



การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง การใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม  
ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้ห่มวิทยา  
ตำบลบ่อ่าง อำเภอมืองสงขลา จังหวัดสงขลา

โดย

นายนพกร เมืองทรัพย์

รหัสนักศึกษา 624148013

วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป

เสนอ

อาจารย์ นิพัทธา ชัยกิจ

รายงานวิจัยในชั้นเรียนฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

**ชื่อเรื่อง** การใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา

**ผู้วิจัย**

1. นายนพกร เมืองทรัพย์

รหัสนักศึกษา 624148013

**ปีที่ทำการวิจัย 2564**

### **บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน โดยใช้ Infographic ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยาเพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ก่อนและหลังเรียนโดยใช้ Infographic ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยาในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 40 คน เลือกโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สื่อ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูล ทำได้โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ก่อนเรียนด้วย Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน นักเรียนทำคะแนนสูงสุดได้ 17 คะแนน คะแนนต่ำสุด 1 คะแนน คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) 10.25 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 4.06

หลังเรียนด้วย E-book เพื่อพัฒนาทักษะในการต่อวงจรไฟฟ้า นักเรียนทำคะแนนสูงสุดได้ 20 คะแนน คะแนนต่ำสุด 12 คะแนน คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) 16.05 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 2.49

แสดงให้เห็นว่า หลังเรียนด้วย Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาในการให้คำแนะนำและความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากอาจารย์นิพัทธา ชัยกิจ ที่ได้ให้คำปรึกษาชี้แนะ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญ นางวรางค์ บุญช่วย นางสาวกนกวรรณ ฉวาง และนายฐิติกร ประพฤติ ที่ได้ตรวจสอบและให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือวิจัย ปรับปรุง แก้ไขให้มีความถูกต้องและเหมาะสม

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนโรงเรียนแจ้ห่มวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ที่ได้ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดามารดาและบุคคลในครอบครัวของผู้วิจัยที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยเสมอมา จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

คุณค่าและคุณประโยชน์ของรายงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดาตลอดจนครูอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย

นายนพกร เมืองทรัพย์

รหัสนักศึกษา 624148013

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
สมมติฐานการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	4
กรอบแนวคิดการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	9
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	17
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	21
สื่อวัตกรรม Infographic	27
ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	33
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	33
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	33
การสร้างเครื่องมือวิจัย	34
การเก็บรวบรวมข้อมูล	35
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	36
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	39
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน โดยใช้	39
Infographic ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	

ตอนที่2 การเปรียบเทียบความใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	
ก่อนและหลังเรียนโดยใช้ Infographic ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา	42
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	44
สรุปผลการวิจัย	45
อภิปรายผล	45
ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	54
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	55
ภาคผนวก ข ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)	56
ภาคผนวก ค แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	76
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	95
ภาคผนวก จ ตัวอย่างนวัตกรรมที่ใช้	100
ประวัติผู้วิจัย	109

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงคะแนนหลังเรียนโดยใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60	103
2. แสดงคะแนน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วย Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ	103

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ที่มาและความสำคัญ

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนา กำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุขเนื่องจากการศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบของประเทศ เพื่อการแข่งขันและยืนหยัดในเวทีโลก ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนาการศึกษา เพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตนให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศภูมิภาคและของโลก ควบคู่กับการธำรงรักษาอัตลักษณ์ของประเทศ ในส่วนของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษา การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยให้มีทักษะความรู้ ความสามารถและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของ ตลาดงานและการพัฒนาประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560: 1) สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของ แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ที่ให้ความสำคัญกับการสร้างระบบการศึกษาที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ เพื่อเป็นกลไกหลักของการพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของทุนมนุษย์ และรองรับการศึกษาระดับสูงและการเรียนรู้และความท้าทายที่เป็นพลวัตของโลกในศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2559: 15)

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคนทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมากพร้อมกันนั้น เทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่

นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญยิ่ง คือความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจสามารถแข่งขันกับนานาประเทศและ ดำเนินชีวิตร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่จะส่งผลให้ผู้เรียน พัฒนาทักษะการคิดด้านอื่น ๆ ที่สูงขึ้น ซึ่งจะช่วยให้รู้ข้อเท็จจริงรู้เหตุผลเบื้องต้นของสิ่งที่เกิดเข้าใจความ เป็นมาของเหตุการณ์ เพื่อนำมาตัดสินใจแก้ปัญหาหรือตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ดังนั้นการปลูกฝังให้ นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์จึงเป็นสิ่งสำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องส่งเสริมให้เกิดกับผู้เรียนอีก ทั้งยังสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง2560) (ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ : 2559)

นวัตกรรมมีความสำคัญต่อการศึกษาหลายประการ ทั้งนี้เนื่องจากในโลกยุคโลกาภิวัตน์โลกมีการ เปลี่ยนแปลงในทุกด้านอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งความก้าวหน้าทั้งด้านเทคโนโลยีและสารสนเทศ การศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงจากระบบการศึกษาที่มีอยู่เดิมเพื่อให้ทันสมัยต่อการ เปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป อีกทั้งเพื่อแก้ไขปัญหาทางด้านศึกษาบางอย่างที่ เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกันการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับ นวัตกรรมการศึกษาที่จะนำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาทางการศึกษาในบางเรื่อง เช่น ปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกันจำนวน ผู้เรียนที่มากขึ้น การพัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัย การผลิตและพัฒนาสื่อใหม่ ๆ ขึ้นมาเพื่อตอบสนองการเรียนรู้ ของมนุษย์ให้เพิ่มมากขึ้นด้วยระยะเวลาที่สั้นลง การใช้นวัตกรรมมาประยุกต์ในระบบการบริหารจัดการด้าน การศึกษาก็มีส่วนช่วยให้การใช้ทรัพยากรการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สาเหตุของปัญหาที่เลือกมาทำวิจัยในชั้นเรียน คือ ปัญหาด้านวิธีการสอนของผู้สอนที่ใช้การสอนใน รูปแบบการสอนแบบบรรยาย โดยมีครูเป็นศูนย์กลางมากกว่าการสอนในรูปแบบอื่น ทำให้นักเรียนไม่สามารถ เห็นภาพและเข้าใจได้อย่างถ่องแท้ เหตุผลที่เลือกสาเหตุดังกล่าวเพราะวิธีการสอนของผู้สอนในรูปแบบ บรรยายทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจถึงหน้าที่และความสัมพันธ์ของเนื้อหา ส่งผลทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาเท่าที่ควร ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างนวัตกรรมการศึกษา เรื่องการใช้ Infographic เพื่อ พัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียน เกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และรู้จักการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้



จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาข้างต้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องหาแนวทางพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้นวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาและคาดการณ์การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Infographic ร่วมกับโปรแกรม Sketchfab จะเป็นนวัตกรรมที่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Infographic ร่วมกับโปรแกรม Sketchfab ที่มีต่อความสามารถในการเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในด้านทักษะการต่อวงจรไฟฟ้าของนักเรียนต่อไป

### วัตถุประสงค์การวิจัย

การศึกษผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อ Infographic ที่มีต่อความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์การวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน โดยใช้ Infographic ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา
2. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ก่อนและหลังเรียนโดยใช้ Infographic ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา

### สมมติฐานการวิจัย

การศึกษผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อ Infographic ที่มีผลต่อความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานการวิจัยไว้ดังนี้

1. ความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Infographic หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. หลังเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Infographic ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา นักเรียนมีความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

## ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อ Infographic ที่มีผลต่อความเข้าใจความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยาผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

### 1. ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 7 ห้อง จำนวน 272 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 40 คน เลือกโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

### 2. ตัวแปร

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อ Infographic เรื่อง ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ

โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ เข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

### 3. เนื้อหา

การวิจัยเรื่องการใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สื่อ Infographic ผู้วิจัยได้คัดเลือกมาตรฐานตัวชี้วัด ว 1.3 ม.3/1 อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง

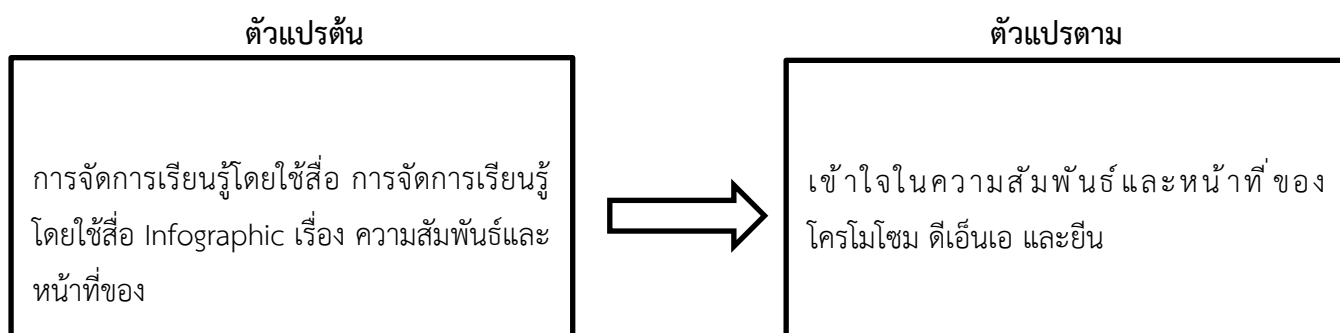
### 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

## กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อ Infographic ที่มีต่อความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยไว้ ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## นิยามศัพท์เฉพาะ

ผู้วิจัยได้กำหนดศัพท์เฉพาะไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วย Infographic หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ผสมผสานกับโปรแกรม 3 มิติ มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทบทวนความรู้เดิม หมายถึง การดึงความรู้ของนักเรียนในเรื่องที่จะเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตน ด้วยการพูดคุยสนทนาเกี่ยวกับหน้าที่และความสัมพันธ์ต่างๆของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

ขั้นที่ 2 การแสวงหาความรู้ใหม่ หมายถึง การแสวงหาข้อมูล ความรู้ใหม่จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ครูจัดเตรียมให้ด้วยการทำโมเดลความสัมพันธ์ต่างๆของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

ขั้นที่ 3 การศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/ความรู้ใหม่และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หมายถึง การศึกษาและทำความเข้าใจกับข้อมูล/ความรู้ที่หามาได้แล้วสร้างความหมายของข้อมูล/ประสบการณ์ใหม่ ๆ โดยใช้กระบวนการคิดและกระบวนการกลุ่ม ด้วยการจัดกิจกรรมตามที่กำหนดในใบงานให้นักเรียน

ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่มร่วมกับเกม หมายถึง การที่นักเรียนอาศัยกลุ่มเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ต่างๆของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน รวมทั้งขยายความรู้ความเข้าใจของตนแก่ผู้อื่น และได้รับประโยชน์จากความรู้ความเข้าใจของผู้อื่นไปพร้อม ๆ กัน เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มได้แลกเปลี่ยนความรู้ ช่วยเหลือกันเพื่อให้ประสบความสำเร็จ

ขั้นที่ 5 การสรุปและจัดระเบียบความรู้ หมายถึง การสรุปความรู้ที่ได้รับทั้งหมดทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่ และจัดสิ่งที่เรียนให้มีระบบระเบียบ ด้วยการนำวิธีการทโมเดลและโปรแกรมสามมิติความสัมพันธ์ต่างๆของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

ขั้นที่ 6 การปฏิบัติหรือการแสดงผลงาน หมายถึง การให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบโมเดลความสัมพันธ์ต่างๆของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนพร้อมกันทั้งห้องและแสดงผลงานที่ได้สรุปในรูปแบบแผนภาพซึ่งเป็นการสร้างความรู้ของตนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ต่างๆของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการช่วยต่อยอดหรือตรวจสอบความเข้าใจของตนและช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในโมเดลความสัมพันธ์ต่างๆของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

ขั้นที่ 7 การประยุกต์ใช้ความรู้หมายถึง การส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนการนำความรู้ความเข้าใจของตนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ต่างๆของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เพื่อเพิ่ม ความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความจำในเรื่องนั้น ๆ

## 2. ความเข้าใจ

ความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์และเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ต่างๆของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายได้อย่างครบถ้วนซึ่งวัดด้วยแบบทดสอบความสัมพันธ์และหน้าที่ต่างๆของ โครโมโซมดีเอ็นเอ และยีน ครอบคลุมเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พันธุกรรม ได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม ออโตโซม โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน จำนวน 20 ข้อ วัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน มีเกณฑ์ให้คะแนนเป็นรายข้อ อ่านถูก ได้ 1 คะแนน อ่านผิดได้ 0 คะแนน

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักเรียนได้รับการพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการพัฒนาการเรียนรู้อิงมาตรฐานตัวชี้วัด ว 1.3 ม.3/1
2. ครูสามารถนำสื่อวัตกรรม Infographic ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนทั้งในรูปแบบ On Site และ Online ได้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Infographic ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.4 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง มัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

2.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.3 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.4 พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2 ประเภทของทักษะทางวิทยาศาสตร์

3.3 ความสำคัญของทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### 3.4 การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### 4. สื่อนวัตกรรม Infographic

##### 4.1 ความหมาย

##### 4.2 วัตถุประสงค์

##### 4.3 วิธีการใช้

##### 4.4 องค์ประกอบ

#### 5. การความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

#### 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ การใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการ ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

#### หลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 8-105) ตามประเด็นดังนี้

##### 1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการแนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

## 1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

**วิทยาศาสตร์ชีวภาพ** เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

**วิทยาศาสตร์กายภาพ** เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

**วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ** เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

**เทคโนโลยีการออกแบบและเทคโนโลยี** เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

**วิทยาการคำนวณ** เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 1.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

**มาตรฐาน ว 1.3** เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/1 อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง

#### สาระการเรียนรู้แกนกลาง

ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ โดยมียีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมโครโมโซมประกอบด้วย ดีเอ็นเอ และโปรตีนขดอยู่ในนิวเคลียส ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมมีความสัมพันธ์กัน โดยบางส่วนของดีเอ็นเอทำหน้าที่เป็นยีนที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซม ๒ ชุด โครโมโซมที่เป็นคู่กันมีการเรียงลำดับของยีนบนโครโมโซมเหมือนกัน เรียกว่า ฮอโมโลกัสโครโมโซม ยีนหนึ่งที่อยู่บนคู่ฮอโมโลกัสโครโมโซม อาจมีรูปแบบแตกต่างกัน เรียกแต่ละรูปแบบของยีนที่ต่างกันนี้ว่าแอลลีล ซึ่งการเข้าคู่กันของแอลลีลต่าง ๆ อาจส่งผลทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่แตกต่างกันได้สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมคงที่ มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม ๒๓ คู่ เป็นออโตโซม ๒๒ คู่ และโครโมโซมเพศ ๑ คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY

### 1.4 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสมหลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีและสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์เซรามิก และวัสดุผสม

เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรงแรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วงกฎการอนุรักษ์พลังงาน



การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้าการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสง การสะท้อนการหักเหของแสงและทัศนอุปกรณ์

เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์การเกิดน้ำขึ้นน้ำลงประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศองค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อลมฟ้าอากาศการเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดินกระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย

เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีได้แก่ระบบทางเทคโนโลยีการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์วิเคราะห์ เปรียบเทียบและตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุปและสื่อสารความคิดความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูล

และประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพแสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจแสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพความสมดุลของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

### 1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

#### สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง 2. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดี่ยวที่แอลลีลเด่น ซ่อมแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์ 3. อธิบายการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูก	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ โดยมียีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม</li> <li>• โครโมโซมประกอบด้วย ดีเอ็นเอ และโปรตีน ขดอยู่ในนิวเคลียส ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม มีความสัมพันธ์กัน โดยบางส่วนของดีเอ็นเอ ทำหน้าที่เป็นยีนที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต</li> </ul>

<p>และคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์ และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก</p> <p>4. อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส</p> <p>5. บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม อาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม</p> <p>6. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยรู้ว่าก่อนแต่งงานควรปรึกษาแพทย์ เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรคทางพันธุกรรม</p> <p>7. อธิบายการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>8. ตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยการเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุน</p> <p>9. เปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพในระดับชนิดสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต่าง ๆ</p> <p>10. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ และต่อมนุษย์</p> <p>11. แสดงความตระหนักในคุณค่าและความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซม ๒ ชุด โครโมโซมที่เป็นคู่กัน มีการเรียงลำดับของยีนบนโครโมโซมเหมือนกัน เรียกว่า โฮมอโลกัสโครโมโซม ยีนหนึ่งที่อยู่บนคู่ออโมโลกัสโครโมโซม อาจมีรูปแบบแตกต่างกัน เรียกแต่ละรูปแบบของยีนที่ต่างกันว่า แอลลีล ซึ่งการเข้าคู่กันของแอลลีลต่าง ๆ อาจส่งผลทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่แตกต่างกันได้</li> <li>• สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมคงที่ มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม ๒๓ คู่ เป็นออโตโซม ๒๒ คู่ และโครโมโซมเพศ ๑ คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY</li> <li>• เมนเดลได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของต้นถั่วชนิดหนึ่ง และนำมาสู่หลักการพื้นฐานของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต</li> <li>• สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมเป็น ๒ ชุด ยีนแต่ละตำแหน่งบนโฮมอโลกัสโครโมโซมมี ๒ แอลลีล โดยแอลลีลหนึ่งมาจากพ่อ และอีกแอลลีลมาจากแม่ ซึ่งอาจมีรูปแบบเดียวกัน หรือแตกต่างกัน แอลลีลที่ต่างกันอย่างนี้ แอลลีลหนึ่งอาจมีการแสดงออกข่มอีกแอลลีลหนึ่งได้ เรียกแอลลีลนั้นว่าเป็นแอลลีลเด่น ส่วนแอลลีลที่ถูกข่มอย่างสมบูรณ์ เรียกว่าเป็นแอลลีลด้อย</li> <li>• เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แอลลีลที่เป็นคู่กันในแต่ละโฮมอโลกัสโครโมโซมจะแยกจากกันไปสู่เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ โดยแต่ละเซลล์สืบพันธุ์จะได้รับเพียง ๑ แอลลีล และจะมาเข้าคู่กับแอลลีลที่ตำแหน่งเดียวกันของอีกเซลล์สืบพันธุ์หนึ่ง เมื่อเกิดการปฏิสนธิ จนเกิดเป็นจีโนไทป์และแสดงฟีโนไทป์ในรุ่นลูก</li> <li>• กระบวนการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมี ๒ แบบ คือ ไมโทซิส และไมโอซิส</li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ ๒ เซลล์ ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์ตั้งต้น</li> <li>• ไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ ๔ เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น เมื่อเกิดการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ ลูกจะได้รับ การถ่ายทอดโครโมโซมชุดหนึ่งจากพ่อและอีกชุดหนึ่งจากแม่ จึงเป็นผลให้รุ่นลูกมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับรุ่นพ่อแม่และจะคงที่ในทุก ๆ รุ่น</li> <li>• การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เช่น โรคธาลัสซีเมียเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีน กลุ่มอาการดาวน์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม</li> <li>• โรคทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้ ดังนั้นก่อนแต่งงานและมีบุตรจึงควรป้องกัน โดยการตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม</li> <li>• มนุษย์เปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตนี้ว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม</li> <li>• ในปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นจำนวนมาก เช่น การผลิตอาหาร การผลิตยารักษาโรค การเกษตร อย่างไรก็ตาม สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มียีนจากสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน ยังคงมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังทำการติดตามศึกษาผลกระทบดังกล่าว</li> <li>• ความหลากหลายทางชีวภาพ มี ๓ ระดับ ได้แก่ ความหลากหลายของระบบนิเวศ ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต และความหลากหลาย</li> </ul>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>ทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพนี้มี          ความสำคัญต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ          ระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง          จะรักษาสมดุลได้ดีกว่าระบบนิเวศที่มีความ          หลากหลายทางชีวภาพต่ำกว่า นอกจากนี้          ความหลากหลายทางชีวภาพยังมีความสำคัญ          ต่อมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นอาหาร          ยารักษาโรค วัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนั้น          จึงเป็นหน้าที่ของทุกคนในการดูแลรักษา          ความหลากหลายทางชีวภาพให้คงอยู่</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

### 2.1 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มาจากภาษาอังกฤษที่ว่า “Science” นั้นมีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “Sciences” ซึ่งหมายถึง “ความรู้” ฉะนั้นในสมัยก่อน ๆ คำว่าวิทยาศาสตร์จึงมีความหมายถึงความรู้เพียงอย่างเดียว กระบวนการเรียนการสอนที่จัดขึ้นในสมัยก่อนๆ จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เฉพาะเนื้อหาวิชาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ วิธีการถ่ายทอดเนื้อหาของผู้สอนที่ง่ายและสะดวกรวดเร็ว คือ การบรรยายผู้เรียนมีหน้าที่ฟังจดจำ ความหมายของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้ได้มีการกล่าวถึงส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (body of knowledge) และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (process of scientific inquiry) กล่าวคือ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 5) ได้ให้นิยามความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้นคว้าหาความจริงของธรรมชาติ โดยการ ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความหมายของวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่หมายถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียวแต่ยังประกอบด้วย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งทำให้ได้ความรู้ นั้น ๆ อีกด้วย

ดังนั้น วิทยาศาสตร์ในความหมายปัจจุบันจึงหมายถึง ตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถตรวจสอบได้อย่างเป็นระบบจนเชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

## 2.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่าง ๆ จากการได้รับมวลประสบการณ์ซึ่งเป็นผลจากการเรียนการสอนมีผู้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้แตกต่างกัน ดังนี้ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 1-5) กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ ให้เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน โดยยึดจุดประสงค์ดังนี้ (กรมวิชาการ. 2546)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของ วิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมวลมนุษยและสภาพแวดล้อม
6. เพื่อสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการนำมวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมต่าง ๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้เป็นปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

## 2.3 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535ก: 101-103) ได้เสนอไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง (fact) มโนคติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) และ สมมติฐาน (Hypothesis)
2. ส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) เป็นกระบวนการคิดและการทำงานอย่างมีระบบการค้นหาคำตอบ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตั้งปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต ทดลองและขั้นสรุปผลและการนำไปใช้

## 2.4 พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำหลักการของ คลอปเฟอร์ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2537: 95-100; อ้างอิงจาก Klopfer. 1968) เข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งมุ่งวัดความรู้ ความเข้าใจ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำเป็นเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการอ่านหนังสือและฟังคำบรรยาย เป็นต้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 9 ประเภท คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความจริงเฉพาะที่เล็กที่สุดของความรู้ ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรงและทดสอบซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง
2. ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ คำนิยามศัพท์ และการใช้ศัพท์ที่ถูกต้อง
3. ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หรือความคิดรวบยอด คือ การนำความจริงเฉพาะหลายข้อที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่
4. ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อ สัญลักษณ์ และค่าเครื่องหมายต่างๆ แทนคำพูดเฉพาะ
5. ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน ปรัชญาการณธรรมชาติบางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักร เป็นวงจรชีวิต ซึ่งสามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
6. ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้นต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่งผู้เรียนต้องบอกหมวดหมู่ของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ตามที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดไว้และสามารถจดจำลักษณะหรือคุณสมบัติซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ได้

7. ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เน้นเฉพาะความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เท่านั้น เป็นความรู้ที่ได้รับจากการบอกเล่าของครูหรือจากการอ่านหนังสือไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการบวนการเสาะแสวงหาความรู้

8. ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ หลักการเป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิงได้จากการนำโมเดลหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือหลักการที่เน้นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ซึ่งนับว่าเป็นข้อสรุปที่ไม่ซับซ้อนมากนัก

9. ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นแนวคิดหลักที่ใช้อธิบายได้อย่างกว้างขวางในวิชานั้น ๆ

พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ความเข้าใจในข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่างๆ คือ สามารถอธิบายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากรูปแบบที่เคยเรียนมา

2. การแปลความหมายของความรู้ในรูปสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นอีกสัญลักษณ์หนึ่ง มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ โมเดล หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปสัญลักษณ์อื่นได้

พฤติกรรมด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่ ผู้เรียนนำความรู้ โมเดล หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้โดยสามารถแก้ปัญหา ได้อย่างน้อย 3 ประเภทคือ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2526: 49)

1. แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาเรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน

2. การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น มีลักษณะเป็นปัญหาเดียวแต่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป เป็นการให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาใหม่

3. แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์นั้นหมายถึงเรื่องเทคโนโลยี

ประวิตร ชูศิลป์ (2524: 21-31) กล่าวว่าไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดทั้งสองส่วน ดังนั้นในการประเมินสามารถจำแนกพฤติกรรมในการวัด เป็น 4 พฤติกรรม ดังนี้



1. ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึก นำสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ ตีความและการแปลความหมายโดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำ ความรู้ และนำ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความชำนาญสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

สมบุรณ์ ชิตพงษ์ และคนอื่นๆ (2540: 6-7) กล่าวไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 3 ด้าน คือ

1. ด้านความคิด (Cognitive Domain) เป็นความสามารถทาง สมองด้านการคิด (Thinking) เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แยกย่อยเป็น 6 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำ (Memory) เป็นความสามารถในการทรงไว้ รักษาไว้ซึ่งมวลประสบการณ์ต่างๆ ที่ในชีวิตได้รับรู้มา

1.2 ความเข้าใจ (Com prehension) เป็นความสามารถในการแปลความตีความ และขยายความในเรื่องราวและเหตุต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิต

1.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำประสบการณ์ที่ได้รับมาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ในชีวิต

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญ และการหาความสัมพันธ์ และหลักการของสิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เรื่องราวต่างๆ ขึ้นมาใหม่ โดยใช้สิ่งเดิมมาดัดแปลงและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินประเมินค่าและสรุปในเรื่องราวต่าง ๆ

2. ด้านความรู้สึก (Affective Domain) สามารถแยกเป็นคุณลักษณะที่เข้าใจได้ง่าย ๆ ได้แก่ ความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติค่านิยม และการปรับตัวเป็นท่าทีที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ โดยแบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

2.1 การรับรู้ (Receiving) เป็นความรู้สึกฉับไวในการที่จะรับรู้ต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ

2.2 การตอบสนอง (Responding) เป็นปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้า ด้วยความรู้สึกที่ยินยอมเต็มใจ และพอใจ

2.3 การสร้างคุณค่า (Valuing) เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกมีส่วนร่วมต่อสิ่งต่างๆ ตั้งแต่การยอมรับ นิยมชมชอบ และเชื่อถือในสิ่งนั้น

2.4 การจัดระบบ (Organization) เป็นการสร้างความคิดรวบรวมของคุณค่าให้เป็นระบบ โดยอาศัยความสัมพันธ์ของคุณค่าในสิ่งที่ยึดถือ

2.5 การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization) เป็นการจัดคุณค่าที่มีอยู่แล้วให้เป็นระบบ แล้วยึดถือเป็นลักษณะนิสัยประจำตัวบุคคล

3. ด้านทักษะ (Psychomotor Domain) เป็นทักษะในการปฏิบัติมี 3 ชั้น คือ

3.1 การเลียนแบบ (Imitation) เป็นการเลือกหาตัวแบบที่สนใจ

3.2 การทำตามแบบ (Manipulation) เป็นการลงมือทำตามแบบที่สนใจ

3.3 การหาความถูกต้อง (Precision) เป็นการตัดสินใจเลือกทำสิ่งที่เห็นว่าถูกต้อง

3.4 การทำอย่างต่อเนื่อง (Articulation) เป็นการกระทำสิ่งที่ถูกต้องอย่างจริงจัง

3.5 การทำโดยธรรมชาติ (Naturalization) เป็นการปฏิบัติจนเกิดทักษะสามารถปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติและเป็นธรรมชาติ

จากเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะด้านความรู้ความสามารถ มวลประสบการณ์ของบุคคลที่ได้รับจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม หรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ครอบคลุมทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

### 3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### 3.1 ความหมายของทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill) หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการคิดเพื่อค้นหาความรู้และการแก้ไขปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม การกำหนดตัวแปร การทดลอง การวิเคราะห์และแปรผลข้อมูล การสรุปผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็วถูกต้องและแม่นยำ

### 3.2 ประเภทของทักษะทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

1. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ เหมาะสำหรับระดับการศึกษาปฐมวัย
2. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ เหมาะสำหรับระดับการศึกษามัธยมวัย

#### 1. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ เป็นทักษะเพื่อการแสวงหาความรู้ทั่วไป ประกอบด้วย

ทักษะที่ 1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสของร่างกายอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น กายสัมผัส เข้าสัมผัสกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อให้ทราบ และรับรู้ข้อมูลรายละเอียดของสิ่งเหล่านั้น โดยปราศจากความคิดเห็นส่วนตัว ข้อมูลเหล่านี้จะประกอบด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพเชิงปริมาณ และรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการสังเกต

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถแสดงหรือบรรยายคุณลักษณะของวัตถุได้ จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
- สามารถบรรยายคุณสมบัติเชิงปริมาณ และคุณภาพของวัตถุได้
- สามารถบรรยายพฤติการณ์การเปลี่ยนแปลงของวัตถุได้

ทักษะที่ 2 การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือสำหรับการวัดข้อมูลในเชิงปริมาณของสิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นตัวเลขในหน่วยการวัดที่ถูกต้อง แม่นยำได้ ทั้งนี้ การใช้เครื่องมือจำเป็นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด รวมถึงเข้าใจวิธีการวัดและแสดงขั้นตอนการวัดได้อย่างถูกต้อง

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัดได้
- สามารถบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- สามารถบอกวิธีการ ขั้นตอน และวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง
- สามารถทำการวัด รวมถึงระบุหน่วยของตัวเลขได้อย่างถูกต้อง

ทักษะที่ 3 การคำนวณ (Using numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่ได้จากนับ และตัวเลขจากการวัดมาคำนวณด้วยสูตรคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร เป็นต้น โดยการเกิดทักษะการคำนวณจะแสดงออกจากการนับที่ถูกต้อง ส่วนการคำนวณจะแสดงออกจากการเลือกสูตรคณิตศาสตร์ การแสดงวิธีคำนวณ และการคำนวณที่ถูกต้องแม่นยำ

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถนับจำนวนของวัตถุได้ถูกต้อง
- สามารถบอกวิธีคำนวณ แสดงวิธีคำนวณ และคิดคำนวณได้ถูกต้อง

ทักษะที่ 4 การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การเรียงลำดับ และการแบ่งกลุ่มวัตถุหรือรายละเอียดข้อมูลด้วยเกณฑ์ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ใดๆอย่างใดอย่างหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถเรียงลำดับ และแบ่งกลุ่มของวัตถุ โดยใช้เกณฑ์ใดได้อย่างถูกต้อง
- สามารถอธิบายเกณฑ์ในเรียงลำดับหรือแบ่งกลุ่มได้

ทักษะที่ 5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Using space/Time relationships)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งอาจมีรูปร่างเหมือนกันหรือแตกต่างกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุ กับช่วงเวลา หรือความสัมพันธ์ของสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับช่วงเวลา

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถอธิบายลักษณะของวัตถุ 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ได้
- สามารถวาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- สามารถอธิบายรูปทรงทางเรขาคณิตของวัตถุได้
- สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ตำแหน่งหรือทิศของวัตถุ และตำแหน่งหรือทิศของวัตถุต่ออีกวัตถุ

- สามารถบอกความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุกับเวลาได้
- สามารถบอกความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงขนาด ปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

ทักษะที่ 6 การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล (Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และการวัด มาจัดกระทำให้มีความหมาย โดยการหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดกลุ่ม การคำนวณค่า เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น ผ่านการเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ วงจร เขียนหรือบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถเลือกรูปแบบ และอธิบายการเลือกรูปแบบในการเสนอข้อมูลที่เหมาะสมได้
- สามารถออกแบบ และประยุกต์การเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย
- สามารถเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย
- สามารถบรรยายลักษณะของวัตถุด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

ทักษะที่ 7 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลจากพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์ที่มี

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถอธิบายหรือสรุปจากประเด็นของการเพิ่มความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้มา

ทักษะที่ 8 การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทำซ้ำ ผ่านกระบวนการแปรความหายของข้อมูลจากสัมพันธ์ภายใต้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถทำนายผลที่อาจจะเกิดขึ้นจากข้อมูลบนพื้นฐานหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ ทั้งภายในขอบเขตของข้อมูล และภายนอกขอบเขตของข้อมูลในเชิงปริมาณได้

2. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ เป็นทักษะกระบวนการขั้นสูงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อแสวงหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นพื้นฐานในการพัฒนา ประกอบด้วย

ทักษะที่ 9 การตั้งสมมติฐาน (Formulating hypotheses) หมายถึง การตั้งคำถามหรือคิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองเพื่ออธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรโดยสมมติฐานสร้างขึ้นจะอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์ภายใต้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่สามารถอธิบายคำตอบได้

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองได้
- สามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆได้

ทักษะที่ 10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง การกำหนด และอธิบายความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหรือการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถอธิบายความหมาย และขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการทดลองได้

ทักษะที่ 11 การกำหนด และควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) หมายถึง การบ่งชี้ และกำหนดลักษณะตัวแปรใดๆให้เป็นเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และตัวแปรใดๆให้เป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใดๆให้เป็นตัวแปรควบคุม

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลหรือสิ่งที่ต้องการทดลองเพื่อให้ทราบว่าเป็นสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากการกระทำของตัวแปรต้นในการทดลอง

ตัวแปรควบคุม คือ ปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่อาจมีผลต่อการทดลองที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันหรือคงที่ขณะการทดลอง

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ สามารถกำหนด และอธิบายตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในการทดลองได้

ทักษะที่ 12 การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติ และทำซ้ำในขั้นตอนเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐาน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการทดลองจริงๆ เพื่อกำหนดวิธีการ และขั้นตอนการทดลองที่สามารถดำเนินการได้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลองเพื่อให้การทดลองสามารถดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี
2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริง
3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ

- สามารถออกแบบการทดลอง และกำหนดวิธี ขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมได้
- สามารถระบุ และเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองอย่างเหมาะสม
- สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง
- สามารถบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

ทักษะที่ 13 การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อมูล (Interpreting data and conclusion)

หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ

การลงข้อมูล หมายถึง การวิเคราะห์ และการสรุปผลความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปประเด็นสำคัญของข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือศึกษา

ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ คือ

- สามารถในการวิเคราะห์ และสรุปประเด็นสำคัญ รวมถึงการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูล
- สามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

### 3.3 ความสำคัญของทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะสำคัญที่แสดงถึงการมีกระบวนการคิด อย่างมีเหตุ มีผลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนและผู้ปฏิบัติเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองไปสู่กระบวนการคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น

### 3.4 การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 รูปแบบ คือ

\_\_\_\_\_ 1. การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice paper and pencil tests)

เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะง่ายต่อการวิเคราะห์ผล การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะเหมาะสำหรับการจัดการความรู้ ความจำในเนื้อหาวิชา ส่วนการวัดทักษะกระบวนการจะนิยมวัดจากสภาพจริงขณะนักเรียนปฏิบัติงาน หรือชิ้นงานของนักเรียน ตัวอย่างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เช่น แบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐาน แบบทดสอบวัดทักษะการพยากรณ์ แบบทดสอบวัดทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นต้น

\_\_\_\_\_ 2. การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment)

เป็นการประเมินการลงมือปฏิบัติการทดลองจริงซึ่งแบบประเมินจะมีหลายชนิด ตัวอย่างเช่น แบบทดสอบปลายเปิด แบบสอบถาม แบบสังเกตพฤติกรรม แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน แบบทดสอบการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการวัด แบบทดสอบการสังเกต แบบทดสอบการวางแผนการทดลอง เป็นต้น

## 4. สื่อนวัตกรรม Infographics

### 4.1 ความหมาย

Infographics คือ การนำข้อมูลหรือความรู้มาสรุปเป็นสารสนเทศในลักษณะของข้อมูลและกราฟิกที่อาจเป็นลายเส้น สัญลักษณ์ กราฟ แผนภูมิ ไดอะแกรม แผนที่ ฯลฯ ที่ออกแบบเป็นภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว ดูแล้วเข้าใจง่ายในเวลารวดเร็วและชัดเจน สามารถสื่อให้ผู้ชมเข้าใจความหมายของข้อมูล



ทั้งหมดได้โดยไม่จำ เป็นต้องมีผู้นำ เสนอมาช่วยขยายความเข้าใจอีก และบรรจุความรู้เกี่ยวกับ ตัวชี้วัด ว 1.3 ม.3/1 ไว้ทั้งหมด

#### 4.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน โดยใช้ Infographic ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา
2. เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ก่อนและหลังเรียนโดยใช้ Infographic ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา

#### 4.3 วิธีการใช้

- ขั้นตอนการสร้าง

1. การกำหนดเนื้อหาเกี่ยวกับตัวชี้วัดทั้งหมด
2. การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่จะต้องรวบรวมและจัดเตรียมทำหนังสือ ได้แก่

- 2.1 เนื้อหา โดยการเตรียมเป็นไฟล์ข้อมูล (ในที่นี้ให้เตรียมเนื้อหาเป็นไฟล์ docx)
- 2.2 รูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาเป็นไฟล์ jpg , gif

bmp , png , tiff

3. การวิเคราะห์เนื้อหา คือ การนำเนื้อหาที่สืบค้นได้มาเรียบเรียงให้ได้ใจความและ กะทัดรัด ยิ่งขึ้น

4. จัดทำคิวอาร์โค้ดเพื่อสำหรับสแกนรับการเข้าโปรแกรม Sketchfab
5. การออกแบบ

การออกแบบเป็นการกำหนดว่าใน Infographics ที่จะจัดทำจะต้องครบถ้วนตามโครงสร้าง เริ่มจาก เนื้อหา รูปภาพ ส่วนที่ต้องกำหนดและออกแบบเพิ่ม คือ หน้าที่บรรจุเนื้อหาโดยจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่ได้เตรียมไว้ เป็นการกำหนดว่าจะต้องใช้หน้าเนื้อหาแบบสรุปสั้นกระชับรัดเน้นความเข้าใจ ในแต่ละส่วนประกอบไปด้วยอะไรบ้าง

6. จัดทำ Infographics พร้อมทั้งใส่ข้อมูลและเนื้อหาลงใน Infographics อย่างครบถ้วน

7. ผู้เรียนศึกษาข้อมูลความรู้จากรูปภาพและเนื้อหาบทความ และแสกนที่คิวอาร์โค้ดเข้าไปดูโครงสร้างหน้าที่และความสัมพันธ์ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอและยีน

#### 4.4 องค์ประกอบ

**การออกแบบอินโฟกราฟิกส์** เป็นการนำข้อมูลที่เข้าใจยากหรือข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือจำนวนมากมา นำเสนอในรูปแบบต่างๆ อย่างสร้างสรรค์ ให้สามารถเล่าเรื่องได้ด้วยตัวเอง มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ หัวข้อที่น่าสนใจ ภาพและเสียง ซึ่งจะต้องรวบรวมข้อมูลต่างๆ ให้เพียงพอ แล้วนำมาสรุปวิเคราะห์ เรียบเรียง แสดงออกมาเป็นภาพจึงจะดึงดูดความสนใจได้ดี ช่วยลดเวลาในการอธิบายเพิ่มเติมกราฟิกที่ใช้อาจเป็นภาพถ่ายเส้น สัญลักษณ์ กราฟ แผนภูมิ ไดอะแกรม ตาราง แผนที่ ฯลฯ จัดทำให้มีความสวยงาม น่าสนใจ เข้าใจง่าย สามารถจดจำ ได้นาน ทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้นหลักการออกแบบอินโฟกราฟิกส์ (Infographics) แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

##### ด้านข้อมูล

ข้อมูลที่จะนำ เสนอ ต้องมีความหมาย มีความน่าสนใจ เรื่องราวเปิดเผยเป็นจริง มีความถูกต้อง

##### ด้านการออกแบบ

การออกแบบต้องมีรูปแบบ แบบแผน โครงสร้าง หน้าที่การทำงาน และความสวยงาม โดยออกแบบให้เข้าใจง่าย ใช้งานง่าย และใช้ได้จริง

#### 5. การความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

ลักษณะทางพันธุกรรมถูกควบคุมโดยยีน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของดีเอ็นเอ ดีเอ็นเอเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซมซึ่งอยู่ในนิวเคลียส ยีนเป็นหน่วยย่อยที่เล็กที่สุดทางพันธุกรรม ยีนที่ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า จีโนไทป์ ลักษณะที่ปรากฏออกมา เรียกว่า ฟีนไทป์

การศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม เรียกว่า พันธุศาสตร์ (Genetics) ส่วน ยีน (Gene) เป็นข้อมูลทางพันธุกรรมที่เรียงอยู่บนโครโมโซมในนิวเคลียส โดยมีจำนวนมากมายเรียงต่อกันเป็นสายคล้ายลูกปัด

ยีนของพ่ออยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์อสุจิ และยีนของแม่อยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ไข่ เมื่อมีการสืบพันธุ์เซลล์อสุจิ และเซลล์ไข่จะเกิดการปฏิสนธิ นิวเคลียสของเซลล์อสุจิจะรวมกับนิวเคลียสของเซลล์ไข่ ได้ นิวเคลียสของเซลล์ใหม่ เรียกว่า ไซโกต ซึ่งเป็นเซลล์เริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตใหม่หรือก็คือ “ลูก” ดังนั้น ลูกจึงมียีนมาจากพ่อครึ่งหนึ่ง และจากแม่อีกครึ่งหนึ่ง ลักษณะต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นตัวเรานั้นได้มาจากพ่อและแม่ สิ่งที่พ่อแม่ส่งผ่านมาให้เรานี้เรียกว่า ลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งทำให้เราเหมือนพ่อและแม่

เมื่อพิจารณาให้ละเอียดขึ้นไปอีกจะพบว่า ลักษณะที่เราเหมือนแม่นั้น จะเหมือนตากับยายของเรา เช่นเดียวกัน ลักษณะที่เราเหมือนพ่อ ก็เหมือนปู่กับย่าด้วย แสดงว่าลักษณะทางพันธุกรรมจะมีการถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่ง ไปสู่อีกรุ่นหนึ่งโดยผ่านการสืบพันธุ์

การศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม เรียกว่า พันธุศาสตร์ (Genetics) ส่วน ยีน (Gene) เป็นข้อมูลทางพันธุกรรมที่เรียงอยู่บนโครโมโซมในนิวเคลียส โดยมีจำนวนมากมายเรียงต่อกันเป็นสายคล้ายลูกปัด

ยีนของพ่ออยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์อสุจิ และยีนของแม่อยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ไข่ เมื่อมีการสืบพันธุ์เซลล์อสุจิ และเซลล์ไข่เกิดการปฏิสนธิ นิวเคลียสของเซลล์อสุจิจะรวมกับนิวเคลียสของเซลล์ไข่ ได้ นิวเคลียสของเซลล์ใหม่ เรียกว่า ไซโกต ซึ่งเป็นเซลล์เริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตใหม่หรือก็คือ “ลูก”

ดังนั้น ลูกจึงมียีนมาจากพ่อครึ่งหนึ่ง และจากแม่อีกครึ่งหนึ่ง ลักษณะต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นตัวเรานั้น ได้มาจากพ่อและแม่ สิ่งที่พ่อแม่ส่งผ่านมาให้เรานี้เรียกว่า ลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งทำให้เราเหมือนพ่อและแม่และเมื่อพิจารณาให้ละเอียดขึ้นไปอีกจะพบว่า ลักษณะที่เราเหมือนแม่นั้น จะเหมือนตากับยายของเรา เช่นเดียวกัน ลักษณะที่เราเหมือนพ่อ ก็เหมือนปู่กับย่าด้วย แสดงว่าลักษณะทางพันธุกรรมจะมีการถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่ง ไปสู่อีกรุ่นหนึ่งโดยผ่านการสืบพันธุ์

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโมเดลชิปปา

บุญฤดี แซ่ลื้อ (2546: 101) ได้ทำวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนชิปปาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ : พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ประสบการณ์ตรงและเรียนรู้เนื้อหาควบคู่ไปกับกระบวนการจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาต่างๆ และส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้นกว่าการที่ผู้เรียนได้รับการเรียนการสอนตามปกติ

อดิศร ศิริ (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้โมเดลชิปปา สำหรับวิชาชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบชิปปา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในการเรียนการสอนผู้เรียนทุกคนได้คิด ได้ปฏิบัติด้วยตนเอง ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและครูอย่างเต็มที่ ครูสามารถปรับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอนตามความคิดเห็นของผู้ร่วมวิจัยตามความเหมาะสม และผู้เรียนได้เรียนตามที่ผู้เรียนต้องการมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนานในการเรียนการสอน เมื่อผู้เรียนเกิดความสุข ก็มีความพร้อมทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีตามมา

## 6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT

เกษม วิจิ โน (2535: 107) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการให้ความร่วมมือต่อกลุ่มของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT กับกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการให้ความร่วมมือต่อกลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05

รัตนา เจียมบุญ (2540: 53) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ TGT กับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียน โดยใช้ TGT และผู้เรียนที่เรียนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รังษิพร จันท์กลม (2547: 70 )ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความมีวินัยในตนเองของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องพุทธธรรมเพื่อชีวิตและสังคมโดยการสอนแบบเทคนิค TGT กับการสอนแบบเทคนิคศึกษาระดับตัวอย่าง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพระพุทธศาสนาของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค TGT และผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิคศึกษาระดับตัวอย่างแตกต่างกันตามนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

## 6.3 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

กัญญา ทองมัน (2334: 83-84) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความจำ และทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความจำ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้แบบกำหนดแนวทาง

จิรพรรณ ทะเขียว (2543: 82) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือผู้สอน ผลการศึกษาพบว่าทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: 69) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือผู้สอน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มณีนีรัตน์ เกตุไสว (2540: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านโมเมนต์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้โมเมนต์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมทดลองที่ผู้เรียนออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือผู้สอน

มนมนัส สุตสัน (2543: 87) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนผังมโนคติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนผังมโนคติแตกต่างกัน

ศจี อนันต์โสภาคจิตร (2540: 112-113) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมูมิวิทยาศาสตร์ กับการสอนที่ไม่ได้ใช้ชุดด้วยกิจกรรมมูมิวิทยาศาสตร์ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมูมิวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยไม่ได้จัดกิจกรรมมูมิวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ศิริภรณ์ แม่นมั่น (2543: 112) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคานิยมผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนกับ เกณฑ์ร้อยละ 60 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ก่อนและหลังเรียนด้วย Infographic พัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนทหารแจ้งวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

### ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนทหารแจ้งวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 7 ห้อง จำนวน 272 คน

### กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนทหารแจ้งวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 40 คน เลือกโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 แผน ได้แก่

- 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

2. นวัตกรรมที่เลือกใช้ จำนวน 1 ชุด/กิจกรรม ได้แก่

2.1. Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งใช้สำหรับทดสอบนักเรียนก่อนและหลังใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ

## การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่องโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.2 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3 กำหนดหัวเรื่อง หน่วยการเรียนรู้ย่อย เวลาเรียน

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ให้ครูพี่เลี้ยงพิจารณาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะ

1.5 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง และได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ จำนวน 1 แผน

2. การสร้าง Infographic เพื่อเข้าใจความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสร้าง

2.2 สร้างข้อสอบ Infographic จำนวน 1 ชุด ได้แก่ Infographic เพื่อเข้าใจความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

2.3 นำเสนอครูพี่เลี้ยง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำมาแก้ไข

2.4 นำ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตาม ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

3.2 ศึกษาวิเคราะห์จุดประสงค์ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.4 สร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 20 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 คน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์ โดยการหาค่า IOC ซึ่งการให้ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้กำหนด เกณฑ์ ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นไม่ได้วัดตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์

3.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้จำนวนข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ แล้วนำมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบเพื่อนำไปใช้ ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการทดสอบก่อนใช้ ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนกับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน จำนวน 1 ชุด ชุดละ 1 แผ่น แผ่นละ 3 ชั่วโมง จำนวน 1 แผ่นต่อสัปดาห์



3. หลังใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ครบตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้ทดสอบด้วย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน กับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งหนึ่ง

## การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

### 1. การวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน หลังการใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน กับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้ค่าร้อยละ (Percentage)

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน หลังการใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) หรืออาจจะเลือกใช้ค่า t-test แบบ Dependent Sample Test

### 2. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)

$$\text{สูตร} \quad \text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

## 2.2 หาค่าร้อยละ (Percentage) จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตร} \quad p = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นค่าร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

## 2.3 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean)

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

## 2.4 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$\text{สูตร} \quad \text{S.D.} = \frac{\sqrt{N\sum fx^2 - (\sum fx)^2}}{N(N-1)}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนสอบ

f แทน ความถี่

$\sum fx$  แทน ผลรวมทั้งหมดของความถี่คูณคะแนนสอบ

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน โดยใช้ Infographic และ เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ก่อนและหลังเรียนโดยใช้ Infographic เกณฑ์ร้อยละ 60 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา โดยผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย รายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน หลังใช้ Infographic เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน กับเกณฑ์ร้อยละ 60

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ก่อนและหลังเรียนด้วย Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน หลังใช้ Infographic เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน กับเกณฑ์ร้อยละ 60

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน หลังใช้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา กับเกณฑ์ ร้อยละ 60 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนหลังเรียนโดยใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60

นักเรียนคนที่	คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 (ผ่านเกณฑ์ 12 คะแนน)
1	15	ร้อยละ 75
2	17	ร้อยละ 85
3	18	ร้อยละ 90
4	12	ร้อยละ 60
5	16	ร้อยละ 80
6	14	ร้อยละ 70
7	13	ร้อยละ 65
8	12	ร้อยละ 60

## ตารางที่ 1 (ต่อ)

9	19	ร้อยละ 95
10	20	ร้อยละ 100
11	13	ร้อยละ 65
12	14	ร้อยละ 70
13	18	ร้อยละ 90
14	19	ร้อยละ 95
15	17	ร้อยละ 85
16	15	ร้อยละ 75
17	12	ร้อยละ 60
18	16	ร้อยละ 80
19	13	ร้อยละ 65
20	17	ร้อยละ 85
21	16	ร้อยละ 80
22	18	ร้อยละ 90
23	19	ร้อยละ 95
24	20	ร้อยละ 100
25	15	ร้อยละ 75
26	16	ร้อยละ 80
27	12	ร้อยละ 60
28	18	ร้อยละ 90
29	20	ร้อยละ 100
30	19	ร้อยละ 95
31	17	ร้อยละ 85
32	18	ร้อยละ 90
33	15	ร้อยละ 75
34	16	ร้อยละ 80
34	15	ร้อยละ 75
36	19	ร้อยละ 95
37	17	ร้อยละ 85
38	16	ร้อยละ 80

39	12	ร้อยละ 60
40	14	ร้อยละ 70
$\bar{X}$	13	ร้อยละ 65

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า หลังเรียนโดยใช้ Infographic เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหน้าที่ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายบุคคลพบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60 จำนวน 40 คน และนักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 0 คน

**ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ก่อนและหลังเรียนด้วย Infographic เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน**

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ก่อนและหลังใช้ Infographic เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ่งวิทยา ตำบลบ่อยาง อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** แสดงคะแนน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วย ใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	คะแนนที่เพิ่มขึ้น
1	11	15	4
2	10	17	7
3	12	18	6
4	9	12	3
5	7	16	9
6	5	14	9
7	2	13	11
8	1	12	11
9	13	19	6
10	15	20	5
11	8	13	5
12	9	14	5
13	2	18	16
14	10	19	9
15	13	17	4
16	14	15	1
17	10	12	2
18	9	16	7
19	6	13	7
20	12	17	5

21	15	16	1
22	16	18	2
23	17	19	2
24	11	20	9
25	14	15	1
26	13	16	3
27	4	12	8
28	15	18	3
29	16	20	4
30	12	19	7
31	5	17	12
32	10	18	8
33	12	15	3
34	9	16	7
34	9	15	6
36	13	19	6
37	15	17	2
38	8	16	8
39	8	12	6
40	10	14	4
$\bar{x}$	10.25	16.05	5.85
S.D.	4.06	2.49	3.33

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า ก่อนเรียนด้วย Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน นักเรียนทำคะแนนสูงสุดได้ 17 คะแนน คะแนนต่ำสุด 1 คะแนน คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) 10.25 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 4.06 และหลังเรียนด้วย Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนนักเรียนทำคะแนนสูงสุดได้ 20 คะแนน คะแนนต่ำสุด 12 คะแนน คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) 16.05 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 2.49 แสดงให้เห็นว่า หลังเรียนด้วย Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ก่อนและหลังเรียนด้วย Infographic พัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหารแจ้งวิทยา ตำบลบ่อยาง อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหารแจ้งวิทยา ตำบลบ่อยาง อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 แผน ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

2. นวัตกรรมที่เลือกใช้ จำนวน 1 ชุด/กิจกรรม ได้แก่

2.1. Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งใช้สำหรับทดสอบนักเรียนก่อนและหลังใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ

การวิเคราะห์ข้อมูล ทำได้โดยการวิเคราะห์หาค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

## สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปและนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. หลังเรียนโดยใช้ Infographic เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และ ยีน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณาคะแนนเป็นรายบุคคลพบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60 จำนวน 40 คน และนักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 0 คน

2. ก่อนเรียนด้วย Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน นักเรียนทำคะแนนสูงสุดได้ 17 คะแนน คะแนนต่ำสุด 1 คะแนน คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) 10.25 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 4.06 และหลังเรียนด้วย Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนนักเรียนทำคะแนนสูงสุดได้ 20 คะแนน คะแนนต่ำสุด 12 คะแนน คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) 16.05 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 2.49 แสดงให้เห็นว่า หลังเรียนด้วย Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## อภิปรายผล

จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจใน ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา กับเกณฑ์ร้อยละ 60 พบว่า หลังเรียนโดยใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่าการที่นักเรียนได้ใช้สื่อการเรียนรู้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ทำให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานและมีความเข้าใจในหน้าที่และความสัมพันธ์ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ บุญฤดี แซ่ลือ (2546: 101) ได้ทำวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนซิปปาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ : พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียน การสอนที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ประสบการณ์ตรงและเรียนรู้เนื้อหาควบคู่ไปกับกระบวนการจะทำให้ผู้เรียนเกิด ความเข้าใจในเนื้อหานั้นๆ และส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้นกว่าการที่ ผู้เรียนได้รับการเรียนการสอนตามปกติ

อดิศร ศิริ (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้โมเดลชิปปา สำหรับวิชาชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบชิปปา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในการเรียนการสอนผู้เรียนทุกคนได้คิด ได้ปฏิบัติด้วยตนเอง ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและครูอย่างเต็มที่ ครูสามารถรับเนื้อหากิจกรรมการเรียนการสอนตามความคิดเห็นของผู้ร่วมวิจัยตามความเหมาะสม และผู้เรียนได้เรียนตามที่ผู้เรียนต้องการมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนานในการเรียนการสอน เมื่อผู้เรียนเกิดความสุข ก็มีความพร้อมทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีตามมา

เกษม วิจิ โน (2535: 107) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการให้ความร่วมมือต่อกลุ่มของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ TGT กับกิจกรรมการเรียนตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการให้ความร่วมมือต่อกลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05

รัตนา เจียมบุญ (2540: 53) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ TGT กับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียน โดยใช้ TGT และผู้เรียนที่เรียนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รังษิพร จันทร์กลม (2547: 70 )ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความมีวินัยในตนเองของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องพุทธธรรมเพื่อชีวิตและสังคมโดยการสอนแบบเทคนิค TGT กับการสอนแบบเทคนิคศึกษากรณีตัวอย่าง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพระพุทธศาสนาของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค TGT และผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิคศึกษากรณีตัวอย่างแตกต่างกันตามนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ศจี อนันตโสภากิจิตร (2540: 112-113) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ กับการสอนที่ไม่ได้จัดด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยไม่ได้จัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

กัญญา ทองมัน (2334: 83-84) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความจำ และทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความจำ และด้าน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบกำหนดแนวทาง

มนมนัส สุดสั้น (2543: 87) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนผังมโนมติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนผังมโนมติแตกต่างกัน

มณิรัตน์ เกตุไสว (2540: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมทดลองที่ผู้เรียนออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือผู้สอน

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: 69) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือผู้สอน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริภรณ์ แม่นมัน (2543: 112) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสรคานิยมผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จิรพรรณ ทะเขียว (2543: 82) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือผู้สอน ผลการศึกษาพบว่าทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และ ยีนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา กับ เกณฑ์ร้อยละ 60 พบว่า หลังเรียนโดยใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และ ยีนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่าการที่นักเรียนได้ใช้สื่อการเรียนรู้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ทำให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐาน และมีความเข้าใจในหน้าที่และความสัมพันธ์ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนเพิ่มมากขึ้น

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจใน ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา พบว่า หลังจากที่นักเรียนเรียน Infographic ความสัมพันธ์และ หน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้า สูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่านักเรียนได้มีการทำความเข้าใจใน ความสัมพันธ์และหน้าที่ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน จากสื่อการเรียนรู้ Infographic ความสัมพันธ์และ หน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ บุญฤดี แซ่ล้อ (2546: 101) ได้ทำวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนชิปปาที่มีผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ : พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ประสบการณ์ตรงและเรียนรู้ เนื้อหาควบคู่ไปกับกระบวนการจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้นๆ และส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้นกว่าการที่ผู้เรียนได้รับการเรียนการสอนตามปกติ

อดิศร ศิริ (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียน เป็นศูนย์กลางโดยใช้โมเดลชิปปา สำหรับวิชาชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนแบบชิปปา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในการเรียนการสอนผู้เรียนทุกคนได้คิด ได้ ปฏิบัติด้วยตนเอง ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและครูอย่างเต็มที่ ครูสามารถปรับเนื้อหา กิจกรรมการ เรียนการสอนตามความคิดเห็นของผู้ร่วมวิจัยตามความเหมาะสม และผู้เรียนได้เรียนตามที่ผู้เรียนต้องการมาก ยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนานในการเรียนการสอน เมื่อผู้เรียนเกิดความสุข ก็มีความพร้อมทำให้เกิด ความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีตามมา

เกษม วิจิ โน (2535: 107) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการให้ความร่วมมือต่อกลุ่มของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT กับกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการให้ความร่วมมือต่อกลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05

รัตนา เจียมบุญ (2540: 53) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ TGT กับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียน โดยใช้ TGT และผู้เรียนที่เรียนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รังษิพร จันท์กลม (2547: 70) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความมีวินัยในตนเองของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องพุทธธรรมเพื่อชีวิตและสังคมโดยการสอนแบบเทคนิค TGT กับการสอนแบบเทคนิคศึกษาระณีตัวอย่าง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพระพุทธศาสนาของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิค IGT และผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบเทคนิคศึกษาระณีตัวอย่างแตกต่างกันตามนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ศจี อนันตโสภากิจิตร (2540: 112-113) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ กับการสอนที่ไม่ได้จัดด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยไม่ได้จัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

กัญญา ทองมัน (2334: 83-84) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความจำ และทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความจำ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบกำหนดแนวทาง

มนมนัส สุดสิ้น (2543: 87) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนผังมโนมติแตกต่างกัน

มณีรัตน์ เกตุไสว (2540: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมทดลองที่ผู้เรียนออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัด กิจกรรมการทดลองตามคู่มือผู้สอน

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: 69) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุด กิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือผู้สอน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริภรณ์ แม่นมัน (2543: 112) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตาม แนวทฤษฎีสรุคนิยมผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จิรพรรณ ทะเขียว (2543: 82) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์ วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือผู้สอน ผลการศึกษาพบว่าทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะภาคปฏิบัติ ทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะจากการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ต้องมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่มีการใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและบริบทของการศึกษามากที่สุด

1.2 ก่อนใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ครูผู้สอน ต้องมีการชี้แจงรายละเอียด และข้อแนะนำในการใช้งานให้ผู้เรียนทราบ

### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการใช้งานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน กับตัวแปรอื่นๆ เช่น เจตคติในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Infographic เป็นต้น



## บรรณานุกรม

กัญญา ทองมัน (2334: 83-84) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ความจำ และทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความจำ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบกำหนดแนวทาง

จิรพรรณ ทะเขียว (2543: 82) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือผู้สอน ผลการศึกษาพบว่าทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543: 69) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือผู้สอน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มณีนรัตน์ เกตุไสว (2540: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านโมเมนต์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้โมเมนต์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมทดลองที่ผู้เรียนออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือผู้สอน

มนมนัส สุดสั้น (2543: 87) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนผังมโนคติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนผังมโนคติแตกต่างกัน

ศจี อนันต์โสภาคย์ (2540: 112-113) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ กับการสอนที่ไม่ได้จัดด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ ผล การศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยไม่ได้ จัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ศิริภรณ์ แม่นมั่น (2543: 112) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตาม แนวทฤษฎีสรุคนิยมผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

## ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ข ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)

ภาคผนวก ค แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก จ ตัวอย่างนวัตกรรมที่ใช้

ภาคผนวก ฉ หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย

## ภาคผนวก ก

## รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

## 1. นางวรางค์ บุญช่วย

วุฒิกการศึกษา ครุศาสตร์บัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยทักษิณ  
เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์

## 2. นางสาวกนกวรรณ ฉวาง

วุฒิกการศึกษา ครุศาสตร์บัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา  
เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์

## 3. นายฐิติกร ประพฤติ

วุฒิกการศึกษา ครุศาสตร์บัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา  
เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์

## ภาคผนวก ข

## ตารางสรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC

แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

.....

## ผู้เชี่ยวชาญ

คนที่ 1 นางวรางค์	บุญช่วย	วันที่ประเมิน 15 สิงหาคม 2565
คนที่ 2 นางสาวกนกวรรณ	ฉวาง	วันที่ประเมิน 15 สิงหาคม 2565
คนที่ 3 นายฐิติกร	ประพฤติ	วันที่ประเมิน 15 สิงหาคม 2565

## ผู้ออกแบบทดสอบ

1 นายนพกร เมืองทรัพย์

รหัสนักศึกษา 624148013

คณะครุศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป












ข้อ	รายการประเมิน	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
13	การถ่ายทอดลักษณะต่างๆของสิ่งมีชีวิตจากบรรพบุรุษไปยังลูกหลาน ก. เซลล์ ค. พันธุกรรม. ข. ยีน ง. นิสัย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	โครโมโซม ประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. โปรตีนและDNA ข. น้ำตาลและRNA ค. น้ำตาลและDNA ง. โปรตีนและRNA	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	ตำแหน่งของยีนบนโครโมโซม ก. alleles ค. chromatid ข. chromatin ง. locus	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้



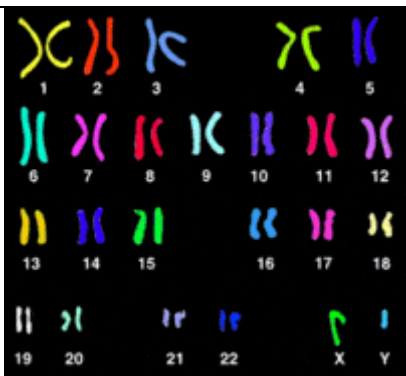






ข้อ	รายการประเมิน	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
25	 <p>จากภาพคือข้อใด</p> <p>ก. โครโมโซม                      ข. นิวเคลียส</p> <p>ค.สาย DNA                      ง. ยีน</p>	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	 <p>ก. โครโมโซม                      ข. นิวเคลียส</p> <p>ค.สาย DNA                      ง. ยีน</p>	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	 <p>จากภาพเป็นแคโรไทป์ของข้อใด</p> <p>ก.เพศหญิง</p> <p>ข. เพศชาย</p> <p>ค. ไม่ปรากฏเพศ</p> <p>ง.ไม่แสดงลักษณะโครโมโซมเพศ</p>	+1	0	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้

ข้อ	รายการประเมิน	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			

ข้อ	รายการประเมิน	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
28	 <p>จากภาพเป็นแคโรไทป์ของข้อใด</p> <p>ก. เพศหญิง</p> <p>ข. เพศชาย</p> <p>ค. ไม่ปรากฏเพศ</p> <p>ง. ไม่แสดงลักษณะโครโมโซมเพศ</p>	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	<p>ข้อใดกล่าวถึงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม</p> <p>ลูกต้อง</p> <p>ก. ลักษณะของลูกต้องเหมือนพ่อและแม่เสมอ</p> <p>ข. ลักษณะของลูกที่แตกต่างจากพ่อและแม่ต้องเกิดจากการกลายพันธุ์</p> <p>ค. ลักษณะบางอย่างของลูกอาจเหมือนอาได้ เพราะมีบรรพบุรุษร่วมกัน</p>	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ข้อ	รายการประเมิน	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ผล	
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
	ง. ลักษณะต่าง ๆ ของลูกต้องเหมือนพ่อหรือแม่ เพราะลูกเกิดจากการรวมตัวของไข่จากแม่และอสุจิจากพ่อ							
30	ลักษณะในข้อใดไม่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้  ก.ความรู้  ค.ลักษณะตึงหู  ตา	ข.การมีลักยิ้ม  ง. ลักษณะของหนัง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้





ข้อ	รายการประเมิน	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
34	<p>ข้อใดเรียงลำดับองค์ประกอบที่อยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ตั้งแต่หน่วยใหญ่ไปหน่วยเล็กได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ดีเอ็นเอ &gt; โครโมโซม &gt; ยีน</p> <p>ข. โครโมโซม &gt; ยีน &gt; ดีเอ็นเอ</p> <p>ค. ยีน &gt; ดีเอ็นเอ &gt; โครโมโซม</p> <p>ง. โครโมโซม &gt; ดีเอ็นเอ &gt; ยีน</p>	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	<p>พันธุกรรม (Heredity) หมายถึงข้อใด</p> <p>ก. ลักษณะของพ่อ-แม่ที่เหมือนกัน</p> <p>ข. ลักษณะของพี่น้องที่เหมือนกัน</p> <p>ค. สิ่งที่ได้รับจากการถ่ายทอดจากพ่อแม่</p> <p>ง. สิ่งที่ได้รับการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษหรือจากรุ่นสู่รุ่น</p>	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
36	<p>ข้อใดกล่าว ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับโครโมโซม</p> <p>ก. โครโมโซมของคนมี 23 คู่</p> <p>ข. โครโมโซมของคน เรียกว่า ออโตโซม</p> <p>ค. เพศหญิงมีโครโมโซม XX</p> <p>ง. เพศชายมีโครโมโซม XY</p>	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ข้อ	รายการประเมิน	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อ	รายการประเมิน	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
37	<p>ข้อความใดถูกต้องเกี่ยวกับโครโมโซม ยีน และดีเอ็นเอ</p> <p>ก. ยีนเป็นที่อยู่ของโครโมโซม</p> <p>ข. ดีเอ็นเอเป็นองค์ประกอบของยีน</p> <p>ค. โครโมโซมเป็นองค์ประกอบของยีน</p> <p>ง. ยีนเป็นช่วงหนึ่งของดีเอ็นเอ</p>	+1	+1	-1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
38	<p>ยีนมีหน้าที่อะไร</p> <p>ก. สังเคราะห์ด้วยแสง</p> <p>ข. ควบคุมการแบ่งเซลล์</p> <p>ค. ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม</p> <p>ง. ควบคุมระบบประสาท</p>	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
39	<p>ใครคือบิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์</p> <p>ก. แอเวอรี</p> <p>ข. เกรเกอร์ เมนเดล</p> <p>ค. แมคลอยด์</p> <p>ง. แมคคาร์ที</p>	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
40	โครโมโซมของเซลล์ไข่หรือสุจิในมนุษย์มีจำนวนเท่าใด						

ข้อ	รายการประเมิน	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ผล	
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
	ก. 46 แห่ง ค.23 แห่ง	ข. 47 แห่ง ง. 24 แห่ง	0	1	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้

## ภาคผนวก ค แผนการจัดการเรียนรู้



## แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	เรื่อง พันธุกรรม	เวลาเรียน 24 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	เวลา 4 ชั่วโมง/คาบ
รหัส ว 23101	รายวิชาวิทยาศาสตร์ 5	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้สอน นายนพกร เมืองทรัพย์	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	

## 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/1 อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง

## 2. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง โดยมียีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม โดยยีนเป็นส่วนหนึ่งของสายดีเอ็นเอ และดีเอ็นเอจะขดกันเป็นโครโมโซมอยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน และอาจมีจำนวนโครโมโซมเท่าหรือไม่เท่ากับสิ่งมีชีวิตต่างชนิด ซึ่งโครโมโซมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ โครโมโซมร่างกาย และโครโมโซมเพศ และสิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซม 2 ชุด อยู่กันเป็นคู่และมีการเรียงลำดับยีนบนโครโมโซมเหมือนกัน เรียกว่า ฮอมอโลกัสโครโมโซม

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 3.1 ความรู้ (K)

1. อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนได้ (K)

#### 3.2 ทักษะและกระบวนการ (P)

1. สร้างแบบจำลองแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนได้ (P)

#### 3.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

### 4. สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการคิด
2. ความสามารถในการสื่อสาร
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### 5. การวัดและประเมินผล

#### 5.1 ชิ้นงานหรือภาระงาน

- กิจกรรม โครงสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

#### 5.2 การประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีประเมินผล	เครื่องมือประเมินผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนได้	ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบท เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต	แบบฝึกหัดท้ายบท เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต	ผ่านเกณฑ์อย่างน้อย 60 %
2. สร้างแบบจำลองแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนได้	ตรวจแบบจำลอง	แบบจำลอง	ผ่านเกณฑ์อย่างน้อย 60 %

3. ใฝ่เรียนรู้	การสังเกต	Rubric Scoring	ระดับคุณภาพ 2 ผ่าน
4. มุ่งมั่นในการทำงาน	พฤติกรรม	ด้าน คุณลักษณะอันพึง	เกณฑ์

## 5.2 การประเมินผล

แบบสังเกตพฤติกรรม ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ชื่อ-สกุล นักเรียน.....ชั้น.....

กิจกรรม.....วันที่.....

**คำชี้แจง** เกณฑ์การให้คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมคือ

เกณฑ์การให้คะแนน 4 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการเป็นประจำสม่ำเสมอ

เกณฑ์การให้คะแนน 3 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างจะสม่ำเสมอ •

เกณฑ์การให้คะแนน 2 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างน้อย

เกณฑ์การให้คะแนน 1 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการน้อย

**เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรม มีดังนี้**

คะแนน 18-20 ดีมาก

คะแนน 14-17 ดี

คะแนน 13-16 พอใช้

คะแนน 0-9 ควรปรับปรุง

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม (20คะแนน)
		4	3	2	1	
1	เริ่มต้นงานที่ได้รับมอบหมายทันที					
2	ทำกิจกรรมด้วยความมุ่งมั่นและเต็มใจ					
3	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่าง สม่ำเสมอ					
4	ช่วยเหลือแนะนำเพื่อนในการทำ กิจกรรมตามสมควร					
5	ทำงานเสร็จเรียบร้อยตามเวลาที่กำหนด					
คะแนนรวม						

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน ...../...../.....



## เกณฑ์การประเมินแบบฝึกหัด

รายการประเมิน	คะแนน
<b>1. ความครบถ้วน</b>	3
1.1 ตอบคำถามได้อย่างครบถ้วน	2
1.2 ตอบคำถามได้มากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมด	1
1.3 ตอบคำถามได้น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมด	0
1.4 ไม่ตอบคำถาม	
<b>2. ความถูกต้อง</b>	
2.1 ตอบคำถามได้ถูกต้อง ชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์ที่วัดได้มากกว่า 80%	3
2.2 ตอบคำถามได้ถูกต้อง ชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์ที่วัดได้ 50 – 80%	2
2.1 ตอบคำถามได้ถูกต้อง ชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์ที่วัดได้ 20 – 50%	1
2.1 ตอบคำถามได้ถูกต้อง ชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์ที่วัดได้น้อยกว่า 20%	0
<b>3. การสรุปความรู้</b>	
3.1 สรุปได้ถูกต้อง ครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์	2
3.2 สรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์	1
3.3 ไม่สรุป	0
<b>4. ความสะอาดและเป็นระเบียบ</b>	
4.1 สะอาด เขียนตัวอักษรชัดเจน ลายมือเรียบร้อย	1
4.2 ไม่สะอาด ลายมือไม่เป็นระเบียบ	0

5. เวลา	
5.1 ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด	1
5.2 ส่งงานไม่ตรงตามเวลาที่กำหนด	2

เกณฑ์การประเมิน					
ได้คะแนน	8 – 10	คะแนน	ดีมาก	หมายถึง	ผ่าน
ได้คะแนน	5 – 7	คะแนน	ดี	หมายถึง	ผ่าน
ได้คะแนน	0 – 4	คะแนน	ปรับปรุง	หมายถึง	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับคุณภาพดีขึ้นไป

สรุป ผ่าน ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน ...../...../.....

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### ชั่วโมงที่ 1

#### ขั้นนำ

#### ขั้นที่ 1 เตรียมการสอน

1. ครูเตรียมแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุกรรม ให้กับนักเรียน
2. ครูเตรียมภาพโครโมโซม หรือใช้ภาพโครโมโซมที่มีรูปร่างต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนทำกิจกรรม จับคู่ภาพโครโมโซมที่เหมือนกัน แล้วเตรียมข้อสรุปหลังจากนักเรียนทำกิจกรรมแล้ว เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าภาพที่นักเรียนใช้ทำกิจกรรม เรียกว่า โครโมโซม ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยในธรรมชาติโครโมโซมจะอยู่กันเป็นคู่เหมือนกับที่นักเรียนทำกิจกรรม
3. ครูเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ทำกิจกรรม โครงสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ได้แก่ คิวอาร์โค้ดเข้าโมเดลจำลอง กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง สไลด์ถาวรของนิวเคลียสในเซลล์ปลายรากหอมที่ย้อมสีแล้ว เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นลักษณะของโครโมโซม และหลังจากการทำกิจกรรมครูอาจเตรียมภาพนำเสนอเกี่ยวกับโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงให้นักเรียนศึกษาอีกครั้งหนึ่ง
4. ครูเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมในร่างกายของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมซึ่งอาจทำในรูปของตารางและมีภาพของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นประกอบความเข้าใจ
5. ครูเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ทำกิจกรรม สร้างแบบจำลองโครโมโซม ได้แก่ เชือก ดินน้ำมัน ลวดกำมะหยี่ และให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากอีโอฟการฟิค

## ชั่วโมงที่ 2-4

### ชั้นสอน

### ชั้นที่ 2 นำสู่การเรียนรู้

6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พันธุกรรม
7. ครูถามคำถาม จากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.3 เล่ม 1 ว่า ออร์แกเนลล์ใด

ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

(แนวตอบ : นิวเคลียส)

8. ครูสนทนากับนักเรียนว่า สิ่งมีชีวิตที่เกิดมาจะได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ ทำให้มีลักษณะทางพันธุกรรมที่เฉพาะแตกต่างไปจากสิ่งมีชีวิตอื่น จากนั้นครูถามคำถามนักเรียน ดังนี้

- ยกตัวอย่างการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของพืชมีอะไรบ้าง

(แนวตอบ : สีของเมล็ด ลักษณะของเมล็ด ความสูง สีของดอก)

- ยกตัวอย่างการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์มีอะไรบ้าง

(แนวตอบ : สีขน ลักษณะของขน ลักษณะของใบหู สีตา)

- ยกตัวอย่างการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของมนุษย์มีอะไรบ้าง

(แนวตอบ : สีตา สีผม การท้อลิ้น ลักษณะหนังตา ลักษณะลักยิ้ม ลักษณะของติ่งหู)

### ชั้นที่ 3 อธิบายความรู้

9. ให้นักเรียนทำกิจกรรม โครงสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.3 เล่ม 1
10. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า “สิ่งที่นักเรียนเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์เรียกว่า โครโมโซม ซึ่งมีลักษณะหดเป็นแท่ง แต่บางเซลล์ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการแบ่งเซลล์จะมีลักษณะเป็นเส้นใยขนาดเล็กพันกัน เรียกว่า โครมาทิน”

11. ให้นักเรียนศึกษาภาพในอินโฟกราฟิกแสดงความสัมพันธ์ ที่ 2 เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน หรือตารางแสดงจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ แล้วถามคำถามนักเรียน ดังนี้

- สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันได้หรือไม่

(แนวตอบ : อาจเท่าหรือไม่เท่ากันก็ได้ แต่สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันเสมอ)

- จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับขนาดของสิ่งมีชีวิตหรือไม่

(แนวตอบ : ไม่ใช่ ตัวอย่างเช่น ยูกลีนาเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กกว่าคน แต่กลับมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าจำนวนโครโมโซมในร่างกายมนุษย์)

- จำนวนโครโมโซมของมนุษย์มีเท่าใด

(แนวตอบ : 46 แท่ง หรือ 23 คู่)

12. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเพิ่มเติมว่า “การศึกษาจำนวนและขนาดของโครโมโซมเป็นคู่ เรียกว่า การทำแคโรไทป์ แพทย์มักใช้วิธีในการวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรม โดยโครโมโซมของมนุษย์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ โครโมโซมร่างกาย หรือเรียกว่า ออโตโซม จะมีขนาดและรูปร่างของโครโมโซมเท่ากัน ส่วนโครโมโซมเพศอาจมีขนาดเท่ากัน หรือแตกต่างกัน ถ้ามีขนาดเท่ากันจะเป็นเพศหญิง แต่ถ้ามีขนาดต่างกันจะเป็นเพศชาย” ครูนำภาพการจัดเรียงโครโมโซมของมนุษย์เพศหญิงและเพศชาย มาให้นักเรียนศึกษาและเปรียบเทียบ พร้อมกับการบรรยาย

13. หลังจากนั้น ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนคิดว่า “จำนวนโครโมโซมของเซลล์สุจิกับเซลล์เยื่อบุผิวข้างแก้มของนักเรียนมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือไม่” โดยครูอาจสุ่มเรียกนักเรียน 2-3 คน เพื่อแสดงความคิดเห็น โดยครูจะยังไม่เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

14. ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพจำนวนโครโมโซมก่อนและหลังการปฏิสนธิ แล้วสุ่มเรียกนักเรียน 2-3 คน ออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียนโดยครูคอยเสริมข้อมูลเพิ่มเติม

15. เมื่อนักเรียนรู้จักโครโมโซมแล้ว ครูนำนักเรียนเข้าสู่การศึกษาโครงสร้างของโครโมโซม

16. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน ร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของโครโมโซมจากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.3 เล่ม 1 หน่วยที่ 2 เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน และอินโฟกราฟิก สร้างแบบจำลองโครโมโซม จากวัสดุที่ครูเตรียมให้

## ขั้นสรุป

ครูสุ่มเลือกแบบจำลองโครโมโซมที่มีความสมบูรณ์ หรือใช้แบบจำลองที่ครูสร้างเองมาอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า โครงสร้างพื้นฐานของโครโมโซมประกอบด้วยดีเอ็นเอและยีน ซึ่งดีเอ็นเอมีลักษณะเป็นเกลียวคู่สายยาว โดยช่วงความยาวหนึ่งของดีเอ็นเอ คือ ยีน ซึ่งเป็นข้อมูลทางพันธุกรรมที่มีผลต่อลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต แต่เนื่องจากดีเอ็นเอมนุษย์มีความยาวมากเกือบ 2 เมตร ดังนั้น ร่างกายของมนุษย์จึงมีกลไกในการเก็บพันธุกรรมเหล่านี้ได้โดยการขดพันกันระหว่างสายดีเอ็นเอกับก้อนโปรตีน แล้วขดพันกันอีกหลายระดับจนกระทั่งกลายเป็นแท่งโครโมโซมนั่นเอง และในธรรมชาติโครโมโซมจะอยู่เป็นคู่ซึ่งมีการจัดเรียงยีนที่เหมือนกัน เรียกว่า ฮอโมโลกัสโครโมโซม

## ขั้นประเมิน

### ขั้นที่ 4 ติดตามผล

1. ตรวจสอบความเข้าใจโดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.3 เล่ม 1

2. ให้นักเรียนตอบคำถามว่า “ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมมีความสัมพันธ์กันอย่างไร” โดยให้นักเรียน

เขียนคำตอบลงในสมุดประจำตัวนักเรียน จากนั้นครูตรวจสมุดของนักเรียน

### ขั้นที่ 5 วัดผล

3. ครูตรวจแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.3 เล่ม 1
4. ครูตรวจคำตอบ ในสมุดประจำตัวนักเรียน เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน
5. ให้นักเรียนประเมินวิธีการสอนของครูผู้สอน โดยครูอาจให้นักเรียนเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการสอนเพื่อครูจะได้นำข้อเสนอนี้ไปปรับใช้กับการสอนในครั้งต่อไป

### 7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. ภาพโครโมโซม หรือภาพโครโมโซมที่มีรูปร่างต่าง ๆ
2. อุปกรณ์ที่ใช้ทำกิจกรรม โครงสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
3. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.3 เล่ม 1
4. อีโพอกราฟิกแสดงความสัมพันธ์ โครโมโซม ดีเอ็นเอ ยีน

### 8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

### 9. ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นายนพกร เมืองทรัพย์)





ง.หน่วยที่ช่วยยับยั้งเชื้อโรคในร่างกายมนุษย์

7. ยีนมีความสัมพันธ์กับ DNA อย่างไร

ก. ยีนเป็นส่วนหนึ่งของ DNA

ข. DNA เป็นส่วนหนึ่งของยีน

ค. ยีนและ DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกัน

ง. ยีนประกอบไปด้วย DNA เป็นสายยาว

8. ออโตโซม (Autosome) คือข้อใด

ก. โครโมโซมเพศ

ข. โครโมโซมที่เพิ่มขึ้นจากคนปกติ

ค. โครโมโซมร่างกาย

ง. โครโมโซมที่ทำให้เซลล์สร้างจำนวนผิดปกติ

9. การถ่ายทอดลักษณะต่างๆของสิ่งมีชีวิตจากบรรพบุรุษไปยังลูกหลาน

ก. เซลล์

ข. ยีน

ค. พันธุกรรม.

ง. นิสัย

10. โครโมโซม ประกอบด้วยอะไรบ้าง

ก. โปรตีนและ DNA

ข. น้ำตาลและ RNA

ค. น้ำตาลและ DNA

ง. โปรตีนและ RNA



16. เซลล์ร่างกายของมนุษย์มีโครโมโซม 46 แท่ง ดังนั้น เซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์จะมีโครโมโซมกี่แท่ง

ก. 23

ข. 22

ค. 44

ง. 2

17. ลักษณะในข้อใดไม่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้

ก. ความรู้

ข. การมีลักยิ้ม

ค. ลักษณะตี่งหู

ง. ลักษณะของหนังตา

18. ข้อใดเรียงลำดับองค์ประกอบที่อยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ตั้งแต่หน่วยใหญ่ไปหน่วยเล็กได้ถูกต้อง

ก. ดีเอ็นเอ>โครโมโซม>ยีน

ข. โครโมโซม>ยีน>ดีเอ็นเอ

ค. ยีน>ดีเอ็นเอ>โครโมโซม

ง. โครโมโซม>ดีเอ็นเอ>ยีน

19. ข้อใดกล่าว ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับโครโมโซม

ก. โครโมโซมของคนมี 23 คู่

ข. โครโมโซมของคน เรียกว่า ออโตโซม

ค. เพศหญิงมีโครโมโซม XX

ง. เพศชายมีโครโมโซม XY

20. โครโมโซมของเซลล์ไข่หรืออสุจิในมนุษย์มีจำนวนเท่าใด

ก. 46 แท่ง

ข. 47 แท่ง

ค. 23 แท่ง

ง. 24 แท่ง

## เฉลยแบบทดสอบ เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. ก  | 2. ง  |
| 3. ค  | 4. ข  |
| 5. ง  | 6. ก  |
| 7. ก  | 8. ค  |
| 9. ค  | 10. ก |
| 11. ข | 12. ง |
| 13. ข | 14. ข |
| 15. ค | 16. ก |
| 17. ก | 18. ข |
| 19. ข | 20. ค |

ใบงานที่ 1

## เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

คำชี้แจง : ตอบคำถามต่อไปนี้

1. อธิบายความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

.....

.....

.....

.....

2. อธิบายความสัมพันธ์ของฮอโมโลกัสโครโมโซม ยีน และแอลลีล

.....

.....

.....

3. ระบุจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1) ข้าวโพด

มีโครโมโซม ..... แห่ง ..... คู่ เป็นออโตโซม ..... แห่ง

..... คู่ เป็นโครโมโซมเพศ ..... แห่ง ..... คู่ เซลล์ร่างกายมีโครโมโซม

..... แห่ง เซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซม .....

แห่ง

เมื่อเกิดการปฏิสนธิจะได้ไซโกตที่มีโครโมโซม ..... แห่ง

2) มนุษย์

มีโครโมโซม ..... แห่ง ..... คู่ เป็นออโตโซม ..... แห่ง

..... คู่ เป็นโครโมโซมเพศ ..... แห่ง ..... คู่ เซลล์ร่างกายมีโครโมโซม  
 ..... แห่ง เซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซม .....  
 แห่ง

เมื่อเกิดการปฏิสนธิจะได้ไซโกตที่มีโครโมโซม ..... แห่ง

### 3) สุนัข

มีโครโมโซม ..... แห่ง ..... คู่ เป็นออโตโซม ..... แห่ง

..... คู่ เป็นโครโมโซมเพศ ..... แห่ง ..... คู่ เซลล์ร่างกายมีโครโมโซม  
 ..... แห่ง เซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซม .....  
 แห่ง

เมื่อเกิดการปฏิสนธิจะได้ไซโกตที่มีโครโมโซม ..... แห่ง

## ใบงานที่ 1

## เฉลย

### เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

คำชี้แจง : ตอบคำถามต่อไปนี้

- อธิบายความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

.....โครโมโซมเป็นส่วนหนึ่งของนิวเคลียสในเซลล์ เกิดจากการขดพันกันระหว่างดีเอ็นเอและโปรตีนเส้นยาว โดยพันขดกันหลายระดับจนกลายเป็นแท่งโครโมโซม ซึ่งดีเอ็นเอเป็นสารพันธุกรรมที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต แต่ช่วงความยาวของดีเอ็นเอ คือ หน่วยพันธุกรรม หรือ ยีน ซึ่งเป็นข้อมูลทางพันธุกรรมที่มีผลต่อลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต.....

- อธิบายความสัมพันธ์ของฮอโมโลกัสโครโมโซม ยีน และแอลลีล

..... สอมอโลกัสโครโมโซมเป็นคู่โครโมโซมที่มีขนาดเหมือนกันและมีการจัดเรียงยีนตรงกัน โดยยีนที่อยู่บน  
 สอมอโลกัสโครโมโซมอาจมีรูปแบบที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน เรียกรูปแบบของยีนว่า แอลลีล.....

3. ระบุจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1) ข้าวโพด

มีโครโมโซม ..... 20 ..... แห่ง ..... 10 ..... คู่ เป็นออโตโซม ..... 18 ..... แห่ง

..... 9 ..... คู่ เป็นโครโมโซมเพศ ..... 2 ..... แห่ง ..... 1 ..... คู่ เซลล์ร่างกายมีโครโมโซม

..... 20 ..... แห่ง เซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซม ..... 10 ..... แห่ง

แห่ง

เมื่อเกิดการปฏิสนธิจะได้ไซโกตที่มีโครโมโซม ..... 20 ..... แห่ง

2) มนุษย์

มีโครโมโซม ..... 46 ..... แห่ง ..... 23 ..... คู่ เป็นออโตโซม ..... 44 ..... แห่ง

..... 22 ..... คู่ เป็นโครโมโซมเพศ ..... 2 ..... แห่ง ..... 1 ..... คู่ เซลล์ร่างกายมีโครโมโซม

..... 46 ..... แห่ง เซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซม ..... 46 ..... แห่ง

แห่ง

เมื่อเกิดการปฏิสนธิจะได้ไซโกตที่มีโครโมโซม ..... 46 ..... แห่ง

3) สุนัข

มีโครโมโซม ..... 78 ..... แห่ง ..... 39 ..... คู่ เป็นออโตโซม ..... 76 ..... แห่ง

..... 38 ..... คู่ เป็นโครโมโซมเพศ ..... 2 ..... แห่ง ..... 1 ..... คู่ เซลล์ร่างกายมีโครโมโซม

..... 78 ..... แห่ง เซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซม ..... 39 ..... แห่ง

แห่ง

เมื่อเกิดการปฏิสนธิจะได้ไซโกตที่มีโครโมโซม ..... 78 ..... แห่ง

### แบบประเมิน สมุดบันทึก

ชื่อ-สกุล นักเรียน.....ชั้น.....

กิจกรรม.....วันที่.....

#### คำชี้แจง เกณฑ์การให้คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมคือ

- เกณฑ์การให้คะแนน 4 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการเป็นประจำสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 3 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างจะสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 2 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างน้อย
- เกณฑ์การให้คะแนน 1 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการน้อย

#### เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรม มีดังนี้

คะแนน 18-20 ดีมาก

คะแนน 14-17 ดี

คะแนน 13-16 พอใช้

คะแนน 0-9 ควรปรับปรุง

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม (20คะแนน)
		4	3	2	1	
1	ความถูกต้องของเนื้อหา					
2	ความครบถ้วนสมบูรณ์ของคำตอบ					
3	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมและถูกต้อง					
4	ความสะอาด/เรียบร้อยของงาน					
5	ทำงานเสร็จเรียบร้อยตามเวลาที่กำหนด					
<b>คะแนนรวม</b>						

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....



### แบบประเมิน ชุดกิจกรรม

ชื่อ-สกุล นักเรียน..... ชั้น.....

กิจกรรม..... วันที่.....

**คำชี้แจง** เกณฑ์การให้คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมคือ

- เกณฑ์การให้คะแนน 4 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการเป็นประจำสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 3 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 2 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างน้อย
- เกณฑ์การให้คะแนน 1 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการน้อย

**เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรม มีดังนี้**

คะแนน 18-20 ดีมาก

คะแนน 14-17 ดี

คะแนน 13-16 พอใช้

คะแนน 0-9 ควรปรับปรุง

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม (20คะแนน)
		4	3	2	1	
1	ความถูกต้องของการต่อวงจรไฟฟ้า					
2	ความครบถ้วนสมบูรณ์ของการต่อวงจรไฟฟ้า					
3	ศึกษาหาความรู้ก่อนทำกิจกรรม					
4	มีการแบ่งหน้าที่การทำงานภายในกลุ่ม					
5	ทำงานเสร็จเรียบร้อยตามเวลาที่กำหนด					
<b>คะแนนรวม</b>						

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

### แบบสังเกตพฤติกรรม ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ชื่อ-สกุล นักเรียน.....ชั้น.....

กิจกรรม.....วันที่.....

#### คำชี้แจง เกณฑ์การให้คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมคือ

- เกณฑ์การให้คะแนน 4 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการเป็นประจำสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 3 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างจะสม่ำเสมอ
- เกณฑ์การให้คะแนน 2 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการค่อนข้างน้อย
- เกณฑ์การให้คะแนน 1 คะแนนเมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการน้อย

#### เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรม มีดังนี้

คะแนน 18-20 ดีมาก

คะแนน 14-17 ดี

คะแนน 13-16 พอใช้

คะแนน 0-9 ควรปรับปรุง

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน				รวม (20คะแนน)
		4	3	2	1	
1	เริ่มต้นงานที่ได้รับมอบหมายทันที					
2	ทำกิจกรรมด้วยความมุ่งมั่นและเต็มใจ					
3	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างสม่ำเสมอ					
4	ช่วยเหลือแนะนำเพื่อนในการทำกิจกรรมตามสมควร					
5	ทำงานเสร็จเรียบร้อยตามเวลาที่กำหนด					
<b>คะแนนรวม</b>						

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน ...../...../.....

ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยง (ก่อนการนำแผนการสอนไปใช้)

.....  
.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง  
(.....)

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระ (ก่อนการนำแผนการสอนไปใช้)

.....  
.....

ลงชื่อ.....หัวหน้ากลุ่มสาระ  
(.....)

บันทึกการเรียนรู้ (K:P:A)

.....  
.....  
.....  
.....

ปัญหาอุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(.....)

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง  
(.....)

ลงชื่อ.....หัวหน้ากลุ่มสาระ  
(.....)



ค.หน่วยที่ควบคุมระบบต่างๆ ของร่างกายมนุษย์

ง.หน่วยที่ช่วยยับยั้งเชื้อโรคในร่างกายมนุษย์

7. ยีนมีความสัมพันธ์กับ DNA อย่างไร

ก. ยีนเป็นส่วนหนึ่งของ DNA

ข. DNA เป็นส่วนหนึ่งของยีน

ค. ยีนและ DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกัน

ง. ยีนประกอบไปด้วย DNA เป็นสายยาว

8. ออโตโซม (Autosome) คือข้อใด

ก. โครโมโซมเพศ

ข. โครโมโซมที่เพิ่มขึ้นจากคนปกติ

ค. โครโมโซมร่างกาย

ง. โครโมโซมที่ทำให้เซลล์สร้างจำนวนผิดปกติ

9. การถ่ายทอดลักษณะต่างๆของสิ่งมีชีวิตจากบรรพบุรุษไปยังลูกหลาน

ก. เซลล์

ข. ยีน

ค. พันธุกรรม.

ง. นิสัย

10. โครโมโซม ประกอบด้วยอะไรบ้าง

ก. โปรตีนและ DNA

ข. น้ำตาลและ RNA

ค. น้ำตาลและ DNA

ง. โปรตีนและ RNA

11. โครโมโซมคู่ที่ 1-22 ในมนุษย์ เรียกว่า

- |               |                    |
|---------------|--------------------|
| ก.โครโมโซมเพศ | ข. โครโมโซมร่างกาย |
| ค.ยีน         | ง.เซนโทรเมียร์     |

12.โครโมโซมคู่ที่ 23 ของมนุษย์ ผู้หญิงXX ผู้ชาย XY

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| ก.ยีน             | ข. โฮโมโลกัสโครโมโซม |
| ค.โครโมโซมร่างกาย | ง. โครโมโซมเพศ       |

13. โครโมโซมในเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ของคนต่างกันอย่างไร

- ก.เซลล์ร่างกายมีโครโมโซม 48 แท่ง แต่ในเซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซม 22 แท่ง
- ข.เซลล์ร่างกายมีโครโมโซม 46 แท่ง แต่ในเซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซม 23 แท่ง
- ค. เซลล์ร่างกายมีโครโมโซม 46 แท่ง แต่ในเซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซม 23 แท่ง
- ง.เซลล์ร่างกายมีโครโมโซม 48 แท่ง แต่ในเซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซม 22 แท่ง

14. มนุษย์เพศหญิงมีโครโมโซมลักษณะอย่างไร

- ก. เพศหญิงมีโครโมโซม XY
- ข. เพศหญิงมีโครโมโซม XX
- ค.เพศหญิงมีโครโมโซม YX
- ง. เพศหญิงมีโครโมโซม YY

15. ส่วนที่มีผลทำให้เกิดการกลายพันธุ์เกิดจากส่วนใด

- |        |               |
|--------|---------------|
| ก. DNA | ข. ก้อนโปรตีน |
| ค. ยีน | ง. นิวเคลียส  |

16. เซลล์ร่างกายของมนุษย์มีโครโมโซม 46 แห่ง ดังนั้น เซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์จะมีโครโมโซมกี่แห่ง

ก. 23

ข. 22

ค. 44

ง. 2

17. ลักษณะในข้อใดไม่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้

ก. ความรู้

ข. การมีลักยิ้ม

ค. ลักษณะตี่งหู

ง. ลักษณะของหนังตา

18. ข้อใดเรียงลำดับองค์ประกอบที่อยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ตั้งแต่หน่วยใหญ่ไปหน่วยเล็กได้ถูกต้อง

ก. ดีเอ็นเอ>โครโมโซม>ยีน

ข. โครโมโซม>ยีน>ดีเอ็นเอ

ค. ยีน>ดีเอ็นเอ>โครโมโซม

ง. โครโมโซม>ดีเอ็นเอ>ยีน

19. ข้อใดกล่าว ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับโครโมโซม

ก. โครโมโซมของคนมี 23 คู่

ข. โครโมโซมของคน เรียกว่า ออโตโซม

ค. เพศหญิงมีโครโมโซม XX

ง. เพศชายมีโครโมโซม XY

20. โครโมโซมของเซลล์ไข่หรืออสุจิในมนุษย์มีจำนวนเท่าใด

ก. 46 แห่ง

ข. 47 แห่ง

ค. 23 แห่ง

ง. 24 แห่ง

## เฉลยแบบทดสอบ เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. ก  | 2. ง  |
| 3. ค  | 4. ข  |
| 5. ง  | 6. ก  |
| 7. ก  | 8. ค  |
| 9. ค  | 10. ก |
| 11. ข | 12. ง |
| 13. ข | 14. ข |
| 15. ค | 16. ก |
| 17. ก | 18. ข |
| 19. ข | 20. ค |



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างนวัตกรรมที่ใช้

Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ

และยีน

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้งวิทยา

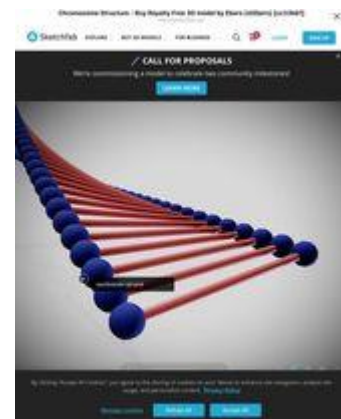
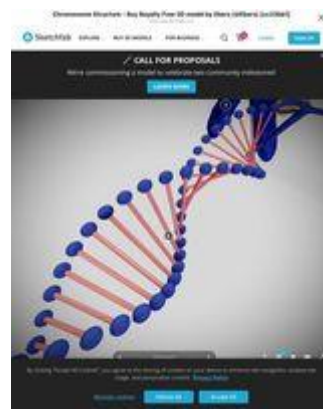
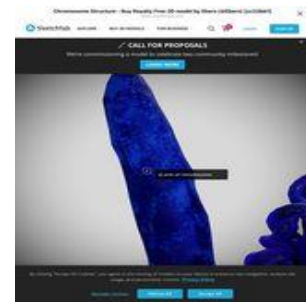
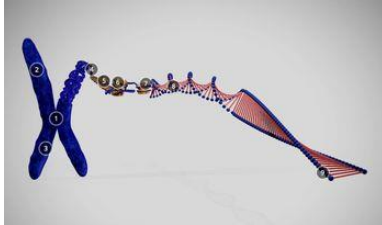
ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา

ภายใน Infographic ประกอบไปด้วย



[https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.canva.com%2Fdesign%2FDAFNfWzPs5I%2FR-GpxA3SOTDoLD0KVdZdUg%2Fedit%3Futm\\_content%3DDAFNfWzPs5I%26utm\\_campaign%3Ddesignshare%26utm\\_medium%3Dlink%26utm\\_source%3Dsharebutton%26fbclid%3DIwAR3nqpqkxCsNhTGNROibeekzw4\\_77KJUUqnP3zJlVUJp8DFQhp a4ZSICBI&h=AT3\\_L9DoDA0IsDOfhkEt7k0ToXbYxtgMX2t9urXzLs7dAHjLHCyqXdNV6egvKr2UeolOvk1oVBBm7KR0mUYmHyTkgKExrmdB\\_BFCCVn7uveZntzrSym5nNL6UgslWtskr2OItg](https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.canva.com%2Fdesign%2FDAFNfWzPs5I%2FR-GpxA3SOTDoLD0KVdZdUg%2Fedit%3Futm_content%3DDAFNfWzPs5I%26utm_campaign%3Ddesignshare%26utm_medium%3Dlink%26utm_source%3Dsharebutton%26fbclid%3DIwAR3nqpqkxCsNhTGNROibeekzw4_77KJUUqnP3zJlVUJp8DFQhp a4ZSICBI&h=AT3_L9DoDA0IsDOfhkEt7k0ToXbYxtgMX2t9urXzLs7dAHjLHCyqXdNV6egvKr2UeolOvk1oVBBm7KR0mUYmHyTkgKExrmdB_BFCCVn7uveZntzrSym5nNL6UgslWtskr2OItg)

## ตัวอย่างนวัตกรรมที่ใช้



### โปรแกรม Sketchfab

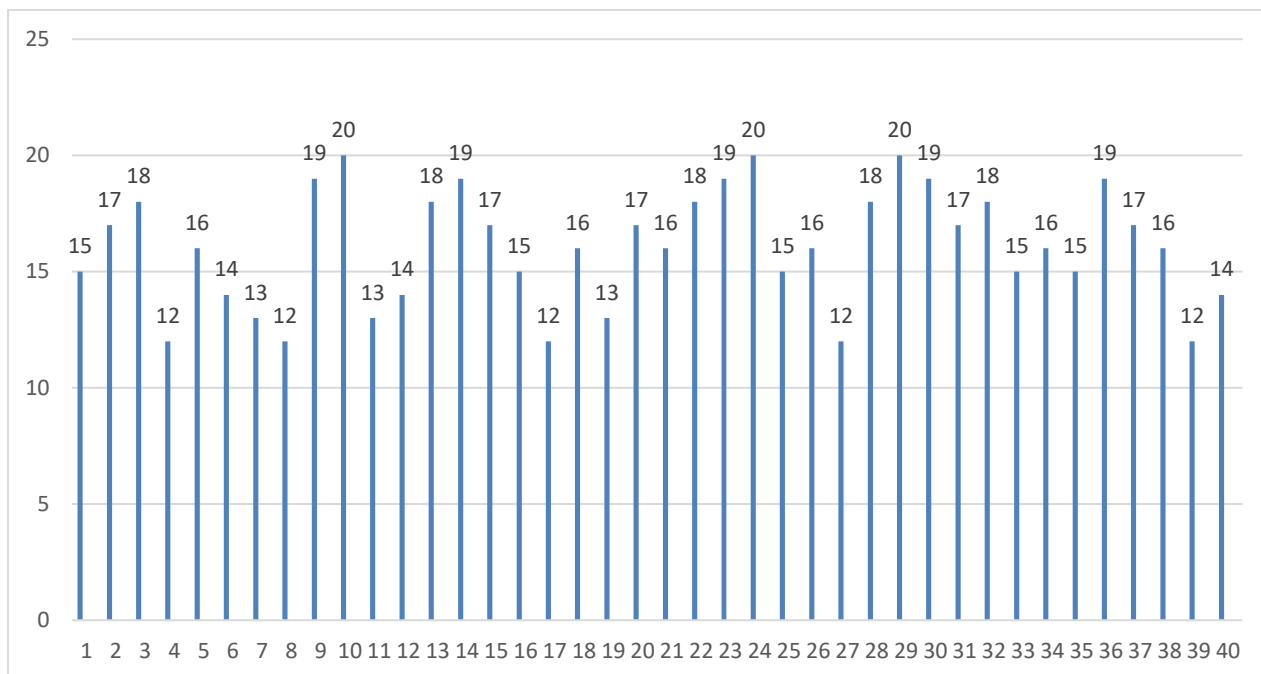
การใช้ Infographic เพื่อพัฒนาความเข้าใจในความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแจ้ห่มวิทยา ตำบลบ่อทราย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา



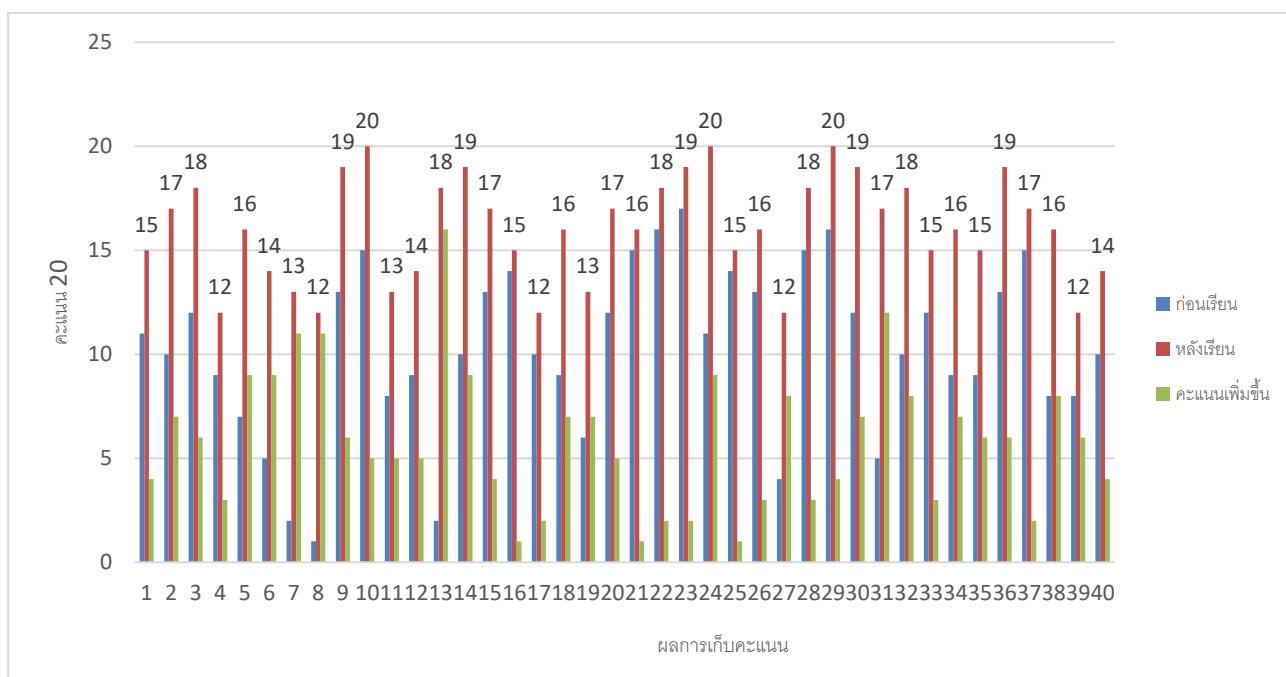
<https://sketchfab.com/3d-models/chromosome-structure-cc33bb1ebe6141b08d0d06f1bbebc2b7>

### ตารางแสดงคะแนน

1 แสดงคะแนนหลังเรียนโดยใช้ Infographic ความสัมพันธ์และหน้าที่ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60



2 แสดงคะแนน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วย E-book เพื่อพัฒนาทักษะในการต่อวงจรไฟฟ้า



## ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล นายนพกร เมืองทรัพย์

วัน เดือน ปีเกิด 18 มีนาคม 2543

ที่อยู่ปัจจุบัน 100/1 ม.8 ตำบลกะหรอ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80160

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา : โรงเรียนวัดคงคา

มัธยมศึกษา : โรงเรียนคงคาประชารักษ์

มหาวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา