบ)
6	การเปลี่ยนแปลง ทางพันธุกรรม	1. สามารถอธิบายความหมาย และสาเหตุของการเกิด มิวเทชัน กระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติได้ อย่างถูกต้อง 2. สามารถเปรียบเทียบการเกิดมิวเทชัน และการ คัดเลือกโดยธรรมชาติได้อย่างถูกต้อง	3
7	เทคโนโลยีชีวภาพ	1. อธิบายความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพ พันธุ วิศวกรรม การโคลน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ลาย พิมพ์ดีเอ็นเอ ได้อย่างถูกต้อง 2. สามารถเปรียบเทียบระหว่างพันธุวิศวกรรม การ โคลนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ลายพิมพ์ ดีเอ็นเอ ได้อย่างถูกต้อง	2
8	ความหลากหลาย ทางชีวภาพ	1. สามารถความหมายและความสำคัญของความ หลากหลายทางชีวภาพได้อย่างถูกต้อง 2. สามารถสำรวจ สังเกต เปรียบเทียบเกี่ยวกับความ หลากหลายของสิ่งมีชีวิตในด้านคุณค่า การใช้ ประโยชน์ของมนุษย์ พร้อมวิธีการอนุรักษ์ได้ อย่างถูกต้อง	2
รวม			20

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยให้ครอบคลุม
จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 8 แผน โดยโครงสร้างของแต่ละ
แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด

1.4.2 สาระสำคัญ

1.4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.4 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.4.5 สมรรถนะของผู้เรียน

1.4.6 หลักฐานการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

1.4.7 การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน 7 ขั้น ดังนี้

1.4.7.1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

1.4.7.2 ขั้นสร้างความสนใจ

1.4.7.3 ขั้นสำรวจและค้นหา

1.4.7.4 ขั้นอธิบาย

1.4.7.5 ขั้นขยายแนวความคิด

1.4.7.6 ขั้นประเมินผล

1.4.7.7 ขั้นนำแนวความคิดไปใช้

1.4.8 สื่อ/ นวัตกรรม และแหล่งเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่างๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ด้านการสอนคิดวิเคราะห์ และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรม และพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ในการประเมินความเหมาะสมใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบการจัดลำดับคุณภาพ แต่ละระดับมีความหมายดังต่อไปนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลค่าความเหมาะสม กำหนดค่าเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 33)

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป (ได้ค่าเฉลี่ย 4.27) และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ได้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยการนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านนำมาแปลงเป็นคะแนนได้ดังนี้

สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น 1

ไม่แน่ใจ กำหนดคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น -1

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรดัชนีหาความสอดคล้อง เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) ถ้าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้ โดยได้ค่า IOC 0.8 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพต่อไป

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์

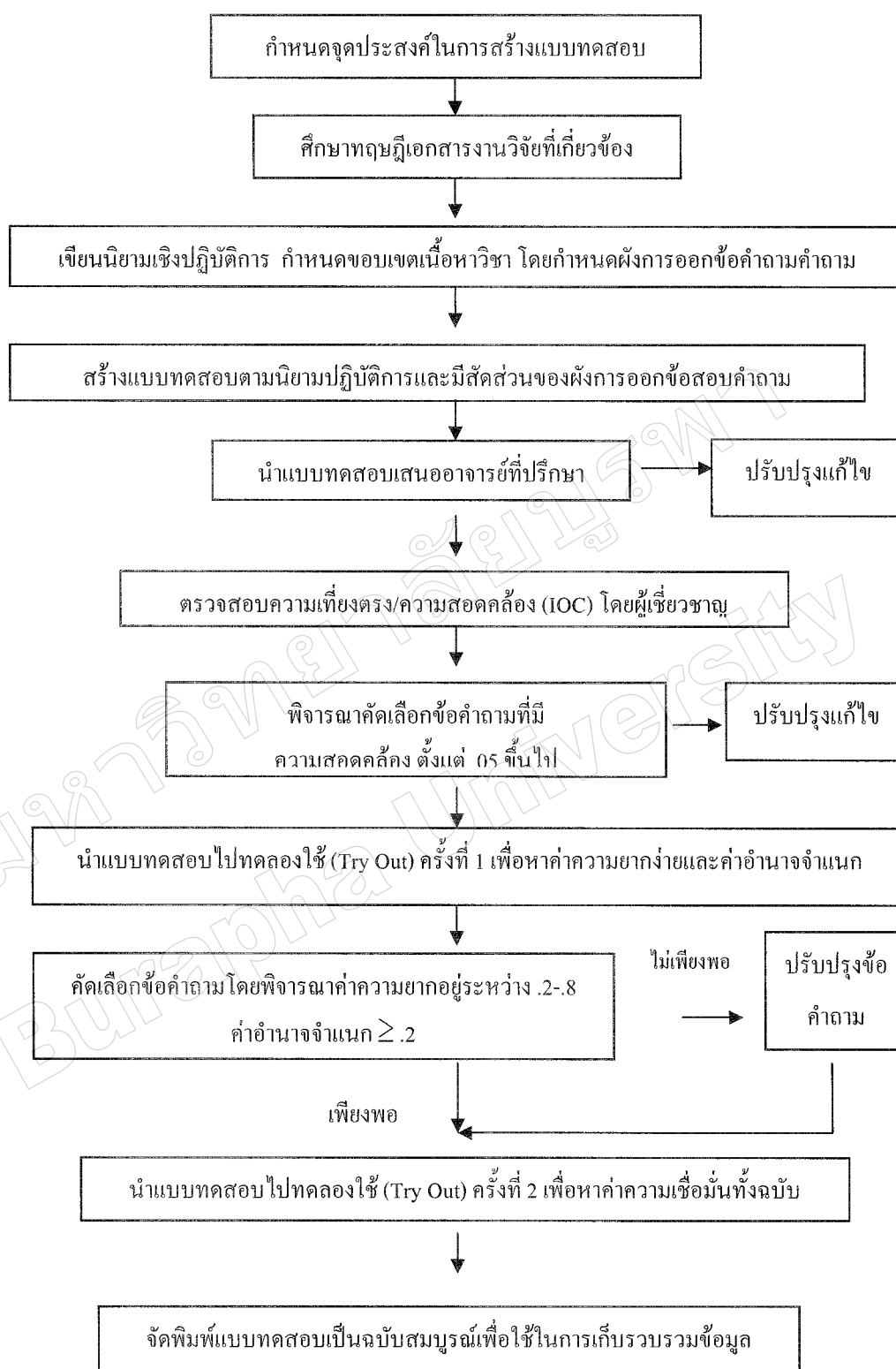
1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียน ที่ยังไม่เคยศึกษาเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จำนวน 4 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ประกอบด้วยเด็กเก่ง จำนวน 1 คน ปานกลาง จำนวน 2 คน และอ่อน จำนวน 1 คน โดยพิจารณาจากผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2554 โดยเด็กเก่งหมายถึง นักเรียนที่มีผลการเรียนระดับ 3 – 4 เด็กปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่มี

ผลการเรียนระดับ 2 เด็กอ่อนหมายถึง นักเรียนที่มีผลการเรียนระดับ 1 จัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตและให้คำปรึกษาระหว่างการทดลองอย่างใกล้ชิด เพื่อตรวจสอบหาความเหมาะสมของเอกสารประกอบการสอน ใบกิจกรรม ข้อคำถาม ความยากง่ายของกิจกรรมและแบบประเมินผล ความเหมาะสมของระยะเวลากับการทำกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามลำดับขั้นตอน ต่อไปนี้



ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีรายละเอียดดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

2.2 ศึกษาทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ

2.3 เขียนนิยามเพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และศึกษาเนื้อหาจากหลักสูตร แบบเรียนและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ และการวิเคราะห์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับ
จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					ต้องการจริง (ข้อ)
		ความรู้จำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม (ข้อ)	
ลักษณะ ทาง พันธุกรรม	1. อธิบายและยกตัวอย่างลักษณะ ทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดไปยังรุ่น ต่างๆในสิ่งมีชีวิตได้ 2. สืบรวจ สังเกต เปรียบเทียบลักษณะ ต่าง ๆ ของลูกที่เหมือนกับพ่อแม่ และอธิบายได้	1	2	1	1	5	4
โครโมโซม และสาร พันธุกรรม	1. อธิบายรูปร่างลักษณะของ โครโมโซมได้ 2. อธิบายความแตกต่างระหว่าง จำนวนโครโมโซมของเซลล์ ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ได้	1	2	-	3	6	4

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					ต้องการจริง (ข้อ)
		ความรู้จำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม (ข้อ)	
การแบ่ง เซลล์	1. สามารถระบุชนิดของการแบ่งเซลล์ ความสำคัญของการแบ่งเซลล์ ความหมายของสอ โมโลกัส โครโมโซม เซลล์ดีพลอยด์ เซลล์ แอฟลอยด์ การเปลี่ยนแปลงของ นิวเคลียสในการแบ่งเซลล์แบบไม โทซิสและไมโอซิสได้อย่างถูกต้อง 2. สามารถสำรวจ สังเกต เปรียบเทียบ เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไม โทซิสและไมโอซิสได้อย่างถูกต้อง	-	2	1	2	5	4
โครโมโซม กับการ ถ่ายทอด ลักษณะ ทาง พันธุกรรม	1. อธิบายโครงสร้าง บทบาทของ นิวคลีโอไทด์และ DNA ได้ 2. สรุปความสัมพันธ์ระหว่าง โครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรมได้	2	3	-	1	6	4

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					ต้องการจริง (ข้อ)
		ความรู้จำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม (ข้อ)	
การ ถ่ายทอด ลักษณะ ทาง พันธุกรรม	1. อธิบายสัญลักษณ์ เพดดิกรี การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ลักษณะทางพันธุกรรมที่ ถ่ายทอดโดยยีนที่อยู่บน โครโมโซมเพศได้						
ม	2. เขียนเพดดิกรีถ่ายทอดลักษณะ พันธุกรรมที่ควบคุมด้วยยีนที่มี 2 แอลลีลได้	-	2	1	5	8	6
การ เปลี่ยนแปลง ลงทาง พันธุกรรม	1. สามารถอธิบายความหมาย และสาเหตุของการเกิดมิวเท ชัน กระบวนการคัดเลือกโดย ธรรมชาติได้อย่างถูกต้อง						
ม	2. สามารถเปรียบเทียบการเกิด มิวเทชัน และการคัดเลือกโดย ธรรมชาติได้อย่างถูกต้อง	-	5	3	5	13	8

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					ต้องการจริง (ข้อ)
		ความรู้จำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม (ข้อ)	
เทคโนโลยี ชีวภาพ	1. อธิบายความหมายของ เทคโนโลยีชีวภาพ พันธุ วิศวกรรม การโคลน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ลาย พิมพ์ดีเอ็นเอได้อย่างถูกต้อง 2. สามารถเปรียบเทียบระหว่าง พันธุวิศวกรรม การโคลนการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ลายพิมพ์ ดีเอ็นเอได้อย่างถูกต้อง	2	1	5	4	12	6
ความ หลากหลาย ยทาง ชีวภาพ	1. สามารถความหมายและ ความสำคัญของความ หลากหลายทางชีวภาพได้ อย่างถูกต้อง 2. สามารถสำรวจ สังเกต เปรียบเทียบเกี่ยวกับความ หลากหลายของสิ่งมีชีวิตใน ด้านคุณค่า การใช้ประโยชน์ ของมนุษย์ พร้อมวิธีการ อนุรักษ์ได้อย่างถูกต้อง	-	4	-	1	5	4
รวม						60	40

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้กับ พฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำ ข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา ด้านการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ด้านการสอนคิดวิเคราะห์ และด้านการวัดและ ประเมินผล เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือก แบบทดสอบที่มี ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ได้ค่า IOC 0.8 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความ เทียบตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตาม ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ

2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข ที่ผ่านการเรียนเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมมาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ขึ้นไป

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้ คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือ ตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (p) (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 203) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามวิธีของเบรนนัน (Brennan) (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 214) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 229)

2.10 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ที่มีค่าความยาก (.27 - .67) และ ค่าอำนาจจำแนก (.23 - .51) ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนดไว้

- การวิเคราะห์ความเห็นของผู้เขียน หรือลักษณะของการเขียนในด้านต่างๆ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ว่าผู้เขียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับข่าวหรือบทความ

3.5 สร้างตารางกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ จำแนกตามพฤติกรรมด้านการคิด

ตารางที่ 5 จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ จำแนกตามพฤติกรรมด้านการคิด

พฤติกรรมด้านการคิด	จำนวนข้อสอบที่ คาดว่าจะต้องใช้ (ข้อ)	จำนวนข้อสอบที่ ออกเกิน (ข้อ)	รวม
ด้านเนื้อหา	10	4	16
ด้านความสัมพันธ์	10	4	13
ด้านหลักการ	8	4	11
รวม	28	12	40

3.6 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ตามโครงสร้างตารางที่ 5 โดยกำหนดคำถามเป็นลักษณะสถานการณ์หรือข้อมูลที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ที่ได้จาก ข่าว บทความ วารสาร หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับชีววิทยาหรืออื่นๆ โดยแต่ละสถานการณ์มีคำถามแบบวิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ ส่วนคำตอบเป็นข้อสรุปของสถานการณ์ 4 ข้อสรุป เพื่อให้ผู้ตอบพิจารณาตัดสินใจว่า ข้อสรุปใดน่าเชื่อถือกว่ากัน หลังจากการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์แล้ว นำไปให้อาจารย์คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

3.7 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอนี้ไปปรับปรุงแก้ไข

3.8 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ด้านการสอนคิดวิเคราะห์ และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ

จุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) ได้ค่า IOC 0.8 ขึ้นไป

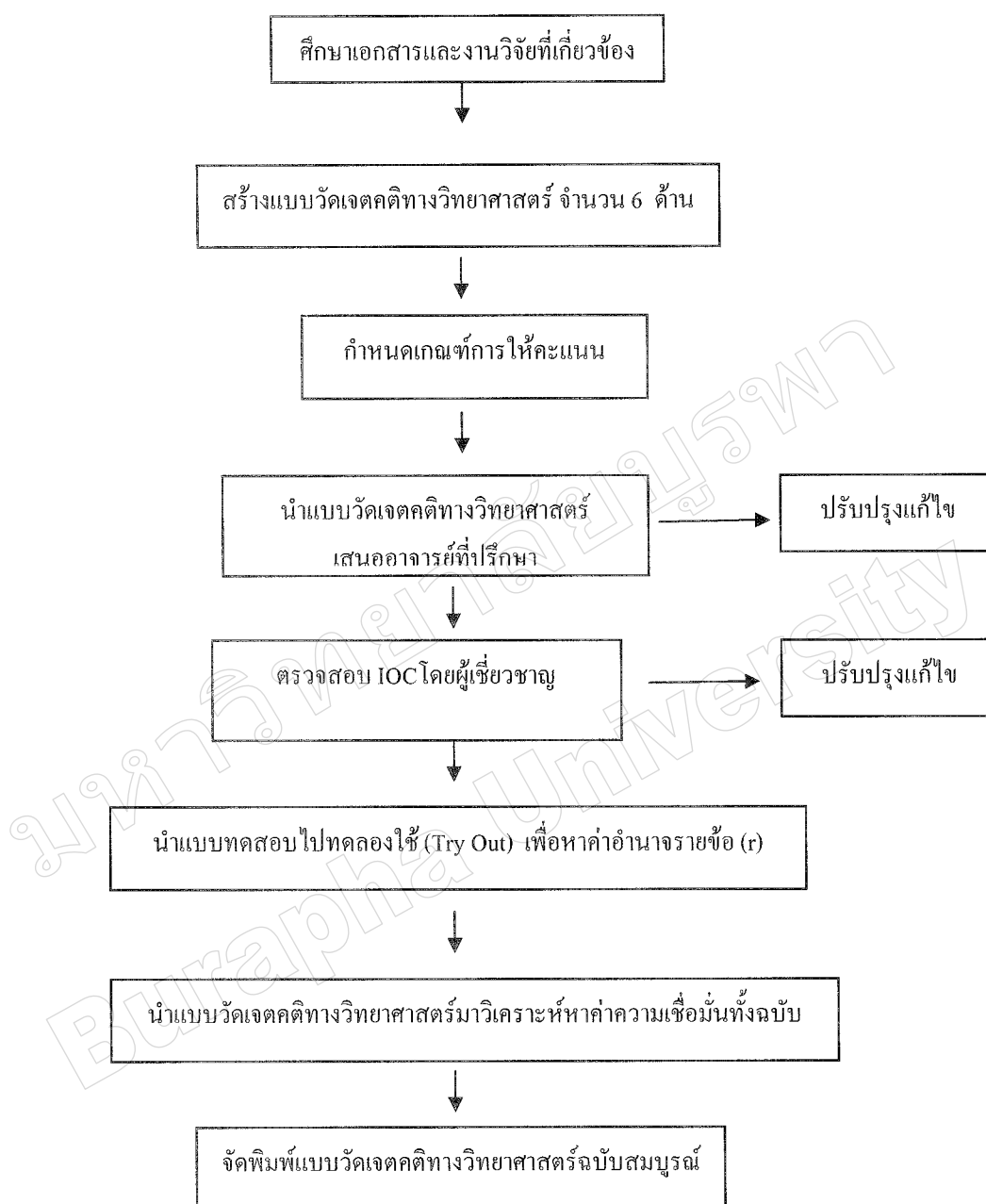
3.9 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ไปทดลองใช้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย (.29 - .86) และค่าอำนาจจำแนก (.20 - .53) เลือกข้อสอบ 28 ข้อ เพื่อใช้เป็นนำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

3.10 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ที่ได้รับคัดเลือกไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Reliability = 0.82)

3.11 ได้แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้ากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุขต่อไป

4. สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวิธีการใช้มาตราส่วนประมาณค่าของลิเกิร์ตเพื่อสำรวจพฤติกรรมในการแสดงออกด้านวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน ผู้ศึกษาได้ดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้



ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาความหมาย ขอบข่าย พฤติกรรมบ่งชี้ และพฤติกรรมชี้วัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน รวมทั้งวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติ

4.2 กำหนดรูปแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินตนเองด้วย มาตรวัดของลิเกิร์ต (Likert's Scale) โดยมีรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับ

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์แบบลิเกิร์ต 5 ระดับ ดังนี้ (ชานาญ คำชู, 2547, หน้า 66-67)

การให้คะแนนข้อความเชิงบวก ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน

การให้คะแนนข้อความเชิงลบ ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน

4.3 กำหนดโครงสร้างของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ครอบคลุม

คุณลักษณะด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 6 ด้าน ได้แก่ ความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความเพียรพยายาม และความละเอียดรอบคอบ โดยมีข้อคำถามทั้งด้านบวก จำนวน 8 ข้อ และด้านลบ จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางแสดงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์	ข้อความเชิงบวก	ข้อความเชิงลบ	รวม
1. ความมีเหตุผล	2(1)	2(2)	4(3)
2. ความอยากรู้อยากเห็น	2(1)	2(2)	4(3)
3. ความใจกว้าง	2(2)	2(2)	4(4)
4. ความซื่อสัตย์	2(2)	2(2)	4(4)
5. ความเพียรพยายาม	2(1)	2(1)	4(2)
6. ความละเอียดรอบคอบ	2(1)	2(1)	4(2)
รวม	12(8)	12(10)	24(18)

หมายเหตุ ตัวเลขนอกวงเล็บเป็นจำนวนที่สร้าง ตัวเลขในวงเล็บเป็นจำนวนที่ต้องการจริง

4.4 นำแบบประเมินตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความชัดเจนและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยา ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ด้านการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ และด้านการวัดและเพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามแต่ละข้อกับคุณลักษณะแต่ละด้าน โดยใช้แบบประเมินที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามนิยามของคุณลักษณะนั้น
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามนิยามของคุณลักษณะนั้น
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามนิยามของคุณลักษณะนั้น

นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .50 – 1.00 ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ได้ค่า IOC 0.8 ขึ้นไป แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ

4.6 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

4.7 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มาหาค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ ด้วยวิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละข้อคำถามกับคะแนนรวมแต่ละด้าน (Itemtotal Correlation) เพื่อเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 215-217)

4.8 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 18 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด (.25- .53) โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนดไว้ โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบการจัดลำดับคุณภาพ แต่ละระดับมีความหมายดังต่อไปนี้

- คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมที่สุด
- คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

4.9 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability = 0.83) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 200-202)

4.10 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

การดำเนินการทดลอง

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน 43 คน ให้เป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
3. ทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ในเนื้อหาเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ใช้เวลาสอน 20 คาบ
5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับเดิม)
6. ตรวจสอบผลสอบ นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจผลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบค่าที่ที่กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t -test for Dependent Samples) และสถิติทดสอบค่าที่สำหรับหนึ่งตัวอย่าง (t -test for One Sample)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\bar{X}$) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307)

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบวัดแต่ละข้อ (IOC)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 สถิติที่ใช้หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$p = \frac{H + L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ p แทน	ค่าความยากง่าย
H แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
L แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
N _H แทน	จำนวนผู้สอบที่อยู่ในกลุ่มสูง
N _L แทน	จำนวนผู้สอบที่อยู่ในกลุ่มต่ำ

2.3 สถิติที่ใช้วิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ตามวิธีของเบรนนัน (Brennan) โดย
คำนวณได้จากสูตร

$$B = \frac{U}{N_H} - \frac{L}{N_L}$$

เมื่อ B แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
R _H แทน	จำนวนผู้ทำแบบทดสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
R _L แทน	จำนวนผู้ทำแบบทดสอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์
N _H แทน	จำนวนผู้สอบที่ผ่านเกณฑ์
N _L แทน	จำนวนผู้สอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์

2.4 สถิติที่ใช้หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร
KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ถัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอังคณา
ชำนาญประศาสน์, 2547, หน้า 148 - 149)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ r _{tt} แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
N แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
p แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
q แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2544, หน้า 314)

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - \sum X \sum Y}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

เมื่อ	r_{xx}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 125-126)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่ที่กรณีกกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent-samples) โดยใช้สูตร t-test (Dependent Samples) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) เพื่อทดสอบสมมติฐาน

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน – หลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบ
ก่อน – หลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ที่กำหนดว่าสูงกว่าเกณฑ์หรือไม่ โดยใช้สูตร t -test for One-Sample ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS