

MLX 128327

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (SE)  
ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นางสาวชบาพร พิมวัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2563

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์  
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย : นางสาวบาพร พิมวัน

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร. ณัฐรัชย์ จันท่อม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภา อารีราษฎร์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ดอกไม้)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุติ อินสำราญ)

ชื่อเรื่อง : การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E)  
ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทนชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย : นางสาวชบาพร พิมวัน

ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา)  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี อินสำราญ

ปีการศึกษา : 2562

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทนชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวาปีปทุม ภาคเรียนที่ 1/2562 จำนวน 49 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 6 แผน 12 ชั่วโมง โดยมีความเหมาะสมอยู่ระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.83-4.90$ ,  $S = 0.06-0.10$ ) แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.45-0.80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.29-0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.38-0.72 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ร้อยละ (%) และทดสอบด้วยสถิติ t-test for Dependent-Samples และ t-test for One-Sample

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 23.68 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 84.59 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยเท่ากับ 20.67 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 73.83 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22.86 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E), ทักษะการคิดวิเคราะห์, สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

**Title** : The 5Es Flipped Classroom for Promoting Critical Thinking Skills and Learning Achievement on the Properties of Genetic Material and Mutation of Grade 12 Student

**Author** : Miss Chabaporn Pimwan

**Degree** : Master of Education (Science Education)  
Rajabhat Maha Sarakham University

**Advisors** : Assistant Professor Dr. Panwilai Dokmai  
Assistant Professor Dr. Yuwadee Insumran

**Year** : 2019

## ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to compare critical thinking skills between pre and post score of the learning management with the 5Es Flipped Classroom for Grade 12 Student and 2) to compare the academic achievement after the learning management of 5Es Flipped Classroom on the Properties of Genetic Material and Mutation for Grade 12 Student with the set criteria of 75 percent. The sample group was forty-nine Grade 12 students at Wapi Pathum School on semester 1 of 2019 academic year, by purposive sampling. The research tools were the learning management plans of 5Es Flipped Classroom, 6 plans within 12 hours, with the most appropriate level ( $\bar{X} = 4.83-4.90$ ,  $S = 0.06-0.10$ ). The four multiple choices critical thinking skills test of 21 items with the discriminant index between 0.45-0.80 and the reliability of 0.89. The four multiple choices academic achievement test of 30 items with the difficulty between 0.29-0.79, the discriminant index between 0.38-0.72 and the reliability of 0.94. Analyzed research data by using mean ( $\bar{X}$ ), standard deviation (S), percentage (%) and test the hypotheses with t-test for dependent-samples and t-test for one-sample.

The results of research showed that 1) the students' post critical thinking skills average score was 23.68 or 84.59 percent which was higher than the pre score of 20.67 or 73.83 percent at statistical significance level of .05. 2) The students had an average academic achievement score as

22.86 from 30 point or 76.19 percent, which was higher than the set criteria of 75 percent at statistical significance level of .05.

**Keywords:** 5Es Flipped Classroom, Critical Thinking Skills, Properties of Genetic Material and Mutation



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี อินสำราญ ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรมภา อารีราษฎร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาทางด้านวิชาการ ดูแลด้วยความเมตตา และห่วงใยสม่ำเสมอ จนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร. อรัญ ชูยกระเดื่อง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ คุณครู ประภาศรี ทิพย์พิลา และอาจารย์ ดร.ดรุณา นาชัยฤทธิ์ ที่ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจเครื่องมือการวิจัยและได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร โรงเรียน คณะครูทุกท่าน และขอขอบคุณนักเรียนทุกคน ในโรงเรียน วาปีปทุม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนเรื่องต่างๆ แก่ผู้วิจัย ด้วยดีเสมอมา และเข้าใจในสิ่งที่เป็อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาว ชบาพร พิมวัน

## สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ .....	ค
ABSTRACT.....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ช
สารบัญ .....	ซ
สารบัญตาราง .....	ณ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย .....	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย .....	5
1.4 ขอบเขตการวิจัย .....	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ .....	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	8
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม .....	9
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 .....	9
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน .....	20
2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) .....	26
2.4 ทักษะการคิดวิเคราะห์ .....	34
2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	50
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	62
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....	67
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	67
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	68
3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ .....	68
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	78
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	79
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย .....	80



หัวเรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	85
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	85
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ .....	89
5.1 สรุปผลวิจัย .....	89
5.2 อภิปรายผลการวิจัย .....	90
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	93
บรรณานุกรม .....	94
ภาคผนวก .....	102
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย .....	103
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	128
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	153
ภาคผนวก ง คะแนนทดสอบหลังเรียน .....	167
ภาคผนวก จ หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ .....	171
การเผยแพร่งานวิจัย.....	177
ประวัติผู้วิจัย .....	178

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม วิชาชีววิทยา .....	15
3.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และ เวลาในการจัดการเรียนรู้ .....	69
3.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ .....	71
3.3 การจำแนกข้อสอบในการสร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ .....	74
3.4 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้นและนำไปใช้ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	76
4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์รายด้านก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 49 คน .....	86
4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) .....	87
4.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับเกณฑ์ร้อยละ 75 .....	88
ข. 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน .....	132
ค. 1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน .....	154
ค. 2 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน .....	156
ค. 3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 จำนวน 30 ข้อ .....	159
ค. 4 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน จำนวน 50 ข้อ .....	161

ตารางที่	หน้า
ค. 5 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน จำนวน 50 ข้อ .....	164
ง. 1 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 .....	168
ง. 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเรียน หลังได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับเกณฑ์ร้อยละ 75 .....	170



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพื่อให้ก้าวทันต่อความเปลี่ยนแปลง และเตรียมพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ ด้านการเมือง การปกครอง ด้านสภาพแวดล้อม การศึกษาจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ช่วยพัฒนาคนในการปรับตัวให้ทันต่อความเปลี่ยนแปลง ซึ่งศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่โลกของการศึกษาต้องเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และข้อมูลข่าวสารก็ไม่ได้จำกัดอยู่แค่รอบตัวเท่านั้น ทางด้านเทคโนโลยีต่าง ๆ จะเข้ามามีบทบาทที่สำคัญมากยิ่งขึ้นในการดำเนินชีวิต ซึ่งการศึกษาทั่วทุกมุมโลกได้มีการจัดการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีเป็นฐานของการศึกษา ประเทศไทยเองก็เล็งเห็นความสำคัญของการเตรียมเด็กไทยเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เช่นกัน (วิจารณ์ พานิช, 2556, น. 46) อันจะเห็นได้จากการศึกษาเงินเนอเรชั่นเอ็กซ์และเงินเนอเรชั่นวายในมุมมองต่อคุณลักษณะของตนเอง และความคาดหวังต่อคุณลักษณะของเงินเนอเรชั่นอื่น ซึ่งประชากรกลุ่มที่กำลังจะเป็นอัตรากำลังหรือทรัพยากรบุคคลที่สำคัญขององค์กรต่าง ๆ ในยุคปัจจุบันและอนาคตอันใกล้

เด็กในกลุ่มเงินเนอเรชั่นวายเป็นกลุ่มประชากรที่เกิดตั้งแต่ พ.ศ. 2520-2542 เงินเนอเรชั่นวาย ถูกเรียกขานกันไว้หลายชื่อ ไม่ว่าจะเป็น Millennial, WHY, Dot Com, Net Generation หรือ KIPPERS (Kids in Parents' Pockets Eroding Retirement Saving) แต่ละชื่อที่เรียกขานล้วนแล้วแต่สะท้อนให้เห็นถึงคุณลักษณะ ทักษะ ทักษะ หรือพฤติกรรมที่สำคัญและเห็นเด่นชัดของประชากรกลุ่มเงินเนอเรชั่นวาย คนกลุ่มนี้จะมองโลกในแง่ดี ชอบทำงานเป็นทีม ไม่ชอบทำตามกฎระเบียบ ฉลาดยอมรับความเปลี่ยนแปลง ใช้เทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตแบบตลอดเวลา รักความก้าวหน้า มุ่งผลสำเร็จเป็นหลัก ไม่มีความอดทน แต่มีความคาดหวังสูง มีโลกส่วนตัวสูง แต่ไม่ได้แสดงออกถึงความต้องการเป็นอิสระ มักไม่อายที่จะแสดงความเป็นส่วนตัว ลงในสื่อทางสังคม (Social Media) นั่นเป็นเพราะเด็กเงินเนอเรชั่นวายเติบโตมาพร้อมกับเทคโนโลยีและเรียนรู้การใช้ชีวิตในยุคอัตราเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูงและความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว และมีความสามารถในการนำเทคโนโลยี มาปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ เฉพาะหน้าได้ดี (เดชา เศษะวัฒน์ไพศาล และคณะ, 2557, น. 5)

เมื่อมองย้อนกลับมาพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ไม่ได้ตอบโจทย์ของเด็กกลุ่มรุ่นใหม่ เช่นว่าผู้สอนที่จัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ยังเน้นทางด้านการท่องจำเนื้อหาเป็นหลักมากกว่าการสืบเสาะค้นคว้าและเรียนรู้ด้วยตนเอง และยังขาดการใช้เทคโนโลยีให้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่จะจดจำเนื้อหาสาระได้เพียงช่วงที่สอนด้วยวิธีการบรรยายเท่านั้น และสื่อบางสื่อที่นำมาใช้ไม่สามารถเปลี่ยนความเป็นนามธรรมของเนื้อหาให้มีลักษณะเป็นรูปธรรมที่เห็นได้ชัดเจน เนื่องจากสื่อบางสื่อยังไม่สามารถสร้างเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้จริงในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ขาดการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งประเด็นเหล่านี้มีเพียงผู้สอนที่ป้อนข้อมูลให้เท่านั้น (เพ็ชรรัตน์ เวฬุคามกุล และวราวุฒิ พุทธิให้, 2555, น. 18-20) ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ ซึ่งจะเห็นได้จากผลการสอบทดสอบที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ควรจะได้ เมื่อพิจารณาจากผลการวัดประเมินระดับชาติ (O-NET) รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 ที่พบว่าจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศของนักเรียน เป็น 30.51 คะแนน ซึ่งจะเห็นได้ว่าคะแนนที่ได้ไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) สอดคล้องกับผลการวัดประเมินระดับชาติ (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนวาปีปทุมที่มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 32.50 คะแนน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเร่งปฏิรูปและพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้อาจารย์ของนักเรียน ซึ่งปัญหาหลักที่กล่าวมานั้นน่าจะเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนของไทยในปัจจุบันที่ไม่ได้สัมพันธ์กับทักษะที่ต้องการให้เกิดกับเด็กรุ่นใหม่กลุ่มเจนเนอเรชันวายในศตวรรษที่ 21

การศึกษายุคใหม่ในศตวรรษที่ 21 นั้น เด็กจำเป็นต้องรู้วิธีการเรียนรู้ที่ถูกต้องและเกิดแนวคิดใหม่ๆ ให้มากขึ้น พ่อแม่ผู้ปกครองต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ให้มากขึ้น โดยในศตวรรษที่ 21 คุณลักษณะที่สำคัญมี 3 ประการ ประการแรก คือ มีทักษะที่หลากหลาย เช่น สามารถทำงานร่วมกับบุคคลได้อย่างรวดเร็ว รับผิดชอบงานได้ด้วยตนเอง และรู้จักพลิกแพลงกระบวนการแก้ไขปัญหาได้ ประการที่สอง คือ มองโลกใบนี้เป็นโลกใบเล็ก ๆ ไม่ได้จำกัดขอบเขตอยู่เฉพาะประเทศไทย เพื่อมองหาโอกาสใหม่ ๆ ที่มีอยู่อย่างมากมาย ประการสุดท้าย คือ เด็กไทยยุคใหม่ต้องมีทักษะด้านภาษาเพราะหากพูดหรือใช้แต่ภาษาไทยก็เหมือนกับมี "กะลา" ครอบไว้ ซึ่งกระบวนการที่ใช้ในการสร้างทักษะเหล่านี้ไม่สามารถสร้างได้จากกระบวนการที่ใช้ในห้องเรียนแบบเดิม ๆ ดังนั้นผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้บรรยายเป็นผู้อำนวยความสะดวก และเป็นผู้ชี้แนะหรือเป็นผู้แนะนำ ในขณะที่โรงเรียนและหลักสูตรต้องมีการปรับตัวและเปิดโอกาสให้มีการสร้างหลักสูตรใหม่ ๆ อย่างรวดเร็วทำให้รัฐบาลจำเป็นต้องหา

วิธีการแก้ไขอย่างเร่งด่วนเพื่อพัฒนาการศึกษาไทย ทั้งด้านวิชาการและด้านการใช้เทคโนโลยี ความเจริญก้าวหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง ในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มนุษย์ในปัจจุบันมีสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน อันเป็นผลมาจากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี อย่างมากมาย ซึ่งจะเห็นได้ว่าปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตมากขึ้น ดังที่กล่าวข้างต้นความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของเด็กรุ่นใหม่ยังไม่ได้พัฒนาเท่าที่ควร ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในด้านการพัฒนารายวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่จะพัฒนาคู่มือใหม่ให้มีประสิทธิภาพในการคิดหาเหตุผลและมีแนวคิดใหม่ๆ เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ในอนาคตเพื่อให้ก้าวทันต่อความเปลี่ยนแปลง รวมทั้งการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจะต้องมุ่งเน้นให้เด็กรุ่นใหม่เกิดทักษะในด้านต่าง ๆ ด้วย โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ (สำนักบริหารงานกรมมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ., 2560, น. 2-15) ด้วยทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดระดับสูงของมนุษย์ที่มีความสำคัญต่อมวลมนุษย์โลก ทักษะการคิดวิเคราะห์ทำให้มนุษย์เกิดการใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีความรอบครอบ และมีเหตุมีผลต่อการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังรวมถึงสื่อการเรียนรู้ที่ทันสมัยและสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวกลางของการนำไปสู่การส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ในศตวรรษที่ 21 การสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองและได้ปฏิบัติจริง โดยมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยสะดวกรวดเร็วและให้ข้อมูลได้กว้างขวาง จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ (วสันต์ ศรีหิรัญ, 2560, น. 19-27) เนื่องด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี นักวิชาการทุกคนจึงถูกท้าทายที่จะต้องรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทุกคนจึงต้องปรับตัวในทุก ๆ ด้าน สำหรับทางด้านการศึกษาก็ต้องมีการปรับตัวเช่นกัน โดยผู้สอนจะต้องปรับแนวทางการเรียนการสอนที่จะต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จะพื้นฐานต่อการใช้ชีวิตในอนาคต ซึ่งการจะพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ นั้น จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของวัยนักเรียนและความทันสมัยในด้านของสื่อเทคโนโลยีในปัจจุบัน การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เป็นอีกรูปแบบการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับเรื่องนี้ โดยเปลี่ยนการสอนแบบเดิมจากผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ นักเรียนหน้าชั้นเรียนมาเป็นนักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้จากนอกห้องเรียนด้วยตนเอง โดยผ่านสื่อเทคโนโลยีที่ผู้สอนเป็นผู้จัดทำขึ้น จากนั้นผู้สอนจะนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาใช้ทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยคอยให้คำแนะนำและตั้งคำถามให้นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับนักเรียน การจัดการเรียนรู้นี้เป็นการฝึกให้นักเรียนได้วิเคราะห์องค์ความรู้ด้วยตนเองและยังเป็นการนำความรู้ที่ได้รับมาไปต่อยอดให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ (Synthesize) จึงสามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดเพิ่มมากขึ้น (Bergmann and Sams, 2012, p. 7)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (SE) ในการสอนรายวิชาชีววิทยา โดยเรื่องที่จะศึกษาคือ สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (SE) เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ยากต่อการปฏิบัติกิจกรรม หรือการปฏิบัติกิจกรรมนั้น มีอุปกรณ์ไม่เพียงพอและมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในส่วนของสารเคมี ซึ่งทางสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาค่อนข้างมีอุปกรณ์ไม่พร้อมกับการจัดกิจกรรมทางด้านนี้ ทั้งนี้เนื้อหาดังกล่าวยังมีความซับซ้อนพร้อมทั้งเป็นสิ่งที่อยู่ภายในร่างกาย ซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการทำความเข้าใจหรือศึกษานานกว่าปกติ นอกจากนี้ยังเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวมาก ในส่วนของโรคทางพันธุกรรม ซึ่งหากนักเรียนได้เข้าใจพื้นฐานเหล่านี้แล้วจะส่งผลต่อตัวนักเรียนในแง่ของการกล้าตัดสินใจการหาเหตุผลโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการวิเคราะห์ด้วยความมีเหตุผลส่งผลต่อการดำเนินชีวิตของนักเรียนเองหรือประยุกต์ใช้ได้ อย่างหลากหลายรูปแบบ เช่น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเกิดโรคต่าง ๆ ซึ่งถ้าหากนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยความเข้าใจแล้วก็สามารถหลีกเลี่ยงเรื่องดังกล่าวได้ งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์และเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา จึงได้ประยุกต์การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (SE)

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (SE) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (SE) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

### 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ทักษะการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าก่อนเรียน

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 10 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 325 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/8 ของโรงเรียนวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 49 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นกลุ่มที่มีความสามารถและมีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E)

1.4.2.2 ตัวแปรตาม

1) ทักษะการคิดวิเคราะห์

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม

และมิวเทชัน

1.4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้การวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 4 เรื่องสมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้



#### 1.4.3.1 สมบัติของสารพันธุกรรม

- 1) การสังเคราะห์ DNA
- 2) การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA
- 3) DNA กับการสังเคราะห์โปรตีน
- 4) การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม

#### 1.4.3.2 มิวเทชัน

- 1) การเกิดมิวเทชัน
- 2) ผลของมิวเทชัน

#### 1.4.4 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลา 12 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 3 สัปดาห์ โดยทำการทดลองใน ภาคเรียนที่ 1/2562

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

“การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E)” หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองจากนอกห้องเรียน ซึ่งการศึกษาจากนอกห้องเรียนนั้นสามารถเรียนรู้ได้หลากหลายที่นักเรียนที่เข้าใจหรืออาจจะเรียนไม่ทันเพื่อน จะกลับมาเรียนซ้ำเมื่อใดก็ได้ ส่วนการเรียนในห้องเรียนจะเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน หาข้อสรุปและอภิปรายร่วมกัน โดยที่ผู้สอนจะเป็นเพียงแค่ผู้ที่ให้คำแนะนำเท่านั้น กิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการแผนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

### 1. ขั้นเรียนรู้นอกชั้นเรียน (Out Class Activities)

ขั้นเตรียม ผู้สอนสร้างกลุ่ม โดยใช้ Google Classroom ขึ้นมาสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากนั้นครูจะมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนกลับไปศึกษาเนื้อหาในเรื่องนั้น ๆ จากวิดีโอที่ผู้สอนได้แชร์ไว้ในกลุ่ม Google Classroom ประจำห้อง ซึ่งวิดีโอดังกล่าวมาจาก YouTube หรือสร้างขึ้นเอง และนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้ด้วยตนเองจากหนังสือเรียนหรือจากแหล่งอื่น ๆ พร้อมกับมอบหมายให้สรุปบันทึกเป็นแผนที่ความคิด (Mind Map) ตามรูปแบบของ Tony Buzan กำหนดให้ส่งก่อนเข้าเรียน 1 วัน เพื่อตรวจการจดบันทึกของนักเรียน และให้นักเรียนศึกษาไปกิจกรรม

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ผู้สอนได้สร้างความสนใจโดยตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การคิดวิเคราะห์เนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษา เพื่อนักเรียนเกิดความสงสัยหรืออยากสืบค้นและหาคำตอบ ผู้สอนได้แชร์วิทัศน์ที่เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ไว้ให้ศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและสืบค้น (Exploration) เมื่อนักเรียนได้สืบค้นหาคำตอบของคำถามนั้นแล้ว นักเรียนสรุปบันทึกเป็นแผนที่ความคิด (Mind Map) ตามรูปแบบของ Tony Buzan ต่อจากนั้นผู้สอนให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยเป็นกิจกรรมกลุ่ม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้จากวิทัศน์ที่ผู้สอนได้แชร์, สรุปจาก Mind Map และเว็บไซต์ที่ผู้สอนแนะนำ

## 2. ชั้นเรียนรู้ในชั้นเรียน (In Class Activities)

ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายและลงข้อมูล (Explanation) เมื่อเข้ามาในชั้นเรียนผู้สอนได้จัดให้แต่ละกลุ่มปรึกษากันและพูดคุยก่อนออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับเรื่องที่คุณสอนมอบหมาย และสรุปความสำคัญ หลังจากการนำเสนอเสร็จ นักเรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากกิจกรรมอีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้และประยุกต์ (Elaboration) ผู้สอนเพิ่มเติมความรู้ใหม่ในอนาคตและเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียน โดยอาจจะตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) 1) ผู้สอนประเมินจากการสรุปบันทึกแบบ Mind Map ของนักเรียน 2) ผู้สอนประเมินจากชิ้นงานหรือกิจกรรม เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และการลงข้อสรุป 3) ผู้สอนประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ การร่วมตอบคำถาม เพื่อรับการประเมินและพิสูจน์ให้ผู้สอนเห็นว่านักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

“ทักษะการคิดวิเคราะห์” หมายถึง วิธีการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมทางสมอง เป็นการอธิบายขั้นตอน โดยการเริ่มจากความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายของการสอนให้เกิดส่วนที่อยู่ในระดับสูงของสมองได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ในส่วนของการคิดวิเคราะห์ยังได้แยกแยะพฤติกรรมการเรียนรู้ คือความสามารถที่จะนำความคิดต่าง ๆ มารวมกันเพื่อเกิดมโนทัศน์ใหม่ๆ เพื่อให้เข้าใจสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบวัดตามแนวคิดของบลูม ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน คือด้านที่ 1 วิเคราะห์ความสำคัญ การจัดเรียงลำดับขั้นตอนและจัดจำแนกเนื้อหา ด้านที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาหรือองค์ความรู้เดิมเข้ากับองค์ความรู้ใหม่ และส่วนด้านที่ 3 วิเคราะห์หลักการ เป็นการศึกษาหลักการของเนื้อหา กฎและแนวคิดในเรื่องที่ศึกษา โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งเป็นทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ ซึ่งแบ่งเป็นด้าน ด้านละ 7 ข้อ

“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” หมายถึง คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาชีววิทยา เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน หลังได้รับ จากกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งข้อสอบจะครอบคลุม พฤติกรรม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของบลูม วัดโดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นแนวทางในการส่งเสริมนักเรียนให้มีการพัฒนาการทางทักษะการคิดวิเคราะห์ ที่สูงขึ้นโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

1.6.2 เป็นแนวทางสำหรับผู้สอนในการพัฒนาหรือออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ หรือใช้ร่วมกับเทคนิคอื่น ๆ

1.6.3 เป็นแนวทางให้ผู้สอนและผู้สนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านไปจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของพันธูกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยขอแนะนำเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551
2. การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
4. ทักษะการคิดวิเคราะห์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ให้เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยกำหนดจุดมุ่งหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายและกรอบทิศทางการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนที่ดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดีและมีขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีโลก พร้อมกันนี้ให้ปรับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่มุ่งเน้นการกระจายอำนาจทางการศึกษาให้ท้องถิ่นและสถานศึกษาได้บทบาทและมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 1)

##### 2.1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งให้เป็นกำลังของประเทศชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมไปถึงเจตคติที่จำเป็นต่อการเรียนต่อการศึกษาต่อการประกอบ

อาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต และที่เด่นคือมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4)

### 2.1.2 หลักการ

2.1.2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.1.2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

2.1.2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.1.2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

2.1.2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4)

### 2.1.3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

2.1.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.1.3.2 มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

2.1.3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย

2.1.3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ต้องยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.1.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 5)

#### 2.1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุ มาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

2.1.4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2.1.4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม

2.1.4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

2.1.4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการทำงานร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

2.1.4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 6-7)

### 2.1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 7)

2.1.5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

2.1.5.2 ซื่อสัตย์สุจริต

2.1.5.3 มีวินัย

2.1.5.4 ใฝ่เรียนรู้

2.1.5.5 อยู่อย่างพอเพียง

2.1.5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

2.1.5.7 รักความเป็นไทย

2.1.5.8 มีจิตสาธารณะ

### 2.1.6 มาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

2.1.6.1 ภาษาไทย

2.1.6.2 คณิตศาสตร์

2.1.6.3 วิทยาศาสตร์

2.1.6.4 สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

2.1.6.5 สุขศึกษาและพลศึกษา

2.1.6.6 ศิลปะ

2.1.6.7 การงานอาชีพและเทคโนโลยี

2.1.6.8 ภาษาต่างประเทศ

#### สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ

ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

## สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 4 แรงแรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่ดึงดูด และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้ พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐาน



ของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### **สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ**

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### **สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

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

#### **คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม**

วิชาชีววิทยา เพิ่มเติม เล่ม 4 รหัสวิชา ว 30245 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เวลา 80 ชั่วโมง จำนวน 2 หน่วยกิต ศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และวิวัฒนาการ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล กฎของความน่าจะเป็น กฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ การผสมเพื่อทดสอบ ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ศึกษาเกี่ยวกับยีนและโครโมโซม การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม การค้นพบสารพันธุกรรม โครโมโซม องค์ประกอบทางเคมีของ DNA โครงสร้างของ DNA สมบัติของสารพันธุกรรม มีเวทชัน ศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA พันธุวิศวกรรม การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล กำเนิดของสปีชีส์ และวิวัฒนาการของมนุษย์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้น ข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการ

ตัดสินใจสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์, 2551, น. 19-24)

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม วิชาชีววิทยา เพิ่มเติม เล่ม 4 ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6

## ตารางที่ 2.1

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม วิชาชีววิทยา

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
1. สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ อภิปราย อธิบายและสรุปการค้นพบ กฎการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ของเมนเดล	<p>เมนเดลได้ศึกษาลักษณะต่าง ๆ ของถั่วลันเตา 7 ลักษณะ ทำให้พบว่าลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ ต้องมีหน่วยควบคุม ซึ่งอยู่เป็นคู่โดยสามารถแสดงออกเป็นลักษณะเด่นหรือ ลักษณะด้อยก็ได้ และสามารถถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่ ไปสู่รุ่นลูกหลานได้</p> <p>จากการทดลองของเมนเดลในการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาทำให้สามารถสรุปเป็นกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้ 2 ข้อ คือ กฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ</p> <p>กฎแห่งการแยก สรุปได้ว่ายีนที่อยู่เป็นคู่จะแยกออกจากกัน ในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ จะได้รับแอลลีลใดแอลลีลหนึ่ง</p> <p>กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ สรุปได้ว่ายีนที่แยกออกจากยีนที่เป็นคู่กันจะจัดกลุ่ม อย่างอิสระกับยีนอื่นที่แยกออกจากคู่กัน เช่นกันในการเข้าไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์</p>
2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็น ส่วนขยายของพันธุศาสตร์ เมนเดล และความแปรผันทางพันธุกรรม	<p>การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางกรณีไม่เป็นไปตามที่เมนเดลได้ศึกษาไว้ เรียกที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล ลักษณะเหล่านี้ว่า ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล เช่น การข่มไม่สมบูรณ์ การข่มร่วมกัน มัลติเปิลแอลลีล</p>

(ต่อ)

## ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
<p>3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบาย เกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้าง และหน้าที่ของสารพันธุกรรม</p>	<p>พอลิยีน ยีนบนโครโมโซมเพศ ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศและลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ</p> <p>โครโมโซมประกอบด้วย DNA และโปรตีนอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ยูคาริโอต</p> <p>ลักษณะของสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมโดยยีนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ DNA และ DNA ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรม</p> <p>DNA ประกอบด้วย น้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต และเบส 4 ชนิด ได้แก่ อะดีนีน กวานีน ไทมีน และไซโทซีน</p> <p>โครงสร้างของ DNA ประกอบด้วย พอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย เรียงสลับทิศกันและพันบิดเป็นเกลียวคู่เวียนขวาตามเข็มนาฬิกา เบสในแต่ละสายของ DNA ที่เป็น เบสคู่สม ยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน</p>
<p>4. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุป เกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม</p>	<p>DNA สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้โดยใช้ DNA แม่แบบ มีทิศทางการสังเคราะห์จากปลาย 5' ไปยังปลาย 3' ได้</p> <p>DNA โมเลกุลใหม่ ซึ่งประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ สายเดิมหนึ่งสายและสายใหม่อีกหนึ่งสายเรียกว่า</p> <p>วิธีการสังเคราะห์นี้ว่า แบบกึ่งอนุรักษ์</p> <p>ข้อมูลทางพันธุกรรมภายในสาย DNA ถูกใช้ในการควบคุมการสังเคราะห์โปรตีน โดยผ่าน mRNA ซึ่งสังเคราะห์ได้จากกระบวนการถอดรหัส และนำไปสังเคราะห์โปรตีนในกระบวนการแปลรหัส</p> <p>การสังเคราะห์โปรตีนถูกกำหนดด้วยรหัสพันธุกรรม เรียกว่า โคดอนซึ่งเป็นรหัส 3 ตัว ประกอบด้วย 3 นิวคลีโอไทด์ เรียงกันตามลำดับในสาย mRNA เป็น 1 รหัส ที่กำหนดกรดอะมิโน 1 ชนิด</p>

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
<p>5. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชัน และผลของการเกิดมิวเทชัน</p>	<p>มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงลำดับและจำนวนเบสใน DNA และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับโครโมโซมซึ่งอาจมีผลทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนไปและสามารถถ่ายทอดลักษณะไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปได้</p> <p>มิวเทชันอาจเกิดได้จากการแทนที่คู่เบสการเพิ่มขึ้นหรือขาดหายของนิวคลีโอไทด์ เรียกว่า มิวเทชันเฉพาะจุด นอกจากนี้มิวเทชันอาจเกิดขึ้นได้จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและจำนวนโครโมโซมอาจทำให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรมได้ อย่างไรก็ตามการเกิดมิวเทชันอาจทำให้ได้สิ่งมีชีวิตลักษณะใหม่ขึ้นซึ่งเป็นผลดี โดยเฉพาะทางการเกษตร</p>
<p>6. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และ อธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีทาง DNA และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ</p>	<p>เทคโนโลยีทาง DNA เป็นเทคโนโลยีที่สามารถใช้ในการสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์ การเพิ่มปริมาณ DNA การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม เป็นต้น</p> <p>การสร้าง DNA รีคอมบิแนนท์ เป็นวิธีการที่ใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะเพื่อตัดสาย DNA บริเวณที่มีลำดับเบสจำเพาะ และเชื่อมสาย DNA ที่ถูกตัดแล้วมาต่อกันด้วยเอนไซม์ DNA ไลเกส</p> <p>การเพิ่มปริมาณ DNA เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การโคลน DNA ทำได้โดยอาศัย DNA พาหะ เช่น พลาสมิดของแบคทีเรียหรือการโคลน DNA ในหลอดทดลองโดยเทคนิคพอลิเมอเรสเชนรีแอคชัน</p> <p>การวิเคราะห์ DNA ทำได้โดยการแยกขนาดและรูปร่างของโมเลกุลของ DNA กระบวนการเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ผลของการวิเคราะห์ DNA จะทำให้ได้แถบ DNA ขนาดต่าง ๆ</p>

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>การวิเคราะห์ DNA ทำได้โดยการแยกขนาดและรูปร่างของ โมเลกุลของ DNA โดยกระบวนการเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ผลของการวิเคราะห์ DNA จะทำให้ได้แถบ DNA ขนาด ต่าง ๆ</p> <p>การศึกษาจีโนมทำได้โดยการวิเคราะห์ความแตกต่างของ รูปแบบของแถบ DNA ที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์ตัด จำเพาะซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องหมายพันธุกรรมได้</p> <p>ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทาง DNA ทำให้เกิดการ ประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การแพทย์และเกษตรกรรม นิติวิทยาศาสตร์ การเกษตร การใช้พันธุศาสตร์เพื่อ ค้นคว้าหาอินและหน้าที่ของยีน ซึ่งต้องคำนึงถึงความ ปลอดภัยและมุมมองทางสังคมและจริยธรรม</p>
<p>7. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ หลักฐานการเกิดวิวัฒนาการ และแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ</p>	<p>หลักฐานที่ค้นพบแสดงให้เห็นว่าสิ่งมีชีวิต มีวิวัฒนาการ ศึกษาได้จากซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิต กายวิภาค เปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอเปรียบเทียบ ชีววิทยาระดับ โมเลกุล และชีวภูมิศาสตร์ เป็นต้น</p> <p>แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตมาจาก นักวิทยาศาสตร์ 2 คน คือ ลามาร์ก และดาร์วิน โดย ลามาร์กได้เสนอแนวคิด ที่เรียกว่า กฏการใช้และไม่ใช้ และกฏแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นมาใหม่ ส่วน ดาร์วินได้ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและ เสนอเป็นแนวคิดที่เรียกว่า ทฤษฎีการคัดเลือกโดย ธรรมชาติ</p>
<p>8. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ ประชากรและการกำเนิด สปีชีส์</p>	<p>พันธุศาสตร์ประชากรเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลของยีนพูลในประชากร ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้ มีวิวัฒนาการและอาจเกิดสปีชีส์ใหม่</p>

(ต่อ)

## ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
<p>9. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับวิวัฒนาการของมนุษย์</p>	<p>กฎของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก กล่าวว่าความถี่ของแอลลีลและความถี่ของจีโนไทป์ ในยีนพูลของประชากรจะมีค่าคงที่ในทุก ๆ รุ่น ถ้าไม่มีปัจจัยบางอย่างมาเกี่ยวข้อง เช่น มิวเทชัน การคัดเลือกโดยธรรมชาติ การอพยพ การเลือกคู่ผสมพันธุ์ การเปลี่ยนความถี่ขึ้นอย่างไม่เจาะจง และการถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีน เป็นต้น</p> <p>สปีชีส์ทางด้านชีววิทยา หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่สามารถผสมพันธุ์กันได้ ในธรรมชาติและให้กำเนิดลูกที่ไม่เป็นหมัน สิ่งมีชีวิตต่าง สปีชีส์ในธรรมชาติจะมีกลไกการป้องกันการผสมพันธุ์ข้ามสปีชีส์ โดยกลไกการแยกกันทางการสืบพันธุ์ก่อนระยะไซโกต และกลไกการแยกกันทางการสืบพันธุ์หลังระยะไซโกต</p> <p>การเกิดสปีชีส์ใหม่เกิดได้ 2 แนวทางคือการเกิดสปีชีส์ใหม่จากการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์ และการเกิดสปีชีส์ใหม่ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกัน ซึ่งทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ</p> <p>หลักฐานซากดึกดำบรรพ์และการเปรียบเทียบลำดับเบสบน DNA ของสิ่งมีชีวิตสามารถใช้ศึกษาวิวัฒนาการของมนุษย์ได้</p> <p>สายวิวัฒนาการของมนุษย์เริ่มจากออสตราโลพิเทคัส และโฮโม ซึ่งเริ่มจาก <i>Homo habilis</i>, <i>Homo erectus</i> จนถึง <i>Homo sapiens</i></p>

สรุปได้ว่าเนื้อหาที่จะใช้ในงานวิจัยนี้คือ สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในผลการเรียนรู้ข้อที่ 3) สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบาย เกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้าง และหน้าที่ของสารพันธุกรรม ข้อที่ 4) สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุป เกี่ยวกับ

สมบัติของสารพันธุกรรม และข้อที่ 5) สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชัน และผลของการเกิดมิวเทชัน โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน รวม 12 ชั่วโมง

## 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

### 2.2.1 ความหมาย

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556, น. 2) ได้กล่าวถึงห้องเรียนกลับทาง (Flipped Classroom) เป็นการสอนโดยที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตัวเองจากที่บ้าน จากสื่อวีดิทัศน์ (Video) ของศึกษานอกห้องเรียน ส่วนการเรียนในห้องเรียนปกตินั้นจะเป็นการเรียนแบบสืบค้นว่าหาความรู้ที่ได้รับร่วมกันกับเพื่อนในห้องเรียน โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือและแนะนำ

ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และ พัลลภ พิริยะสุวรรณ (2558, น. 228-229) ได้กล่าวถึงห้องเรียนกลับด้าน เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีการบรรยายในชั้นเรียนและการบ้านนั้นจะสลับที่กัน โดยให้นักเรียนวางแผนและควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านทางสื่อการเรียนรู้จากภายนอกชั้นเรียน และนำผลการเรียนรู้นำมาเสนอ พร้อมอภิปรายและทำกิจกรรมหรืองานต่าง ๆ ร่วมกันในชั้นเรียน โดยมีครูคอยให้คำปรึกษา

Jonathan and Aaron (2012, อ้างถึงใน วิจารณ์ พานิช, 2556, น. 48) ได้กล่าวถึงห้องเรียนกลับด้านว่า เป็นสอนให้นักเรียนรับผิดชอบการเรียนของตนเอง เมื่อใช้ห้องเรียนกลับทางและเรียนรู้ให้รู้จริง บรรยากาศในห้องเรียนเปลี่ยนไป ชีวิตครูเปลี่ยนไปและพฤติกรรมของเด็กก็เปลี่ยนไปในห้องเรียนแบบเดิมจากที่นักเรียนนั่งฟัง รับคำสั่ง และรับถ่ายทอดแล้วตอบข้อสอบเพื่อพิสูจน์ว่าตนได้เรียนรู้สภาพเช่นนี้ได้ผลต่อเด็กส่วนน้อย เด็กอีกจำนวนหนึ่งหมดความสนใจและหลุดไปจากกระบวนการเรียนรู้ แต่ในห้องเรียนแบบกลับทางและเรียนรู้ให้รู้จริงนั้น นักเรียนรับผิดชอบต่อการเรียนของตนเอง การเรียนไม่ใช่สิ่งที่กระทำต่อนักเรียน แต่กลายเป็นสิ่งที่นักเรียนเป็นเจ้าของเป็นผู้กระทำและจะเป็นทักษะที่ติดตัวตลอดไป

Davies, Dean and Ball (2013, p. 3) ได้กล่าวถึงห้องเรียนกลับด้าน เป็นการแทนที่จะการบ้านหลังเลิกเรียนเปลี่ยนเป็นทำการบ้านในเวลาเรียน พร้อมกับอาจารย์ผู้ฝึกสอน เวลาเรียนจะได้รับการทุ่มเทให้กับการฝึกฝนการกำหนดเป้าหมายและกิจกรรมที่ออกแบบมาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิด

สรุปได้ว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) นั้นเป็นการจัดการเรียนรู้แบบให้จริง นักเรียนจะได้ศึกษาด้วยตนเองจากนอกห้องเรียน ซึ่งการศึกษาจากนอกห้องเรียนนั้นสามารถเรียนรู้ได้หลากหลายรูปแบบ รวมทั้งยังไม่เป็นการบังคับให้นักเรียน

ต้องทำ แต่เป็นความรับผิดชอบของตัวนักเรียนเอง พร้อมทั้งจะเรียนรู้ก็จะศึกษาเมื่อใดก็ได้ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนที่เข้าใจช้าหรือ อาจจะเรียนไม่ทันเพื่อน จะได้กรอกลับเมื่อใดก็ได้ นอกจากนี้การเรียนรู้ด้วยตนเองนอกห้องเรียนจะช่วยฝึกความมีวินัยในตนเองอีกด้วย เมื่อไหร่ที่นักเรียนเกิดข้อสงสัยในการเรียนรู้ในห้องเรียนนั้น นักเรียนก็สามารถนำปัญหาหรือคำถามนั้นมาถามครูในห้องเรียนได้ ส่วนการเรียนในห้องเรียนจะเป็นการหาข้อสรุปร่วมกัน อภิปรายร่วมกัน และทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน โดยที่ครูจะเป็นเพียงแค่ผู้ที่ให้คำแนะนำเท่านั้น

### 2.2.2 แนวคิดของห้องเรียนกลับด้าน

แนวคิดการจัดการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านไม่ใช่เรื่องใหม่ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับเนื้อหาไปศึกษา มาก่อนที่จะมีการเรียนในชั้นเรียน และเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีการเตรียมตัวมา นักวิชาการใช้วิธีการให้นักเรียน ได้ทำงานบางอย่างมาก่อนเข้าชั้นเรียน เมื่อเข้าเรียนนักเรียนจะได้รับคำแนะนำ และข้อเสนอแนะระหว่างการทำกิจกรรมเพื่อต่อยอดจากสิ่งที่ได้ทำมาก่อนล่วงหน้า โดยมีชื่อเรียกค่อนข้างหลากหลาย เช่น Blended Learning, Inverted Learning, Flipped Instruction จากนั้นในปี ค.ศ. 2007 มีครูเคมีโรงเรียนมัธยมศึกษา 2 คน ที่รัฐ Colorado สหรัฐอเมริกา คือ Jonathan Bergmann and Aaron Sam's พยายามหาแนวทางแก้ไขปัญหานักเรียนที่จำเป็นต้องขาดเรียนบ่อยครั้ง จนทำให้เรียนไม่ทันเพื่อน ครูทั้งสองจึงคิดหาวิธีช่วยเหลือนักเรียน โดยการบันทึกวิดีโอการสอนโพสต์ขึ้นบนอินเทอร์เน็ต และให้นักเรียนดูวิดีโอที่บันทึกนั้นเป็นการบ้าน แล้วใช้เวลาในชั้นเรียนสำหรับชี้แนะ ช่วยเหลือนักเรียนให้เข้าใจแก่นแท้ของเนื้อหา หรือความรู้ที่สำคัญนอกจากเป็นการแก้ปัญหาเด็กที่ขาดเรียนแล้ว พบว่ายังมีนักเรียนที่เรียนไม่ทันในห้องเรียนกลับไปดูวิดีโอสามารถหยุดและกรอกลับไปดูในส่วนที่ไม่เข้าใจได้ นอกเหนือจากนี้นักเรียนบางส่วนยังใช้วิดีโอเป็นเครื่องมือในการทบทวนก่อนสอบควบคู่กับการอ่านหนังสือไปด้วย และด้วยความเจริญก้าวหน้าของสื่อเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน เช่น YouTube Google อุปกรณ์สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และเว็บไซต์ต่าง ๆ ทำให้การเรียนผ่านช่องทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นไปได้โดยง่าย สะดวกและรวดเร็ว จากนั้นจึงเกิดการพัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบการสอนตามแนวคิดการเรียนแบบห้องเรียนกลับทาง (Flipped Classroom) เมื่อกลับทางห้องเรียนในช่วงแรกเด็กอาจไม่คุ้นและอาจต่อต้าน แต่เมื่อไประยะหนึ่งเด็กจะเห็นคุณค่า และจะเปลี่ยนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ของตนเองอย่างขมึนมัน เมื่อผู้เขียนทั้งสองเริ่มห้องเรียนกลับทางและเรียนให้รู้จริง ทั้งสองไม่รู้ว่าจะเกิดอะไรขึ้น และเมื่อดำเนินการจึงพบว่า เป็นวิธีทำให้การเรียนเป็นกิจกรรมเฉพาะตัวของเด็กแต่ละคน ที่มีกิจกรรมเรียนรู้แตกต่างกัน ในห้องเรียนเดียวกันเวลาเดียวกัน เด็กแต่ละคนเรียนด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกันและครูก็ดูแลเด็กด้วย มาตรฐานที่แตกต่างกันในห้องเรียนแบบเก่าครูเป็นจุดสนใจของห้องเรียน แต่ในห้องเรียนกลับทางและเรียนให้รู้จริง จุดสนใจอยู่ที่สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้หรือยังไม่รู้ ในห้องเรียนแบบ



นี้นักเรียนมาเข้าห้องเรียนพร้อมกับเป้าหมายของ การเรียนรู้ ครูเป็นผู้จัดสิ่งของห้องเรียนและสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการเรียน รวมทั้งช่วยแนะนำให้นักเรียนวางแผนการเรียนรู้ของตน ห้องเรียนเปลี่ยนจากที่รับถ่ายทอด (ความรู้) มาเป็นที่พูดคุยแลกเปลี่ยนเพื่อการเรียนรู้ เพื่อแสดงว่าตนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างจริงจัง นักเรียนอยู่ในสภาพเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนรู้ไม่ใช่เพียงผู้รับถ่ายทอดสาระ (Bergmann and Sam's, 2012, pp. 3-4)

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 48-50) ได้กล่าวถึงห้องเรียนกลับด้าน ในแง่ของในคริสต์ศตวรรษที่ 21 นักวิชาการทุกคนถูกท้าทายที่จะต้องรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เพราะมีเทคโนโลยีมากมายที่ทำให้ปัจจุบันเป็นยุคไร้พรมแดน การรับข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ สามารถกระทำได้เพียงปลายนิ้วสัมผัส ทุกคนจึงต้องปรับตัวในทุก ๆ ด้าน สำหรับทางด้านการศึกษา ก็ต้องมีการปรับตัวเช่นกัน โดยครูจะต้องปรับแนวทางการเรียนการสอนที่จะต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จะเป็นพื้นฐานต่อการใช้ชีวิตในอนาคต

ชนิสรา เมธภัทรหิรัญ (2560, น. 20) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เปลี่ยนการสอนแบบเดิมจากครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ นักเรียนหน้าชั้นเรียนมาเป็นนักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้จากนอกห้องเรียนด้วยตนเอง โดยผ่านสื่อเทคโนโลยีที่ครูเป็นผู้จัดทำขึ้น จากนั้นครูจะนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาใช้ทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยคอยให้คำแนะนำและตั้งคำถามให้นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน จึงสามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดเพิ่มมากขึ้น

สรุปได้ว่า การพัฒนาห้องเรียนกลับด้านมีความสำคัญมากในปัจจุบันซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้ใหม่ที่ท้าทายทั้งครูและนักเรียน เพื่อไปสู่เป้าหมายให้นักเรียนสามารถนำความที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในอดีตปี ค.ศ. 2007 มีครูเคมี 2 ท่าน ที่รัฐ Colorado สหรัฐอเมริกา คือ Jonathan Bergmann และ Aaron Sam's พยายามหาแนวทางแก้ไขปัญหานักเรียนที่จำเป็นต้องขาดเรียนบ่อยครั้งจนทำให้เรียนไม่ทันเพื่อน ครูทั้งสองจึงคิดหาวิธีช่วยเหลือนักเรียน จึงได้เขียนหนังสือ Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day ซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย มีผู้นำไปใช้กันอย่างกว้างขวางตั้งแต่ปี 2012 มาจนถึงปัจจุบันและพยายามบูรณาการกับหลากหลายสาขาวิชา

### 2.2.3 องค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้าน

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556, น. 5-6) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนเน้นการสร้างนักเรียนให้เกิด

การเรียนรู้แบบรอบด้านหรือ Mastery Learning มีองค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบ เป็นวัฏจักร (Cycle) หมุนเวียนกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 4 ที่เกิดขึ้น ได้แก่

1. การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement) ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ ทั้งการใช้กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเอง, เกมส์, สถานการณ์จำลอง, สื่อปฏิสัมพันธ์, การทดลองหรืองานด้านศิลปะแขนงต่าง ๆ

2. การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration) ที่ครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับนักเรียนจากสื่อหรือกิจกรรมหลากหลาย เช่น สื่อประเภทวิดีโอทัศน์บันทึกการบรรยาย, การใช้สื่อบันทึกเสียงประเภท การใช้สื่อ หรือ สื่อออนไลน์

3. การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) ที่นักเรียนเป็นผู้การสร้างทักษะองค์ความรู้ใหม่ จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างความรู้ลงกระดานอิเล็กทรอนิกส์ (Blogs), แบบทดสอบ 2 (Tests), การใช้สื่อสังคมออนไลน์ และการอภิปรายลงบนกระดานแบบออนไลน์ (Social Networking and Discussion Boards)

4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration and Application) เป็นการสร้างองค์ความรู้โดยนักเรียนเองเชิงสร้างสรรค์ โดยการจัดทำเป็นโครงการ (Project) และผ่านกระบวนการนำเสนอผลงาน (Presentations) ที่เกิดจากการรวบรวมสร้างงานเหล่านั้น

ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และพัลลภา พิริยะสุวรรณค์ (2558, น. 229) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ซึ่งเป็น นวัตกรรมการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ในการสร้างนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้านหรือ Mastery Learning มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement) โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะสำหรับวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพื่อให้เรียนเนื้อหาได้ตรง โดยอาศัยวิธีการที่หลากหลายทั้งการใช้กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเอง เช่น เกมส์, การทดลอง หรืองานด้านศิลปะในแขนงต่าง ๆ

2. การค้นคว้าเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration) โดยที่ผู้สอนจะคอยเป็นผู้ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับสื่อที่หลากหลายประเภท เช่น สื่อประเภทวิดีโอทัศน์บันทึกการ, บรรยาย การใช้สื่อบันทึกเสียงประเภท Podcasts

3. การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) โดยนักเรียนเป็นผู้บูรณาการสร้างทักษะองค์ความรู้จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างกระดาน

ความรู้ อีเล็กทรอนิกส์ (Blogs), การใช้แบบทดสอบ (Tests), การใช้สื่อสังคมออนไลน์และกระดานสำหรับอภิปรายแบบออนไลน์ (Social Networking & Discussion Boards)

4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application) เป็นการสร้างองค์ความรู้ที่ตัวนักเรียนเองสร้างสรรค์ขึ้นมา โดยอาจจะเป็นการจัดทำเป็นโครงการ (Project) และผ่านกระบวนการนำเสนอผลงาน (Presentations) ที่เกิดจากการรังสรรค์งานเหล่านั้น

สรุปได้ว่าองค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้านนั้น ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้านนั้นจะมีองค์ประกอบสำคัญมี 4 องค์ประกอบ คือ การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement), การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration), การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making), การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application)

#### 2.2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีขั้นตอนดังนี้ (Bergmann and Sams, 2012, อ้างถึงใน วิจารณ์ พานิช, 2556, น. 19-66)

ขั้นที่ 1 สื่อการเรียนการสอน เป็นสื่อวีดิทัศน์การเรียนการสอน ซึ่งโดยที่ผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นเองหรือ เป็นสื่อวีดิทัศน์ที่ผู้อื่นสร้างไว้แล้วก็ได้ ครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2 โอกาสเข้าถึงสื่อของนักเรียน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน คือ นักเรียนต้องมีโอกาสและเตรียมพร้อมกันในการดูวีดิทัศน์ ซึ่งบางครั้งนักเรียนอาจจะไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต ครูอาจจะต้องทำเป็นไฟล์วีดิทัศน์ที่สามารถให้นักเรียนดาวน์โหลดจาก Server โดย Flash Drive หรืออุปกรณ์พกพา เพื่อให้นักเรียนนำกลับไปดูในคอมพิวเตอร์ที่บ้านได้ โดยที่ครูจะคอยชี้แนะให้กับนักเรียน เช่น สื่อ และกิจกรรมหลายประเภท เช่น สื่อประเภทวีดิทัศน์บันทึกการบรรยาย, การใช้สื่อบันทึกเสียงประเภท Podcasts, การใช้สื่อ Websites หรือ สื่อออนไลน์ Chats

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบการดูวิดีโอของนักเรียน เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนดูวิดีโอที่ได้มอบหมาย ครูได้ให้นักเรียนทำการบันทึกสรุปย่อจากการดูวีดิทัศน์ นักเรียนอาจจะทำได้หลายลักษณะ เช่น จดลงสมุดบันทึก หรือโพสต์ลงบล็อกที่ครูสร้างไว้แล้ว หากมีข้อสงสัยจากการดูวีดิทัศน์ หรือมีคำถามที่นักเรียนไม่ทราบคำตอบ สามารถนำมาถามครูในชั้นเรียนได้

ขั้นที่ 4 การวัดและการประเมินผล การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ภายในห้องเรียนกลับด้าน มีทั้งการประเมินเพื่อพัฒนา ซึ่งเป็นฐานสำคัญในการพัฒนา และการสร้างความรู้ความเข้าใจแก่นักเรียน และการประเมินผลรวบยอด (Summative Assessment) เพื่อตัดสินผลการเรียนรู้

ของนักเรียนว่า มีความรู้ ความสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายหรือไม่อย่างไร การวัดและการประเมินผล มีความยืดหยุ่นหลากหลายทั้งรูปแบบ วิธีการ และระยะเวลา เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเอง

1. วัดและประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบ ชิ้นงาน การเขียนสรุปย่อ การพูด เพื่อรับการประเมินและพิสูจน์ให้ครูเห็นว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

2. ประเมินผลซ้ำได้ หากนักเรียนบางคนยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ทดสอบในครั้งแรก หรือไม่เข้าใจในบางเรื่อง ก็สามารถทำการทดสอบซ้ำได้ หรือนักเรียนบางคนยังไม่พอใจในผลการหรือการทดสอบก็สามารถ ทดสอบหรือประเมินใหม่ได้

3. การใช้เทคโนโลยีในการวัดการประเมินผล เนื่องจากการวัดและประเมินผล อาจต้องดำเนินการหลายครั้ง ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ทำให้ต้องมีแบบทดสอบหลายชุด การใช้คอมพิวเตอร์ในการออกข้อสอบและตรวจให้คะแนนจะช่วยให้งานของครู อีกทั้งนักเรียนจะสามารถทราบผลคะแนนได้อย่างรวดเร็ว

4. ใช้ผลการประเมินเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ หลังการทดสอบแต่ละครั้ง นักเรียนจะมาพบครูเพื่อสนทนาซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่เข้าใจและยังไม่เข้าใจ ถ้าหากนักเรียนมีผลการประเมินที่พิสูจน์ให้เห็นว่ามีความรู้ความเข้าใจ บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้แล้ว นักเรียนก็จะเรียนตามแผนการจัดการเรียนต่อไปได้ ส่วนนักเรียนที่ยังไม่สามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ ครูก็จะพิจารณาว่าสิ่งใดต้องพัฒนาต่อไปเพื่อช่วยนักเรียนที่ไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์

ปรียาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ (2557, น. 154-155) ได้กล่าวถึงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีดังนี้

1. อธิบายประโยชน์ของการเรียนแบบใหม่ และให้เด็กดูวิดีโอที่อธิบายรูปแบบนี้แจ้งให้ผู้ปกครองนักเรียนทราบเรื่องการเรียนแบบใหม่ สอนวิธีดูแลจัดการวิดีโอที่ให้แก่ นักเรียนกำหนดให้นักเรียนตั้งคำถามที่น่าสนใจ โดยนักเรียนแต่ละคนต้องตั้งคำถามมา ละ 1 คำถามต่อวิดีโอ 1 ตอน

2. วางรูปแบบห้องเรียนแบบกลับทาง โดยห้องเรียนต้องเปลี่ยนจาก Classroom เป็น Studio คือกลายเป็นห้องทำงาน เป็นห้องที่จุดสนใจคือการเรียนของตนเอง เรียนโดยการลงมือทำ ไม่ใช่โดยการฟังครูสอนในห้องเรียนแบบเก่า เครื่องใช้ต่าง ๆ ในห้องต้องเน้นการใช้งานเพื่อ การเรียนของนักเรียน และเพื่อการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของนักเรียน ไม่ใช่เพื่อการ สอนของครูอย่างแต่ก่อน

3. ให้เด็กได้จัดการเวลาและงานของตนเอง ในห้องเรียนกลับทางนักเรียนสามารถเรียนไว้ล่วงหน้า เรียนวิชาบางวิชาให้จบเร็ว สามารถสอบไล่ก่อนเวลา และใช้เวลาของวิชาที่เรียนจบเร็วเรียนวิชาอื่น นักเรียนที่เรียนช้าก็สามารถใช้เวลาเรียนช้าช่วงที่ต้องการได้

4. ส่งเสริมให้เด็กช่วยเหลือกันเอง ห้องเรียนคือ Learning Hub (ไม่ใช่ Teaching Hub) จุดสนใจคือนักเรียนด้วยกันเอง ไม่ใช่ครู นักเรียนจะตระหนักในความจริงข้อนี้ และเรียนรู้ร่วมกัน และช่วยเหลือกัน จะรวมตัวกันเองเป็นกลุ่มเพื่อเรียนรู้ร่วมกัน

5. สร้างระบบประเมินที่เหมาะสม ระบบประเมินที่ประเมินความเข้าใจของเด็ก

6. การประเมินเพื่อปรับปรุง (Formative Assessment) ครูที่มีประสบการณ์จะสามารถบอกได้ทันทีว่าเด็กคนไหนยังไม่เข้าใจเรื่องอะไร โดยเมื่อครูเดินไปรอบ ๆ ห้องเรียนจะลงสอบถามบางคำถามแก่นักเรียนบางคน และรีบแก้ความเข้าใจผิดให้

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมห้องเรียนกลับด้าน คือ ชั้นคือการเรียนการสอน เป็นชั้นที่ครูแนะนำสื่อวิดีโอหรือจัดทำสื่อวิดีโอ, ชั้น โอกาสเข้าถึงสื่อของนักเรียน เป็นชั้นที่นักเรียนศึกษาเนื้อหาวิชาเรียนในสื่อวิดีโอ, ชั้นการตรวจสอบการควิโดิโของนักเรียน เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วล่วงหน้า และชั้นสุดท้ายการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ มีการวัดและประเมินเพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีความรู้ ความสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายหรือไม่ การวัดและการประเมินผล มีหลากหลายทั้งรูปแบบ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเอง ผู้วิจัยเลือกวัดและประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบ ชิ้นงาน การเขียนสรุปย่อ การอภิปราย เพื่อรับการประเมินและพิสูจน์ให้ครูเห็นว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์

## 2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

### 2.3.1 ความหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, น. 15) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องทั่วไป ซึ่งจะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

ทิตนา แคมมณี (2554, น. 141) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด

และลงมือสืบเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ครูผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปราย และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

วีณา ประชากุล และประสาธ เนืองเฉลิม (2554, น. 216) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการหรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

พิมพันธ์ เคะหะคุปต์ (2555, น. 56) ได้ให้ความหมายการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เน้นการปฏิบัติจริงมากที่สุด เป็นการเรียนรู้ที่ไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของผู้สอน หรือนักเรียนไม่เพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ เท่านั้น แต่เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องแสวงหาหรือสร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงถาวรอยู่ในความจำระยะยาว ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีแก้ปัญหาเองและสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ในชีวิตประจำวันได้

สรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SEs) เป็นการเรียนรู้ที่ครูกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ กระตุ้นให้เกิดข้อสงสัย กระตุ้นให้นักเรียนเกิดปัญหา หรือเกิดคำถาม ซึ่งจะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ หรือสืบค้นหาความรู้ให้ได้มาซึ่งคำตอบด้วยตัวเอง เน้นที่การแก้ปัญหานักเรียน ด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เมื่อเกิดประเด็นปัญหาอีกนักเรียนก็ทำการสืบค้นหาความรู้ต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle และครูผู้สอนมีหน้าที่เพียงจัดสภาพการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้เท่านั้น

### 2.3.2 แนวคิดของการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2542, น. 219) ได้กล่าวถึงแนวคิดของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่ไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือนักเรียนไม่เพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ เท่านั้นแต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการเสริมสร้างความรู้ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นหาสำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างองค์ความรู้เป็นของตนเองได้และเก็บความรู้

ไว้ในสมองอย่างยาวนาน การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่าการสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, น. 13) ได้กล่าวถึงทฤษฎีสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้นเสาะหาสำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนานสามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

Joyce and Weil (1998, pp. 80-88) เป็นผู้พัฒนารูปแบบนี้จากแนวคิดหลักของเชเลน (Thelen) 2 แนวคิด คือ แนวคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะแสวงหาความรู้ (Inquiry) และแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ (Knowledge) เชเลนได้อธิบายว่าสิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกหรือความต้องการที่จะค้นคว้าหรือเสาะแสวงหาความรู้ ก็คือตัวปัญหาแต่ปัญหานั้นจะต้องมีลักษณะที่มีความหมายต่อนักเรียนและท้าทายเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาคำตอบ นอกจากนั้นปัญหาที่มีลักษณะชวนให้ เกิดความงุนงงสงสัย (Puzzlement) หรือทำให้เกิดความขัดแย้งทางความคิด จะยิ่งทำให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะเสาะแสวงหาความรู้หรือคำตอบมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมนุษย์อาศัยอยู่ในสังคม ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคม เพื่อสนองความต้องการของตน ทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา จิตใจ อารมณ์ และสังคม ความขัดแย้งทางความคิดที่เกิดขึ้นระหว่างบุคคลหรือในกลุ่ม จึงเป็นสิ่งที่บุคคลต้องพยายามหาหนทางขจัดแก้ไขหรือจัดการทำความเข้าใจเป็นที่พอใจหรือยอมรับทั้งของตนเองและผู้เกี่ยวข้อง ส่วนในเรื่อง “ความรู้” นั้น เชเลน มีความเห็นว่าคุณรู้เป็นเป้าหมายของกระบวนการสืบเสาะทั้งหลาย ความรู้ เป็นสิ่งที่ได้จากการนำประสบการณ์หรือความรู้เดิมมาใช้ในประสบการณ์ใหม่ ดังนั้น ความรู้ จึงเป็นสิ่งที่ค้นพบผ่านทางกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry) โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์

สรุปได้ว่า แนวคิดของนักวิชาการหลายท่านที่มีต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียน และสิ่งที่ทำให้นักเรียนเกิดการแสวงหาความรู้นั้นคือ ตัวของปัญหา

ซึ่งจะทำให้ผู้เกิดความท้าทายต้องการที่จะแสวงหาคำตอบ นอกจากนั้นปัญหาที่มีลักษณะชวนให้เกิดความงุนงงสงสัยยังทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งในใจ จากนั้นจะก่อให้เกิดการหาคำตอบให้กระจ่าง เชนยนต์กล่าวอีกว่าส่วนในเรื่องความรู้ นั้น ความรู้เป็นเป้าหมายของกระบวนการสืบเสาะที่หลากหลาย ความรู้ เป็นสิ่งที่ได้จากการนำประสบการณ์หรือความรู้เดิมมาใช้ในประสบการณ์ใหม่

### 2.3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สำนักงานคณะกรรมการการ ประถมศึกษาแห่งชาติ (2545, น. 37) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า มีกระบวนการดังนี้

1. ครูสร้างสถานการณ์หรือสร้างปัญหา จากสาระให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนและแก้ปัญหาในสถานการณ์ควรรออยู่ใกล้ตัวดึงดูความสนใจของนักเรียนและโยงไปสู่การออกแบบการค้นคว้าได้
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหา และควรเป็นคำถามที่นักเรียนนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมติฐาน)
3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการศึกษาค้นคว้า การกำหนดเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลกำหนดแหล่งข้อมูล
4. นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งค้นคว้าที่กำหนดทำการบันทึก สงและจัดหมวดหมู่ของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปการศึกษาค้นคว้า การใช้คำถามจะต้องอาศัยข้อมูลจากการสืบค้นของนักเรียนเป็นหลักเพื่อนำไปสู่คำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องมีการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอน เป็นการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle (5Es) ซึ่งมีขอบข่ายรายละเอียด ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549, น. 14-16)

1. การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดจากตัวนักเรียนเอง หรือครูเป็นผู้สร้างแรงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เช่น สาธิตทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า/อ่านเรื่อง อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัยแปลกใจ



2. การสำรวจและค้นคว้า (Explore) ให้นักเรียนได้ดำเนินการค้นคว้า สำรวจ ทดลอง และรวบรวมข้อมูลเพื่อวางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง เช่น ตั้งเขต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3. การอธิบาย (Explain) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นคว้าหา แล้วมา วิเคราะห์และแปลผล สรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นผลงาน แผนผัง รูปภาพ ที่สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับ ประจุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยมีการอ้างอิงและหลักฐานประกอบกับการให้ความรู้ที่สมเหตุสมผล การ ลงข้อสรุปที่เชื่อถือได้ มีเอกสารและหลักฐานที่เชื่อถือได้

#### 4. การขยายความรู้ (Evaporate)

4.1 ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้เรียนมีความสามารถ มีความรู้ ลึกซึ่งมากยิ่งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่ การศึกษาค้นคว้า ทดลองเพิ่มขึ้น เช่น อาจตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายหรือการลงข้อสรุป

4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความ ละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ่งยิ่งขึ้น หรือ สมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ่งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่น หรือสถานการณ์อื่น ๆ หรือการตั้งคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่ การสร้างความรู้ใหม่

#### 5. การประเมิน (Evaluate)

5.1 นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียน ได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต

5.2 นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ เช่น วิเคราะห์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมิน ปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหา ให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและ เกณฑ์ เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

5.3 นักเรียนทราบจุดเด่น จุดด้อยในการศึกษาค้นคว้า หรือทดลอง หรือ ข้อบกพร่องในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้

ชนาธิป พรกุล (2554, น. 134) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสืบสอบมีความแตกต่างกันไป ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ครูต้องการให้นักเรียนบรรลุ มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา และทำปัญหาให้กระจ่างชัดเจน ปัญหาที่เหมาะสมจะทำการสืบสอบควร เป็นปัญหาที่นักเรียนสนใจใคร่รู้

2. ตั้งสมมติฐาน ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดคำตอบของปัญหา หลังจากได้สมมติฐานมาจำนวนหนึ่ง ให้นักเรียนเหลือไว้เฉพาะสมมติฐานที่จะทำการค้นคว้า

3. รวบรวมข้อมูล จากแหล่งข้อมูลที่ให้แนวทางไว้ ครูพิจารณาว่าจะให้นักเรียนทำเป็นกลุ่มทั้งชั้นหรือรายบุคคล

4. วิเคราะห์และตีความข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. ลงข้อสรุป ว่ายอมรับ หรือปฏิเสธสมมติฐาน หรือเปลี่ยนสมมติฐาน ตามการตีความของข้อมูล

Windschiti and Buttemer (2000, p. 346) ได้กล่าวถึง กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เบื้องต้น โดยอาศัยความรู้เดิมของนักเรียนเป็นหลักแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่สงสัยใคร่รู้หรือการระบุปัญหา
2. การสืบเสาะหาความรู้เพื่อตอบคำถาม
3. การวิเคราะห์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบอย่างสมเหตุสมผล

แต่ละขั้นตอนมีความสำคัญแต่ละขั้นตอน ที่สำคัญที่สุดคือการวิเคราะห์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบ เพราะขั้นนี้ นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้หรือแนวคิดขึ้นใหม่ โดยอ้างอิงถึงหลักฐานข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสังเกตหรือทดลองและเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิมกับการสรุปที่ได้จากการค้นพบอย่างสมเหตุสมผล

สรุปได้ว่าขั้นตอนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle (5Es) ตามแบบสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) มี 5 ขั้นตอนดังนี้ การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดจากตัวนักเรียนเอง หรือครูเป็นผู้สร้างแรงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น, การสำรวจและค้นคว้า (Explore) ให้นักเรียนได้ดำเนินการค้นคว้า สำรวจ ทดลองและรวบรวมข้อมูลเพื่อวางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง, การอธิบาย (Explain) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นคว้าหา แล้วมาวิเคราะห์และแปลผล, การขยายความรู้ (Elaborate) ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้เรียนมีความสามารถ มีความรู้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น, การประเมิน (Evaluate) นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต

### 2.3.4 บทบาทของครู

ภพ เลหาไพบูรณ์ (2542, น. 156) ได้กล่าวถึงบทบาทหน้าที่ของผู้สอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้

ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นหาความรู้ต่าง ๆ ส่วนบทบาทหน้าที่ของนักเรียนต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

พันธุ ทองชุมนุม (2544, น. 56) ได้กล่าวถึงหน้าที่และบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในกิจกรรมการทดลองมีดังนี้

1. ครูจัดหาวัสดุอุปกรณ์และจัดทำคำแนะนำการใช้อุปกรณ์สั้น ๆ
2. ครูซักถามนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อชี้แจงและตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ครูจะต้องเป็นผู้ที่ฟังและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
3. ตรวจสอบผลรายงานการทดลองของนักเรียน
4. ครูถามคำถามเกี่ยวกับการตีความหมายของข้อมูล
5. ครูถามคำถามเกี่ยวกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะทำการทดสอบสมมุติฐานอย่างไร
6. ถวายรายงานของการทดสอบสมมุติฐานจัดเขียนมโนคติที่สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมให้ใช้ความคิด อธิบายหลักการทั่วไปและอภิปรายภาพที่สร้างขึ้นเพื่อให้เห็นที่ยอมรับ
7. จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่อการขยายมโนคติออกไป
8. ครูถามคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติด้วยกัน และความสัมพันธ์กับวัสดุอุปกรณ์ที่จัดให้

ชาติรี เกิดธรรม (2545, น. 36) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะว่า ครูคือผู้แนะแนวทางคอยช่วยเหลือนักเรียนและสร้างสถานการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ฉะนั้นครูควรมีบทบาท 3 ประการคือ (1) ครูตั้งถามให้นักเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า (2) เมื่อได้ปัญหาแล้วให้นักเรียนตั้งขึ้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหา (3) ถ้าปัญหาใดยากเกินไปนักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2545, น. 38) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

1. ครูจะต้องทำการวางแผนเตรียมการล่วงหน้า เพื่อความสนใจในบทเรียน และกิจกรรมที่จะปฏิบัติ
2. ในการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ต้องกระตุ้นให้นักเรียนคิดมีส่วนร่วมในกิจกรรม มีการสร้างแรงจูงใจและเสริมแรงอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ
3. ควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียนไม่ควรบอกคำตอบทันทีควรแนะนำให้นักเรียนหาคำตอบได้เอง
4. ควรนำวิธีการสอนอื่น ๆ เช่นการสาธิตการใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมในกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้

สรุปได้ว่า บทบาทผู้สอน คือ ครูจะต้องทำการวางแผนเตรียมการล่วงหน้า และมีหน้าที่ในการจัดหาวัสดุอุปกรณ์และจัดทำคำแนะนำการใช้อุปกรณ์นั้น มีการตรวจสอบผลรายงานการทดลองของนักเรียน ครูจะต้องเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้ด้วยตนเอง

### 2.3.5 บทบาทของนักเรียน

พันธ์ ทองชุมนุม (2544, น. 56) ได้กล่าวถึงหน้าที่และบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในกิจกรรมการทดลองดังนี้

1. สำรวจอุปกรณ์ สังเกตปรากฏการณ์ที่สังเกตได้
2. รายงานผลการสืบเสาะหรือผลการสังเกต
3. สืบเสาะหาหลักการทั่วไปจากข้อมูลและตั้งสมมติฐาน
4. เสนอแนะการทดลองและการทดสอบ
5. สังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
6. อภิปรายมโนคติของรูปแบบที่สร้างขึ้นซึ่งนำไปใช้ในขั้นตอนการสำรวจ
7. ขยายมโนคติผ่านขั้นตอนการสำรวจ ตามข้อชี้แนะของมโนคตินั้น

สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549, น. 14) ได้กล่าวถึงบทบาทนักเรียนว่าการเรียนรู้นั้นต้องการให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบ และสรุปได้ด้วยตนเอง หมายความว่านักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาความรู้อย่างมาก ความรู้ไม่ใช่มาจากครูทั้งหมด แต่ความรู้ที่มาจากครูมีเพียงส่วนน้อย เป็นแต่เพียงส่วนประกอบเท่านั้น นักเรียนเป็นผู้ทดลองสังเกต บันทึกข้อมูล และในที่สุดก็เป็นผู้สรุปองค์ความรู้ นักเรียนได้ค้นพบความรู้โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้ คำแนะนำเท่านั้น แต่ไม่ใช่ผู้ให้คำตอบโดยสิ้นเชิง เมื่อนักเรียนมีข้อขัดข้องตอนใดครูจะหาวิธี ตอบคำถามนักเรียนในแนวที่จะกระตุ้นให้คิด และพยายามแนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ ถูกต้อง

ประสาธ เนืองเฉลิม (2550, น. 28-30) ได้กล่าวถึงบทบาทนักเรียนดังนี้

1. แสดงความสนใจในเหตุการณ์ แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ
2. คิดอย่างอิสระแต่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ ทดสอบการคาดคะเน และตั้งสมมติฐานใหม่ ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ
3. อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ รับฟังและพยายามทำความเข้าใจ
4. นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม

5. ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อน ๆ

6. นักเรียนแสดงความรู้ ความเข้าใจ ของตนเองจากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ ประเมินผลตนเองว่าได้เรียนรู้อะไร เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการ นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป

สรุปได้ว่า บทบาทนักเรียน คือ นักเรียนจะต้องได้เรียนรู้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง และสามารถอภิปรายหรือสรุปได้ นักเรียนต้องเป็นผู้สำรวจสิ่งต่าง ๆ สังเกตปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ รายงานผลการสืบเสาะหรือผลการสังเกต สังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง อภิปรายมโนคติของ รูปแบบที่สร้างขึ้นซึ่งสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการสำรวจ นักเรียนจะได้ค้นพบความรู้โดยผ่าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น

## 2.4 ทักษะการคิดวิเคราะห์ (Analysis Thinking)

### 2.4.1 ความหมาย

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, น. 2551) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าการคิด วิเคราะห์เป็นคำกริยา หมายถึง ไคร่คราญ แยกแยะออกเป็นส่วน ๆ เพื่อศึกษาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้

ชาติรี สำราญ (2548, น. 40-41) ได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ว่า การคิดวิเคราะห์ คือ การ รู้จักคิดพิจารณา ค้นหาไคร่คราญ รู้จักประเมิน โดยใช้ความเป็นเหตุผลเป็นหลักในการหา ความสัมพันธ์เชื่อมโยง รวบรวมเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ และอย่างสมเหตุสมผลก่อนที่จะ ตัดสินใจ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549, น. 24) ได้กล่าวถึง การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแจกแจงองค์ประกอบต่าง ๆ ของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง รวมไปถึงการหา ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553, น. 54-55) ได้กล่าวถึง การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดและจำแนก แยกแยะข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นวัตถุ เรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริง แก่นแท้ขององค์ประกอบ ความสำคัญหรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ สามารถอธิบายตีความสิ่งที่เห็น ทั้งที่ อาจแฝง ซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏได้อย่างชัดเจน รวมไปถึงการหาความสัมพันธ์และความ เชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไร อะไรเป็นสาเหตุ ส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร อาศัย หลักการใด จึงจะได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ การทำนายหรือคาดการณ์ สิ่งต่าง ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 49) ได้กล่าวถึง การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดที่ใช้การวิเคราะห์เป็นหลักสำคัญการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของเหตุการณ์ใด ๆ และหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น หรือหาสาเหตุของสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป จะต้องใช้ความเป็นเหตุเป็นผลเป็นพื้นฐาน ดังนั้นการคิดวิเคราะห์มักจะอาศัยการคิดเชิงเหตุผลประกอบอยู่ด้วยเสมอ เป็นการตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับความสงสัยใคร่รู้ของผู้ถามเพื่อพบสิ่งใดหรือเหตุการณ์ใด

Bloom (1959, p. 45) ได้กล่าวถึง การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสำคัญอย่างไรบ้าง อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นต้องอาศัยหลักการอะไร

Good (1973, pp. 26-28) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดอย่างรอบคอบเกี่ยวกับหลักการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการทางตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องและมีความสมเหตุสมผล

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดที่ใช้การวิเคราะห์เป็นหลักสำคัญในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของเหตุการณ์ใด ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ, เรื่องราว, เหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริง แก่นแท้ขององค์ประกอบ ความสำคัญหรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ สามารถอธิบายตีความสิ่งที่เห็น ทั้งที่อาจแฝง ซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏได้อย่างชัดเจน และหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น อธิบายเรื่องนั้น ได้ได้อย่างถูกต้อง

#### 2.4.2 แนวคิดที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของ Bloom (1979, pp. 201-207) ได้กล่าวถึงการกำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการรู้คิด ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัยของบุคคล ส่งผลต่อความสามารถทางการคิดที่บลูมจำแนกไว้เป็น 6 ระดับ คำถามในแต่ละระดับมีความซับซ้อนแตกต่างกัน ได้แก่

ระดับที่ 1 ระดับความรู้ความจำแยกเป็นความรู้ในเนื้อหา เช่น ความรู้ในคำที่ใช้และความรู้ในข้อเท็จจริงเฉพาะ ความรู้ในวิธีดำเนินการ เช่น ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้ม และลำดับขั้นความรู้เกี่ยวกับการจัดจำแนกประเภท ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ต่าง ๆ และความรู้เกี่ยวกับวิธีการ ความรู้รวบยอดในเนื้อหา เช่น ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาการและการขยายความ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ เป็นการแปลความ การตีความ และการขยายความ

ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้หรือการประยุกต์ใช้

ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์

ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการต่าง ๆ

ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ เป็นการสังเคราะห์ การสื่อความหมาย การสังเคราะห์ แผนงานและการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

ระดับที่ 6 ระดับการประเมินค่า เป็นการประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริง ภายในและการประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอก

ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของ Marzano (2001, อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551, น. 52-53) ได้กล่าวถึง ทักษะการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย 1) ทักษะการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่าง ๆ ทั้งเหตุการณ์เรื่องราว สิ่งของเป็นส่วนย่อย ๆ ให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ได้ 2) ทักษะการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดประเภทจัดลำดับ จัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน 3) ทักษะการเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร 4) ทักษะการสรุปความ หมายถึงความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้ได้ 5) การประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ และทฤษฎีมาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถคาดการณ์ ประมาณพยากรณ์ ขยายความ คาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้

ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของ Stenberg (1985, p. 130) ได้กล่าวถึงสมรรถภาพสมอง ประกอบด้วย ความสามารถ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ 2) ความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์ และ 3) ความสามารถด้านการปฏิบัติ ความสามารถทั้ง 3 ด้านดังกล่าว เป็นผลมาจากกระบวนการของสมรรถภาพสมอง 3 กระบวนการที่ขึ้นตรงต่อกันและกัน ดังนี้

1. กระบวนการด้านการคิด (Componential Sub theory) เป็นกระบวนการด้านการประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น ประกอบด้วย 3 กระบวนการย่อย ได้แก่

1.1 การคิดขั้นสูง (Met Components) เป็นกระบวนการในการวางแผนเพื่อการตัดสินใจว่าจะทำอะไร จะกำกับติดตามในสิ่งที่ทำอย่างไรในขณะที่กำลังทำสิ่งนั้น และจะประเมินสิ่งที่กระทำอย่างไร หลังจากได้กระทำไปแล้ว

1.2 การปฏิบัติ (Performance Components) เป็นกระบวนการในการนำสิ่งที่ได้วางแผนไว้แล้วไปสู่การปฏิบัติจริง

1.3 การแสวงหาความรู้ (Knowledge Acquisition Components) เป็นกระบวนการในการเรียนรู้วิธีการในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ซึ่งได้มาจากประสบการณ์ในการปฏิบัติ และการวิเคราะห์ว่า วิธีใดมีความเหมาะสมที่จะเก็บไว้ใช้วิธีใดควรตัดทิ้ง

กระบวนการทั้งหมดดังกล่าวนำไปสู่ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ ตัดสิน ประเมิน เปรียบเทียบความเหมือน และความแตกต่าง

2. กระบวนการด้านประสบการณ์ (Experiential Sub Theory) Sternberg เชื่อว่า ประสบการณ์มีผลต่อเขาวนปัญญาของคน กระบวนการด้านประสบการณ์ประกอบด้วย 2 กระบวนการคือ

2.1 การแก้ปัญหาใหม่ ๆ (Solving Relatively Novel Problems) เมื่อประสบปัญหาใหม่ บุคคลก็จะหาแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาใหม่นั้น ๆ

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยอัตโนมัติ (Autoimmunization) เมื่อมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาใดบ่อย ๆ บุคคลก็จะแก้ปัญหานั้นได้โดยอัตโนมัติ

2.3 กระบวนการทั้งหมดดังกล่าวนำไปสู่ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ (Creative Abilities) ซึ่งประกอบด้วยการสร้าง การค้นพบ การประดิษฐ์ จินตนาการและการสำรวจจำแนกการคิดวิเคราะห์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎีเชาว์ปัญญาสามหลักออกเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย

2.3.1 การวิเคราะห์ทางภาษา (Analytical Verbal) เป็นความสามารถในการระบุค่าที่ไม่มี ความหมาย โดยพิจารณาจากความหมายในบริบทของประโยคที่กำหนดให้

2.3.2 การวิเคราะห์ทางปริมาณ (Analytical Quantitative) เป็นความสามารถในการระบุตัวเลขในลำดับต่อไปของอนุกรม จากการวิเคราะห์กฎเกณฑ์ของชุดอนุกรม

2.3.3 การวิเคราะห์ทางรูปภาพ (Analytical Figural) เป็นความสามารถในการระบุภาพที่หายไปจากระบบของภาพที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ทางการแก้ปัญหา (Analytical Problem) เป็นการแก้ปัญหาที่ต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ข้อดีข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สรุปได้ว่า แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นกระบวนการด้าน การคิด เป็นกระบวนการด้านการประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น กระบวนการทั้งหมดดังกล่าวไปสู่ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ ตัดสิน ประเมิน เปรียบเทียบความเหมือน และความแตกต่าง กระบวนการด้านประสบการณ์ ประสบการณ์มีผลต่อเขาวนปัญญาของคน กระบวนการด้านประสบการณ์ การวิเคราะห์ทางการแก้ปัญหา เป็นการแก้ปัญหาที่ต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดจากการวิเคราะห์



### 2.4.3 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น. 26-30) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์มีดังนี้

1. ความสามารถในการตีความ คือ การทำความเข้าใจ และการให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ การที่เราจะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้น จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้นก่อน เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง มีที่หมวมุม ชัดลำดับความสำคัญอย่างไร และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อให้เกิดอะไร

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัยและช่างถาม นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้รวมด้วย คือ ต้องเป็นคนที่ช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนที่ช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลยไป แต่หยุดพิจารณา ขบคิด ไตร่ตรอง และต้องเป็นคนที่ช่างถามชอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบ ๆ ข้างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้น การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจน ในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์ เชิงเหตุผล สามารถค้นหาคำตอบได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้ เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้มีใครเกี่ยวข้องบ้าง เกี่ยวข้องกันอย่างไร เมื่อเกิดเรื่องนี้ จะส่งผลกระทบต่ออย่างไรบ้าง และคำถามอื่น ๆ ที่มุ่งหมายการออกแรงทางสมองให้ต้องขบ คิดอย่างมีเหตุมีผลเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกิดขึ้น

เสีจิม โตรัตน์ (2546, น. 29) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า โดยทั่วไปการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ คือ ทักษะในการจัดระบบข้อมูลความเชื่อถือได้ของข้อมูล และการใช้ทักษะเหล่านั้นอย่างมีปัญญาเพื่อการชี้นำพฤติกรรม ดังนั้นการคิดวิเคราะห์จึงมีลักษณะ ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์จะเป็นการแสวงหาข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้
2. การคิดวิเคราะห์จะต้องเกี่ยวกับการใช้ทักษะอย่างต่อเนื่อง
3. การคิดวิเคราะห์จะต้องมีทักษะที่จะต้องคำนึงถึงผลที่ยอมรับได้ในการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นเป็นการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ โดยทั่วไปสามารถแยกแยะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ได้ ดังนี้

3.1 การสังเกตจากการสังเกตข้อมูลมาก ๆ สามารถสร้างเป็นข้อเท็จจริงได้

3.2 ข้อเท็จจริงจากการรวบรวมข้อเท็จจริงมากมายและการเชื่อมโยงข้อเท็จจริงบางอย่างที่ขาดหายไปสามารถทำให้มีการตีความ

3.3 การตีความเป็นการทดสอบความเที่ยงตรงของการอ้างอิง

3.4 การตั้งข้อตั้งกลเบื้องต้นทำให้สามารถมีความคิดเห็น

3.5 การแสดงความคิดเห็น จะต้องมียุทธศาสตร์และเหตุผลเพื่อพัฒนาข้อวิเคราะห์

3.6 การคิดวิเคราะห์จะต้องอาศัยองค์ประกอบเบื้องต้นทุกอย่างร่วมกัน โดยทั่วไป

นักเรียนจะไม่เห็นความแตกต่างระหว่างการสังเกต และข้อเท็จจริง หากนักเรียนเข้าใจถึงความแตกต่าง จะทำให้นักเรียนเริ่มพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น. 20-21) ได้กล่าวถึง การพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher - Ordered Thinking) ความคิดขั้นสูงเป็นความสามารถทางสติปัญญา ประการหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้เกิดในขณะที่นักเรียนเข้ามาอยู่ในโรงเรียน เพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการ รวมทั้งแนวคิดในวิชาต่าง ๆ การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย ความคิดในด้านต่าง ๆ คือ

1. การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) เป็นความคิดที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกรวบรวมเป็นหมวดหมู่ รวมทั้งการจัดประเด็นต่าง ๆ เช่น การจำแนกชนิดของหินโดยพิจารณาลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์ การจำแนกใบไม้โดยพิจารณารูปร่างของใบ ขอบใบ และเส้นใบเป็นเกณฑ์ หรืออีกตัวอย่างหนึ่งคือ การพัฒนาโปรแกรมเพื่อหาอายุเฉลี่ยของนักเรียนในชั้นหนึ่งก็ต้องจำแนกปัญหาเป็นกระบวนการ (Procedure) ย่อย คือ กระบวนการหาอายุรวมและกระบวนการหาจำนวนนักเรียนในชั้น แล้วนำกระบวนการทั้งสองมาหาอายุเฉลี่ย

2. การคิดวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งทั้งในด้าน บวกหรือด้านลบอย่างมีเหตุผล โดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างเพียงพอ เช่น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประเด็นที่คนทั่วโลกให้ความสนใจ

3. การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือความคิดที่แปลกใหม่ ยืดหยุ่น และแตกต่างจากผู้อื่น เช่น ให้นักเรียนทำกิจกรรมคิดออกแบบประดิษฐ์อุปกรณ์กำเนิดเสียงแทนการใช้กระดิ่งไฟฟ้า หรือ ออกแบบวงจรเตือนภัยโดยใช้เซนเซอร์ความร้อน หรือนักเรียนบางคนได้เรียนรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการฟักไข่ของสัตว์พวกนก จึงมีความคิดที่จะทดสอบว่า คนจะสามารถฟักไข่ไก่ได้หรือไม่ โดยออกแบบหนีบไข่ไว้ได้รักรแล้วคอยติดตามดูผลว่าจะเป็นอย่างไร

4. การคิดอย่างเป็นเหตุผล (Logical Thinking) คือ ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัญหาโต้แย้งทางสังคมที่ไม่อยู่บนข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่เป็น

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการโต้แย้งหรือสนับสนุน ไม่ใช่ใช้ความรู้สึกหรือใช้อารมณ์ในการตัดสินว่าควรดำเนินการพัฒนาหรือไม่อย่างไร

5. ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) คือ ความคิดที่ใช้ในการพิสูจน์และสำรวจ ตรวจสอบหาข้อเท็จจริง

โดยทั่วไปแล้วความคิดขั้นสูงด้านต่าง ๆ เหล่านี้จะไม่สามารถแยกออกจากกันได้ชัดเจน ต้องพัฒนาไปพร้อม ๆ กันและอาจรวมทั้งพัฒนาไปพร้อมกับความสามารถด้านอื่น ๆ ด้วย ไม่จำเป็นต้องเน้นว่าจะต้องพัฒนา เรื่องใดก่อนหรือหลัง การพัฒนาความคิดขั้นสูงนี้จะทำได้มากในกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และกระบวนการแก้ปัญหา

Bloom (1956, pp. 169-178) ได้กล่าวถึง การคิดวิเคราะห์ (Analysis) แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ คือ การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่า อะไรสำคัญหรือจำเป็น อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล ประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์ชนิด คือ การวินิจฉัยว่าสิ่งนั้นหรือเหตุการณ์นั้นเป็นชนิดใด ลักษณะ ใด เพราะเหตุใด เช่น ข้อความนี้เป็นข้อความชนิดใด ผักชีเป็นพืชชนิดใด เป็นต้น

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ คือ การวินิจฉัยว่าสิ่งใดสำคัญ ไม่สำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อยของสิ่งต่าง ๆ เช่น บทความนี้ควรตั้งชื่อเรื่องว่าอะไร สาระสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร เป็นต้น

1.3 วิเคราะห์เลศนัย คือ การมุ่งค้นหาสิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้น หรืออยู่เบื้องหลังจาก สิ่งที่เห็น ซึ่งมีได้บ่งบอกตรง ๆ แต่มีร่องรอยของความจริงซ่อนเร้นอยู่ เช่น ภาพนี้หมายถึงใคร

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ การค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้น เกี่ยวพันกันอย่างไรหรือสอดคล้องขัดแย้งกันอย่างไร ประกอบด้วย

2.1 วิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์ ค้นหาว่าเป็นความสัมพันธ์แบบใด มีสิ่งใดสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกัน เช่น มีสิ่งใดไม่สมเหตุสมผล สองสิ่งนี้เหมือนหรือแตกต่างกัน

2.2 วิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ เป็นการคิดวิเคราะห์ที่มุ่งให้คิดเพื่อค้นขนาด ระดับของความสัมพันธ์

2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์ เป็นการวิเคราะห์ที่มุ่งให้คิดเพื่อค้นลำดับขั้น ของความสัมพันธ์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น สิ่งใดเป็นต้นกำเนิดของปัญหา ผลสุดท้ายของเรื่องราว เป็นอย่างไร การเรียงลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ เป็นต้น

2.4 วิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ เป็นการคิดค้นหาว่าการกระทำหรือพฤติกรรม นั้นมีเป้าหมายอะไร หรือมุ่งให้บรรลุผลอะไร

2.5 วิเคราะห์สาเหตุและผล การคิดแบบแยกแยะให้เห็นความสัมพันธ์เชิงเหตุผล สอนให้คิดหาเหตุและผลได้ดี เช่น อะไรของสาเหตุของเรื่องนี้ หากทำเช่นนี้แล้วจะมีผลอย่างไร ข้อความใดเป็นเหตุผล หรือขัดแย้งกัน

2.6 วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย เป็นการคิดวิเคราะห์ที่มุ่งให้ ค้นหาแบบสัมพันธ์ระหว่าง 2 สิ่งแล้วบอกแบบความสัมพันธ์นั้น หรือเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ คู่อื่น ๆ ที่คล้ายกันทำนองเดียวกันในรูปอุปมาอุปไมย

3. การวิเคราะห์หลักการ คือ การค้นหา โครงสร้างของระบบ สิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพ เช่นนั้นอยู่เนื่องด้วยอะไร มีหลักการอะไรเป็นแกน มีเทคนิคหรือฮิดคคิดใด มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง การจะวิเคราะห์หลักการได้จำเป็นต้องมีความรู้ ความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและ ความสัมพันธ์ได้ดีเสียก่อน เพราะจะสามารถสรุปเป็นหลักการได้ ประกอบด้วย

3.1 วิเคราะห์ โครงสร้าง เป็นการค้นหา โครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ เช่น คุณลักษณะ สำคัญของการเป็นแพทย์ที่ดีมีอย่างไรบ้าง คำกล่าวนี้มีลักษณะอย่างไร

3.2 วิเคราะห์หลักการ เป็นการแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่าง ๆ แล้วสรุป เป็นคำตอบหลักได้ เช่น หลักการสอนที่ดีเป็นอย่างไร เป็นต้น

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบคือ การวิเคราะห์ความสำคัญ คือ การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่า อะไรสำคัญหรือจำเป็น อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล, การวิเคราะห์ความสัมพันธ์คือ การค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้น เกี่ยวพันกันอย่างไรหรือสอดคล้องขัดแย้งกันอย่างไร และการวิเคราะห์หลักการ คือ การค้นหา โครงสร้างของระบบ สิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพ เช่นนั้นอยู่เนื่องด้วยอะไร มีหลักการอะไรเป็นแกน มีเทคนิคหรือฮิดคคิดใด มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง การจะวิเคราะห์หลักการได้จำเป็นต้องมีความรู้ ความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและ ความสัมพันธ์ได้ดีเสียก่อน เพราะจะสามารถสรุปเป็นหลักการได้

#### 2.4.4 กระบวนการคิดวิเคราะห์

วนิช สุธารัตน์ (2547, น. 125-130) ได้กล่าวถึงว่า การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการที่ใช้ปัญญาหรือใช้ความคิดนำพฤติกรรมผู้ที่คิดวิเคราะห์เป็นจึงสามารถใช้ปัญญานำชีวิตได้ในทุก ๆ สถานการณ์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 2 เรื่อง คือ เรื่องความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้องกับเทคนิคในการตั้งคำถามเพื่อใช้ในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้อง ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการให้เหตุผล ซึ่งต้องมีความชัดเจน เหตุผลต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ นอกจากนี้เป็นหมายจะต้องมีความสำคัญและมองเห็นว่าสามารถจะหาให้สำเร็จได้จริง

2. ความคิดเห็นหรือกรอบความจริงที่นำมาอ้าง เมื่อมีการให้เหตุผลต้องมีความคิดเห็น หรือกรอบของความจริงที่นำมาสนับสนุน ถ้าสิ่งที่นำมาอ้างมีข้อบกพร่อง ความคิดเห็นที่แคบเฉพาะตัว ทำให้การให้เหตุผลทำได้ในขอบเขตอันจำกัดและมักไม่ถูกต้อง

3. ความถูกต้องของสิ่งที่อ้างอิง การอ้างอิงข้อมูล เหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ มีหลักการอยู่ว่า สิ่งที่นำมาอ้างจะต้องมีความชัดเจน มีความสอดคล้องและมีความถูกต้องแน่นอน ถ้าข้อมูลข่าวสารไม่มีความถูกต้อง มีการบิดเบือนหรือนำเสนอเพียงบางส่วนจะก่อให้เกิดความได้เปรียบเสียเปรียบหรือสร้างความเสียหายต่อบุคคล องค์กรหรือสังคมได้

4. การสร้างความคิดหรือความคิดรวบยอด ลักษณะของความคิดรวบยอดที่จะต้องมีความกระชับ มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์มีความลึกซึ้ง

5. ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลกับสมมติฐานความบกพร่องในการให้เหตุผลสามารถเกิดขึ้นได้ เมื่อบุคคลไปยึดติดในสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ดังนั้นสมมติฐานที่ดีจะต้องมีความ ชัดเจน สามารถตัดสินใจได้และมีเสถียรภาพ

6. การลงความเห็น จะทำได้เมื่อมีหลักฐานบ่งบอกอย่างชัดเจนจะต้องตรวจสอบความเห็นที่เกิดขึ้นจากข้อมูลอื่น ๆ หรือบุคคลอื่น ๆ และจะต้องมีความชัดเจนว่า การลงความเห็นนั้นสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อไหน และมีอะไรเป็นตัวชี้แนะอยู่บ้าง

7. การนำไปใช้ เมื่อมีข้อสรุปแล้วจะต้องมีการนำไปใช้หรือมีผลสืบเนื่องจะต้องมีความคิดเห็นประกอบว่าข้อสรุปที่เกิดขึ้นนั้น สามารถนำไปใช้ได้มากน้อยเพียงใด

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553, น. 55) ได้กล่าวถึง กระบวนการคิดวิเคราะห์ มีการขอบเขตการกำหนดเพื่อให้เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่วิเคราะห์ว่าจะวิเคราะห์อะไร กำหนดขอบเขตและนิยามของ สิ่งที่จะคิดให้ชัดเจน เช่น จะวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาสังแวดล้อม หมายถึง ปัญหาเกี่ยวกับขยะที่เกิดขึ้นในโรงเรียนของเรา

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ว่าต้องการวิเคราะห์เพื่ออะไร เพื่อจัดอันดับเพื่อหาเอกลักษณ์ เพื่อหาข้อสรุป เพื่อหาสาเหตุ เพื่อหาแนวทางแก้ไข

3. พิจารณาข้อมูลความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ว่าจะใช้หลักใดเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และจะใช้หลักความรู้ที่ใด ควรใช้ ในการวิเคราะห์อย่างไร เช่น จะจำแนกหรือจัดหมวดหมู่ของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในห้องเรียน ออกเป็น 2 กลุ่ม จะใช้เกณฑ์อะไรจำแนก

#### 4. สรุปและรายงานผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นระบบระเบียบชัดเจน

สุวิทย์ มูลคำ (2556, น. 17) ได้กล่าวถึง กระบวนการคิดวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ประการ เพื่อให้เกิดหลักการคิดและกระบวนการคิดวิเคราะห์ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้ เป็นสิ่งที่สำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์ เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

2. หลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหา ลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน เป็นต้น

3. การค้นหาความจริงหรือความสำคัญ เป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

สรุปกระบวนการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย กำหนดสิ่งที่จะวิเคราะห์ว่าจะวิเคราะห์อะไร, กำหนดวัตถุประสงค์, กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์, พิจารณาแยกแยะ และสรุปคำตอบ ซึ่งการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

#### 2.4.5 ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549, น. 9) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการวิเคราะห์อย่างมาก ทั้งในระดับปัจเจกบุคคล ระดับองค์กร และระดับประเทศ โดยในแทบทุกสาขาวิชา จำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งประโยชน์นั้นมีหลายประการดังนี้

1. การวิเคราะห์สถานการณ์ทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ในแง่มุมต่าง ๆ ช่วยให้เราเข้าใจสาเหตุที่เกิดขึ้น ผลกระทบที่จะตามมา และสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต อันนำไปสู่การแก้ไขปัญหา การเตรียม การป้องกัน การวางแผนและการวางกลยุทธ์เพื่อโอกาสที่ดีกว่าในอนาคต

2. การวิเคราะห์ข่าว ทำให้เราทราบเบื้องหน้า เบื้องหลังของ เหตุการณ์ประจำวันที่เกิดขึ้น ไม่เพียงรับรู้ว่าจะเกิดอะไรขึ้นเท่านั้น แต่ทราบว่าเหตุใดจึงเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ขึ้น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้จะส่ง ผลกระทบอย่างไรต่อไป และต้องนำไปสู่การป้องกันหรือการวางแผน อย่างไรต่อไป

3. การวิเคราะห์คนจะช่วยให้เราเข้าใจว่า เหตุใดคน ๆ นี้ จึง แสดงออกเช่นนี้ อะไรเป็นมูลเหตุจูงใจ สิ่งที่เขาแสดงออกจะส่งผล กระทบอย่างไรต่อตัวเองในอนาคต ถ้ามูลเหตุเปลี่ยน พฤติกรรมของ เขาจะเปลี่ยนไปด้วยหรือไม่

4. การวิเคราะห์วัตถุประสงค์ต่าง ๆ ทำให้เราทราบว่าสิ่งนั้นประกอบด้วยอะไรบ้าง แต่ละส่วนย่อยทำงานประสานเชื่อมโยงกันอย่างไร

ลักษณะ ศิริวัฒน์ (2549, น. 79) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นการช่วยส่งเสริมความฉลาดทางด้านสติปัญญาให้สามารถแก้ปัญหา ประเมิน ตัดสินใจ และสรุปข้อมูลต่างๆ รับรู้ด้วยความสมเหตุสมผล อันเป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่น ๆ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553, น. 4-5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ว่าการมีความสามารถในการคิดจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์จะทำให้สามารถแก้ไขปัญหา รวมทั้งสามารถเลือกตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผล ในยุคข่าวสารเทคโนโลยีในปัจจุบันที่มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วมีการแข่งขันสูง การปูพื้นฐานการคิดและส่งเสริมการคิดให้แก่เด็กและเยาวชนจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง นับตั้งแต่ระดับอนุบาลไปจนถึงระดับสูง การได้รับการพัฒนาการคิดตั้งแต่เยาว์วัยจะช่วยพัฒนาความคิดให้ก้าวหน้า ส่งผลให้สติปัญญาเฉียบแหลม เป็นคนรอบคอบ ตัดสินใจได้ถูกต้อง สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตได้ดี เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างเป็นสุข ผลจากการฝึกให้คิดจะช่วยให้เกิด ประโยชน์แก่เด็กและเยาวชนสรุปได้ดังนี้

1. สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีระบบมีหลักการและมีเหตุผล
2. สามารถพิจารณาสิ่งต่าง ๆ และประเมินงานโดยใช้หลักเกณฑ์อย่างสมเหตุ สมผล
3. รู้จักประเมินตนเองและผู้อื่นได้อย่างถูกต้อง
4. ได้เรียนรู้เนื้อหาได้รับประสบการณ์ที่มีคุณค่า มีความหมายและเป็นประโยชน์
5. ได้ฝึกทักษะการทำงาน การใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา
6. มีความรู้ความสามารถ มีกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบขั้นตอน นับตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ค้นคว้าความรู้ ทฤษฎี หลักการ ตั้งข้อสันนิษฐานตีความหมาย และลงข้อสรุป
7. ส่งเสริมความสามารถในการใช้ภาษาและสื่อความหมาย
8. เกิดความสามารถในการคิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างแจ่มแจ้ง คิดอย่างกว้างขวาง คิดไกล และคิดอย่างลุ่มลึก ตลอดจนคิดอย่างสมเหตุสมผล เป็นผู้ที่มีปัญญา มีคุณธรรมจริยธรรม ความรับผิดชอบ มีระเบียบ วินัย มีความเมตตากรุณาและเป็นผู้มีประโยชน์ต่อสังคม
9. มีทักษะและมีความสามารถในการอ่าน เขียน พูด ฟัง และมีทักษะการสื่อสารกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี
10. พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้อย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

สุวิทย์ มูลคำ (2556, น. 39) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. ช่วยให้เราเข้าใจจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมา เป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง
2. ช่วยให้เราสำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ปรากฏ
3. ช่วยให้เราไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่าย ๆ แต่สื่อสารตามความเป็นจริง
4. ช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่น ๆ ที่ถูกบิดเบือนไปจากความประทับใจในครั้งแรก ทำให้เรามองอย่างครบถ้วนในแง่มุมอื่น ๆ ที่มีอยู่
5. ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต การหาความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏพิจารณาตามความสมเหตุสมผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตัดสินใจสรุปสิ่งใดลงไป
6. ช่วยให้เราหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ณ เวลานั้น

สรุปได้ว่าประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ คือสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีระบบมีหลักการและมีเหตุผล ผลงานที่ได้รับมีประสิทธิภาพ ยังช่วยให้เราไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่าย ๆ ในการพิจารณาสาระสำคัญอื่น ๆ ก็ยังต้องใช้การวิเคราะห์ด้วย พัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต และช่วยเราหาเหตุผลที่สมเหตุสมผล

#### 2.4.6 การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการการวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งมีดังนี้

Bloom (1956, อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543, น. 149-154) ได้กล่าวถึง การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ไว้ว่าในการคิดวิเคราะห์ควรประกอบด้วย 3 ทักษะสำคัญ ดังนี้

1. วัดการคิดวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหาของสิ่งต่าง ๆ (Analysis of Element) เป็นความสามารถในการแยกแยะได้ว่าสิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญสิ่งใดมีบทบาทมากที่สุด ประกอบด้วย
  - 1.1 การวิเคราะห์ชนิดเป็นการให้นักเรียนวินิจฉัยว่าสิ่งนั้นเหตุการณ์นั้น ๆ จัดเป็นชนิดใดลักษณะใดเพราะเหตุใดเช่นข้อความนี้ (ทำดีได้ดี ทำชั่วได้ชั่ว) เป็นข้อความชนิดใด ต้นผักชีเป็นพืชชนิดใด ม้าน้ำเป็นพืชหรือสัตว์
  - 1.2 การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นการวินิจฉัยว่าสิ่งใดสำคัญสิ่งใดไม่สำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย ของสิ่งต่าง ๆ เช่น สาระสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร ควรตั้งชื่อเรื่องนี้ว่าอะไร การปฏิบัติเช่นนั้นเพื่ออะไร สิ่งใดสำคัญที่สุดสิ่งใดมีบทบาทมากที่สุดจากสถานการณ์นี้
  - 1.3 การวิเคราะห์เลขนัยเป็นการมุ่งค้นหาสิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้นอยู่ เช่น สมทรงเป็นป่าของฉันทน์ (จึงหมายความว่า สมทรงเป็นผู้หญิง) ถ้าเห็นคนใส่เสื้อจะมุกจะมอมสกปรกจึงน่าจะ



เป็นคนยากจน ข้อความนี้หมายถึงใครหรือสถานการณ์ใด สมชายกับสมศรีเป็นพี่น้องกัน สมชายบอกว่าฉันเป็นหลานของเขาแต่สมศรีบอกว่าฉันไม่ใช่หลานของเธอ ทำไมคนทั้งสองจึงพูดไม่เหมือนกัน (เพราะฉันเป็นลูกของสมศรี) เรื่องนี้ให้ข้อคิดอะไร ผู้เขียนมีความเชื่ออย่างไรมีจุดประสงค์คืออะไร

2. วัดการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ มีอะไรสัมพันธ์กันสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน ได้แก่

2.1 การวิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์ มุ่งให้คิดว่าเป็นความสัมพันธ์แบบใด มีสิ่งใดสอดคล้องกันหรือไม่มีสิ่งใดเกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ และมีสิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ เช่น ดึง นก เป็ด เสือ สัตว์ชนิดใดที่ไม่เข้าพวก มีข้อความใดมีสิ่งใดไม่สมเหตุสมผลเพราะอะไร กล่าวใดสรุปผิด การตัดสินใจอย่างไรหรือการกระทำอะไรที่ไม่ถูกต้อง ภาพที่ 1 คู่กับภาพที่ 2 ภาพที่ 3 คู่กับภาพใด สองสิ่งนี้เหมือนกันอย่างไรหรือแตกต่างกันอย่างไร

2.2 การวิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ใหญ่ - เล็กก่อน - หลัง เช่น สิ่งใดการเรียงลำดับมากน้อยของสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เรียงลำดับความรุนแรง จำนวน ใกล้เคียง - ไกลมาก - น้อย

2.3 การวิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์ เมื่อเกิดสิ่งนี้แล้วเกิดผลลัพธ์อะไรตามมาบ้างตามลำดับ การเรียงลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์วงจรของสิ่งต่าง ๆ สิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาตามลำดับขั้น เช่น วิเคราะห์วงจรของผีเสื้อ ผลสุดท้ายจะเป็นอย่างไร

2.4 วัดการวิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ การกระทำแบบนี้เพื่ออะไร เมื่อทำอย่างนี้แล้วจะเกิดสัมฤทธิ์ผลอะไร ทำอย่างนี้มีเป้าหมายอะไรมีจุดมุ่งหมายอะไร

2.5 การวิเคราะห์สาเหตุและผล สิ่งใดเป็นสาเหตุของเรื่องนี้ หากไม่ทำอย่างนี้ผลจะเป็นอย่างไร หากทำอย่างนี้ผลจะเป็นอย่างไร ข้อความใดเป็นเหตุผลแก่กันหรือขัดแย้งกัน

2.6 การวิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย เช่น บินเร็วเหมือนนก ซ้อนคู่ล้อตะปุงจะคู่กับอะไร ควายอยู่ในนาปลาอยู่ในน้ำ ระบบประชาธิปไตยเหมือนกับระบบการทำงานของอวัยวะในร่างกาย

3. วัดการวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง การค้นหาโครงสร้างระบบเรื่องราวสิ่งของและการทำงานต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นดำรงอยู่ในสภาพเช่นนั้นเนื่องจากอะไรมีอะไรเป็นแกนหลักมีหลักการอย่างไร มีเทคนิคอะไร หรือยึดถือคติใด มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงการคิดวิเคราะห์หลักการเป็นการวิเคราะห์ที่ถือว่ามีความสำคัญที่สุด การที่จะวิเคราะห์เชิงหลักการได้ดีจะต้องมีความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ดีเสียก่อน เพราะผลจากความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะทำให้สามารถสรุปเป็นหลักการได้ประกอบด้วย

3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างเป็นการค้นหาโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ เช่น การทำวิจัยมีกระบวนการทำงานอย่างไร สิ่งนี้บ่งบอกความคิดหรือเจตนาอะไร คำกล่าวนี้มีลักษณะอย่างไร (ชวนเชิญโฆษณาชวนเชื่อ) โครงสร้างของสังคมไทยเป็นอย่างไร ส่วนประกอบของสิ่งนี้มีอะไรบ้าง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2 การวิเคราะห์หลักการ เป็นการแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่าง ๆ แล้วสรุปเป็นคำตอบหลักได้ หลักการของเรื่องนี้มีอย่างไร เหตุใดความรุนแรงใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้จึงไม่มีทีท่าจะยุติลงได้ หลักการในการสอนของครูควรเป็นอย่างไรลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการคิดวิเคราะห์ เช่น วิเคราะห์วัตถุ วิเคราะห์สถานการณ์ วิเคราะห์บุคคล วิเคราะห์ข้อความ วิเคราะห์ข่าว วิเคราะห์สารเคมี เป็นต้น

Guilford (1967, อ้างถึงใน นลินี ฉนคร, 2561, น. 112-116) ได้กล่าวถึงสมรรถภาพสมองของมนุษย์มีโครงสร้าง เป็นลักษณะ 3 มิติ คือ มิติกระบวนการคิดหรือวิธีคิด (Process or operation) มิติเนื้อหาของความคิด (Content) และมิติผลผลิตของความคิด (Product) ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้

มิติที่ 1 กระบวนการคิดหรือวิธีการคิด หมายถึง กระบวนการทางจิตวิทยาที่บุคคลแสดงออกหรือใช้ในการเรียนรู้ ประกอบด้วย สมรรถภาพสมองหรือองค์ประกอบ (Factor) ในการคิด 6 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ

1. การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถในการรับรู้จากรับรู้สิ่งเร้าที่ อย่างมีความหมายซึ่งเป็นกระบวนการที่คิดออกมา (Productive Thinking)

2. ความจำช่วงสั้น (Memory Recording) หมายถึง ความสามารถในการคงไว้หรือเก็บสะสมสิ่งที่ได้จากการรู้การเข้าใจไว้ได้ (Retortion of what is cognized) และสามารถระลึกสิ่งที่จำได้ไว้ในช่วงเวลาสั้น

3. ความจำที่ทิ้งช่วง (Memory Retention) หมายถึง ความสามารถในการคงไว้สิ่งที่ได้จากการรู้การเข้าใจไว้ได้ และสามารถระลึกสิ่งที่จำได้ไว้ในระยะที่มีการทิ้งช่วง

4. การคิดแบบอบเนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดที่จะตอบสนองสิ่งเร้าได้ในหลายแง่มุม หลายทิศทางที่แตกต่างกัน เช่น ความสามารถในการคิดวิธีการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งได้หลาย ๆ วิธี สมรรถภาพด้านนี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

5. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดเสาะหาข่าวสาร ข้อมูลที่จะให้ได้คำตอบถูกเพียงคำตอบเดียวหรือเลือกคำตอบที่ดีที่สุด ดีที่สุด หรือหาคำตอบที่เป็นไป ตามแบบแผน (Conventional Answer) หรือสามารถหาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้

6. การประเมิน (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินคุณค่า โดยสรุป อย่างสมเหตุสมผลและเป็นไปตามกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ว่าดีหรือเลว ถูกต้องหรือไม่ ถูกต้อง เหมาะไม่เหมาะสม

มิติที่ 2 เนื้อหา หมายถึง ชนิดของวัสดุสิ่งของต่าง ๆ (Kind of material) หรือสิ่งเร้า ที่เกี่ยวข้องกับความคิด อาจเป็นสิ่งของเรื่องราว เหตุการณ์ สัญลักษณ์หรือภาษา ฯลฯ มิติเนื้อหานี้ ประกอบด้วยชนิดของสิ่งเร้า 5 ชนิด คือ

1. ภาพ (Figural) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมซึ่งรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส เช่น มองเห็นได้ สัมผัสได้ ได้แก่ สมุด หนังสือ แสง ความร้อน ซึ่งไม่ได้เป็นตัวแทน (Represent) สิ่งอื่นใดนอกจากตัวมันเอง วัสดุเกี่ยวกับการมองเห็นที่มีขนาดรูปร่างสี ตำแหน่งลักษณะพื้นผิวเหล่านี้ล้วนเป็นตัวอย่างของเนื้อหา ชนิดภาพ (Figural Content) ทั้งสิ้น

2. เสียง (Auditory) หมายถึง สิ่งเร้าที่ได้ยิน สัมผัสได้ด้วยประสาทหู และอยู่ในรูป ของเสียงที่มีความหมาย

3. สัญลักษณ์ (Symbolic Content) หมายถึง สิ่งเร้าที่อยู่ในรูปของเครื่องหมายต่าง ๆ ได้แก่ ตัวอักษร ตัวเลข และเครื่องหมายตามแบบแผนอื่น ๆ (Conventional Sign) ซึ่งตามปกติจะอยู่ร่วมกันเป็นระบบ เช่น ตัวอักษร ระบบจำนวน

4. ภาษา (Semantic Content) หมายถึง เนื้อหาหรือสิ่งเร้าที่เป็นถ้อยคำ ข้อความ แนวคิด (Idea) ต่าง ๆ ที่มีความหมาย ภาษาในที่นี้เน้นที่ความหมาย คำที่ไม่มีมีความหมายไม่ถือว่าเป็น “ภาษา” ในความหมายนี้

5. พฤติกรรม (Behavioral Content) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นการแสดงออกถึงการกระทำทั้งที่สังเกตเห็นได้ (Overt Behavior) และที่สังเกตเห็นไม่ได้ (Covert Behavior) เช่น ความต้องการ เจตคติ อารมณ์

มิติที่ 3 ผลผลิต หมายถึง ผลของการคิดที่แสดงออกมาเมื่อรับรู้สิ่งเร้าได้ หลากหลายชนิดผลของการคิดสามารถจัดออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 6 ประเภท ดังนี้

1. หน่วย (Unit) หมายถึง สิ่งที่มีลักษณะย่อยที่สุดที่มีสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น ปลา กบ ปู เต่า นก แมว

2. จำพวก (Class) หมายถึง กลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ที่มีสมบัติ ลักษณะบางประการร่วมกันซึ่งสามารถจัดเป็นประเภท ได้ประเภทแต่ละประเภทจะประกอบด้วยสมาชิก (Element) ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีสมบัติร่วมกัน เช่น ปลา กบ เต่า แมว จัดเป็นประเภทสัตว์ที่มีกระดูก

3. ความสัมพันธ์ (Relation) หมายถึง ความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งหรือหลาย สิ่งเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ เช่น ความคล้ายคลึงกันในรูปแบบ ความหมายหน้าที่ โครงสร้าง

4. ระบบ (System) หมายถึง การจัดองค์กร แบบแผน หรือจัดรวมกลุ่มสิ่งต่าง ๆ ที่สัมพันธ์เชื่อมโยงเข้าด้วยกันด้วยกฎเกณฑ์/หลักการร่วมกัน เช่น ก ฉ ถ ส จัดเป็นระบบอักษรสูง 1, 3, 5, 7 ... จัดเป็นระบบเลขคี่

5. การแปลงรูป (Transformation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ไปเป็นรูปใหม่ให้ค่านิยมใหม่ ให้ความหมายใหม่ โดยให้มีรูปร่างเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น การย่อความจินตนาการภาพที่ได้จาก การคลี่กลอง เป็นต้น

6. การประยุกต์ (Implication) หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมา รวมถึงการใช้เหตุผลเชิงอนุมาน (Deduction) เพื่อการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นอย่างเป็นเหตุเป็นผล

การวัดการคิดวิเคราะห์ของ Marzano (2001, p. 60) ได้กล่าวถึงการวัดการคิดวิเคราะห์ได้แบ่งออกเป็น 5 ประเภทสอดคล้องกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์เช่นกัน ดังนั้นจะพบว่าองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์และการวัดการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยทักษะเฉพาะต่าง ๆ ได้แก่ 1) ทักษะการจำแนก 2) ทักษะการจัดหมวดหมู่ 3) ทักษะการเชื่อมโยง 4) ทักษะการสรุปความ และ 5) การประยุกต์ การคิดวิเคราะห์จึงเป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์อย่างหนึ่ง ช่วยให้เราเข้าใจที่จริง รู้เหตุผลเบื้องต้นของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง รู้ว่าอะไรเป็นอะไรทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา การประเมินและการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ทักษะดังกล่าวล้วนทำให้นักเรียนพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบโดยใช้เหตุผลก่อนการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธเพื่อหาข้อสรุปปัญหานั้น

สรุปได้ว่าการวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ มี 3 ส่วนคือ ด้านที่ 1 วิเคราะห์ความสำคัญ การจัดเรียงลำดับขั้นตอนและจัดจำแนกเนื้อหา ด้านที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาหรือองค์ความรู้เดิมเข้ากับองค์ความรู้ใหม่ และส่วนด้านที่ 3 วิเคราะห์หลักการ เป็นการศึกษาหลักการของเนื้อหา กฎและแนวคิดในเรื่องที่ศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการออกข้อสอบเพื่อวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งมีการออกแบบทดสอบเป็นปรนัย และมีการให้เห็นเป็นระดับคะแนน เพื่อสามารถวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ตรงจุดประสงค์ที่ศึกษา ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบวัดตามแนวคิดของบลูม ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน คือ วิเคราะห์ความสำคัญ (Critical thinking of Importance), วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Critical thinking of Relationships) และวิเคราะห์

หลักการ (Critical thinking of Principles) โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งเป็นทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ ซึ่งแบ่งเป็นด้าน ด้านละ 7 ข้อ

## 2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.5.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2521, น. 13) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในหนังสือประมวลศัพท์ทางการศึกษาไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำการใด ๆ ที่อาศัยทักษะหรือต้องอาศัยความรู้ในวิชาหนึ่งหรือวิชาใด โดยเฉพาะ

ภพ เลาไพบูลย์ (2542, น. 15) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า พฤติกรรมแสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, น. 29-30) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็น คุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือประมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 57) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญา หรือความรู้

สรุปได้ว่าความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นหมายถึง มวลความรู้ความสามารถทั้งหมดที่ได้รับมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนในเนื้อหา การฝึกปฏิบัติอบรม ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจที่สามารถวัดได้ ทั้งยังเป็นความสามารถหรือผลสำเร็จการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนแต่ละคนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของนักเรียนว่า เรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถในด้านใดมาก และยังสามารถจำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

## 2.5.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ศิริชัย กาญจนวาที (2556, น. 167-169) ได้กล่าวถึงแบบสอบผลสัมฤทธิ์ว่า แบบสอบนั้นสามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ในที่นี้จะขอจำแนกตามเกณฑ์ที่สำคัญดังนี้

### 1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐาน โดยสำนักทดสอบหรือบริษัทสร้างแบบสอบซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่วไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

1.2 แบบสอบที่ผู้สอนสร้าง (Teacher-made Tests) เป็นแบบสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและการแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกันหรือเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา แบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงอาจจำแนกแบบเนื้อหาวิชา เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาประวัติศาสตร์ แคลคูลัส เจณิตศาสตร์ วิจัยทางสังคมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

### 3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบสอบความพร้อม (Readiness Test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา/ บทเรียน/ หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาวานักเรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ จะได้ทบทวนหรือปพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนวิชา/ บทเรียน/ หน่วยการเรียนนั้น

3.2 แบบสอบวินิจฉัย เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญ อันเป็นปัญหาของนักเรียนแบบสอบมุ่งตรวจสอบกลไกองค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่านักเรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม

3.3 แบบสอบสมรรถภาพ (Proficiency Test) เป็นแบบสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา การสอบความสามารถทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นต้น

3.4 แบบสอบเชิงสำรวจ (Survey Test) เป็นแบบสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้ ซึ่งสรุปทั่วไปของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะแบบสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่ลุ่มได้จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวางเพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป

#### 4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยตนเอง

4.2 แบบสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้ ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นคะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือ มาตรฐานที่กำหนดไว้

#### 5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบสอบประเภทเสนอคำตอบ (Supply Type) ได้แก่ แบบสอบความเรียง (Essay Test) เช่น แบบสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ (Essay-Extended) และแบบสอบความเรียงจำกัดคำตอบ (Essay- Restricted), แบบสอบแบบตอบสั้น (Short Answer) และแบบสอบแบบเติมคำ (Completion)

5.2 แบบสอบประเภทเลือกคำตอบ (Selection Type) ได้แก่ แบบสอบแบบถูก-ผิด (True-False), แบบสอบแบบจับคู่ (Matching) และแบบสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple-Choice)

อนุวัติ คุณแก้ว (2558, น. 62) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็นปรนัย มีค่าชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ (Objective) มีความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบมาตรฐาน lung California Achievement Test, Lowe Test of Basic Skills, Stand ford Achievement Tests The Metropolitan Achievement Tests เป็นต้น

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Tests) เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบนักเรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective Tests) ได้แก่ แบบถูก-ผิด (True-False), แบบจับคู่ (Matching), แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short Answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

2.2 แบบอัตนัย (Essay Tests) ได้แก่ แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Items) และแบบไม่จำกัดคำตอบ หรือตอบอย่างเสรี (Extended Response Items)

พิชญ ฟองศรี (2552, น. 111-148) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสติปัญญาด้านต่าง ๆ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน แบ่งออกเป็นแบบทดสอบอัตนัยและแบบทดสอบปรนัย

1.1 แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามเพื่อให้นักเรียนต้องคิดหาคำตอบโดยเขียนบรรยาย หรือแสดงความคิดเห็น แบบทดสอบอัตนัยมีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการบรรยาย อธิบายและแสดงเหตุผลตามความคิดเห็นของตนเป็นข้อสอบที่ใช้ถามพฤติกรรมนักเรียนได้ตั้งแต่ระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่าได้เป็นอย่างดี

1.2 แบบทดสอบปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีทั้งคำถามและคำตอบเฉพาะคงที่แน่นอน เป็นข้อสอบที่มีคำถามเฉพาะเจาะจง ตรวจสอบให้คะแนนตรงกัน มีคำชี้แจงวิธีการปฏิบัติและวิธีการตรวจให้คะแนนชัดเจนแบ่งออกเป็น 4 ประเภทได้แก่ แบบทดสอบเติมคำหรือแบบตอบสั้น (Completion Test), แบบทดสอบถูก-ผิด (True - false Test), แบบทดสอบจับคู่ (Matching Test) และแบบทดสอบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่ม เช่น แบบทดสอบมาตรฐานระดับชาติ

สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Tests) อย่างไรก็ตามการเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มานั้นจำเป็นต้องมีการพิจารณาว่าเหมาะสมกับนักเรียนหรือไม่



### 2.5.3 หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2544, น. 120-136) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบเลือกตอบว่า มีหลายแบบดังนี้

1. ธรรมชาติของแบบทดสอบเลือกตอบ แบบทดสอบเลือกตอบเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือ คำตอบที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุด หรือถูกที่สุด จากตัวเลือกต่าง ๆ ที่กำหนดให้ ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ดังนี้

1.1 ตอนนำหรือตัวคำถาม (Stem) เป็นข้อความที่กระตุ้นใจผู้สอบค้นหาคำตอบ

1.2 ตัวเลือก (Choices หรือ Option) เป็นส่วนที่เป็นไปได้ในการตอบคำถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ตัวถูกหรือคำตอบ (Correct Choice) และตัวลวง (Distractors หรือ Decoys) โดยทั่วไปตัวเลือกมักจะกำหนดให้มี 3-5 ตัวเลือกขึ้นอยู่กับความยาก คำถามและระดับชั้นเรียน

2. รูปแบบคำถามของแบบทดสอบเลือกตอบ แบบทดสอบเลือกตอบมีรูปแบบคำถามหลากหลายขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของ การถาม วิธีการถามและเนื้อหาที่จะถาม แต่รูปแบบที่นิยมใช้กันมากมี 3 แบบ คือ แบบคำถาม โศดหรือคำถามเดี่ยว (Single Question) แบบตัวเลือกคงที่ (Constant Choice) และแบบกำหนดสถานการณ์ (Situation Test)

3. การตรวจให้คะแนน การตรวจให้คะแนนข้อสอบเลือกตอบทำได้ง่าย และสะดวก เพราะสามารถ ทำเฉลยไว้ล่วงหน้า และสามารถตรวจด้วยมือหรือใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ก็ได้

อนุวัติ คุณแก้ว (2558, น. 62) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบว่า มีหลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ ดังนี้

1. หลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ

1.1 ข้อคำถามต้องกระชับ ชัดเจน ถามเรื่องเดียว

1.2 ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ

1.3 ไม่ควรใช้คำถามปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อนกัน ถ้าใช้ควรขีดเส้นหรือพิมพ์เป็นตัวเน้น สำหรับคำที่เป็นปฏิเสธ

1.4 ไม่ควรถามสิ่งที่น่าสนใจที่ท่องจำจนคล่องปากควรถามให้นักเรียนได้ใช้ความคิดมากขึ้น ควรหลีกเลี่ยงตัวเลือกประเภท “ถูกทุกข้อ” “ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง” ควรจัดเรียงตัวเลือกให้เป็นระบบ

1.5 ควรมีการกระจายตัวเลือกที่ถูกไปตามตัวเลือกต่าง ๆ ไม่ควรมีตัวเลือก ตัวใดตัวหนึ่งถูกมากกว่าตัวอื่น ๆ และไม่ควรเรียงตัวเลือกที่ถูกจัดเป็นระบบ เพราะจะทำให้เดาได้ง่าย

1.6 ตัวลวงต้องมีความเป็นไปได้ หรือ เป็นตัวเลือกที่น่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

1.7 ควรหลีกเลี่ยงข้อสอบที่ให้ตัดสินใจว่าถูกผิด โดยที่ตัวเลือกในแต่ละตัวเลือก มีเหตุผล 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นจริง และอีกส่วนหนึ่งเป็นเท็จ

เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ (2559, น. 81-82) ได้กล่าวถึงการสร้างข้อคำถามแบบเลือกตอบว่า โดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วยกัน 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดจะมีเพียงตัวเลือกเดียว และคำถามแบบเลือกตอบที่ดี นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเหมือนว่าตัวเลือกแต่ละตัวจะถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

### 1. หลักในการสร้างคำถามแบบเลือกตอบ

1.1 การเขียนข้อคำถามที่เป็นส่วนนำโดยใช้ภาษาที่ชัดเจน กระชับ อ่านแล้วสื่อความหมายได้ตรงกันและในแต่ละข้อควรมีเรื่องสำคัญเพียงเรื่องเดียว อาจจะใส่เครื่องหมายปริศนา (2) เมื่อสิ้นสุดประโยคก็ได้

1.2 การตั้งข้อคำถามควรใช้ข้อความในเชิงบวกหลีกเลี่ยงข้อความในเชิงลบหรือหลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรพิมพ์ตัวหนาหรือขีดเส้นใต้คำปฏิเสธนั้น

1.3 ข้อคำถามในแต่ละข้อควรเป็นอิสระจากกันหมายความว่าไม่ควรสร้างข้อคำถามไปผูกไว้กับข้อคำถามข้ออื่น ๆ เช่น ข้อคำถามข้อที่ 5 แต่ให้ไปใช้ชุดตัวเลือก ข้อที่ 10 เป็นต้น

1.4 ตัวเลือกจะต้องเป็นคำตอบถูกเพียงตัวเดียวเท่านั้นและควรเป็นคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด

1.5 การถามเกี่ยวกับความหมายสิ่งต่าง ๆ ควรให้อยู่ในข้อคำถามส่วนคำจำกัดความควรให้อยู่ในตัวเลือก ควรหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเลือกประเภท “ถูกทุกข้อที่กล่าวมา” หรือ “ทุกข้อที่กล่าวมาข้างต้น” หรือ “คำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก”

1.6 ควรระมัดระวังการเขียนตัวเลือกของข้อหนึ่งแล้วทำให้ไปชี้แนะตัวเลือกของข้ออื่น การสร้างข้อคำถามควรระมัดระวังไม่ให้ข้อคำถามไปชี้แนะคำตอบข้ออื่น การจัดเรียงลำดับตำแหน่งตัวเลือกควรจะถูกจัดอยู่ในลักษณะสุ่ม

1.7 ตัวเลือกที่ถูกต้อง (ก ข ค ง หรือ จ) ควรจะกระจายไปในแต่ละตัวเลือกในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

1.8 ควรจัดเรียงข้อคำถามและรูปแบบการพิมพ์ให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน ข้อคำถามในแต่ละข้อควรจะสั้นสุดในหน้าเดียวกันเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ตอบสับสน

1.9 ควรสร้างตัวเลือก 3-5 ตัว ถ้าเขียนตัวเลือกน้อยเกินไปจะทำให้ผู้ตอบเดาคำตอบได้ง่ายขึ้นจึงควรมีตัวเลือกมาก ๆ (ในกรณีที่เป็น 2 ตัวเลือก ก็จะเป็นข้อสอบแบบถูก-ผิด) ทั้งนี้

หากเป็นข้อสอบระดับประถมศึกษาปีที่ 1-2 ควรใช้ 3 ตัวเลือก ระดับประถมศึกษาปีที่ 3-6 ควรใช้ 4 ตัวเลือก และตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาขึ้นไปควรใช้ 5 ตัวเลือก

2. ตัวอย่างรูปแบบการเขียนข้อคำถามแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ข้อคำถามแบบเลือกตอบสามารถเขียนได้หลายรูป ซึ่งในที่นี้จะนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกแบบคำตอบถูก เป็นข้อคำถามที่ให้ผู้ตอบเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือกทั้งหมด

Gronlund (2009, อ้างถึงใน ณีฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 46-47) ได้กล่าวถึงว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะมีคุณภาพได้นั้นจะต้องอาศัยหลักการสร้างที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งหลักการสร้างมีดังนี้

1. จำนวนตัวเลือกควรสร้างให้เหมาะสมกับระดับผู้รับการทดสอบ ในกรณีของนักเรียนในระดับอนุบาลอาจมีตัวเลือก 2-3 ข้อ ระดับประถมศึกษาอาจมีตัวเลือก 3-4 ข้อ และในระดับมัธยมศึกษาหรืออุดมศึกษาอาจมีตัวเลือก 4-5 ข้อ และไม่ควรรีจำนวนตัวเลือกที่มากเกินไป

2. เนื้อความในตัวเลือกควรมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับคำถาม มีความสมเหตุสมผล และเป็นไปได้ที่จะมีผู้รับการทดสอบเลือกตอบ

3. การสร้างตัวเลือกถูก ผู้สร้างตรวจสอบตัวเลือกทั้งหมดว่ามีเพียงตัวเลือกเดียวเท่านั้นที่จะเป็นคำตอบที่ถูกต้อง และไม่ควรมีคำตอบที่สามารถโต้แย้งได้

4. หลีกเลี่ยงการสร้างตัวเลือกที่มีลักษณะ “ไม่มีข้อใดถูกต้อง” “ไม่มีข้อถูก” หรือ “ถูกทุกข้อ” คำถามและตัวเลือกควรจัดให้ปรากฏในหน้ากระดาษเดียวกัน

5. การจัดเรียงตัวเลือกควรทำให้เป็นระบบ เช่น จัดเรียงตามระบบตัวเลขจากน้อยไปมาก จัดเรียงความยาวของข้อความจากสั้นไปยาว หรือยาวไปสั้น หลีกเลี่ยงการใช้คำตอบที่เหมือนหรือใกล้เคียงกับข้อความที่ปรากฏในคำถาม

6. ใช้ตัวเลือกที่มีความสอดคล้อง เป็นเอกพันธ์กับตัวเลือกอื่น หากมีตัวเลือกใดแตกต่างจากตัวเลือกอื่น อาจบ่งชี้ว่าข้อนั้นอาจเป็นตัวเลือกที่ถูกหรือผิดได้

7. การใช้คำในตัวเลือกเช่นคำว่า “เพียง” “เสมอ” “เท่านั้น” บ่งชี้ว่าตัวเลือกนั้นเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้อง

8. หลีกเลี่ยงตัวเลือกที่มีรายละเอียดของข้อความที่ยาวกว่าตัวเลือกอื่นให้เป็นตัวเลือกถูก

สรุปได้ว่าหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นจะต้องครอบคลุมและถูกต้องตามหลักวิชาการ ข้อสอบนั้นจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การศึกษา การเลือกประเภทของข้อสอบจะต้องเลือกให้ตรงกับสิ่งที่ต้องการให้วัดมากที่สุด ควรมีการตรวจสอบและวิจารณ์ข้อสอบ

## 2.5.4 ข้อดีและข้อจัดของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2544, น. 120-136) ได้กล่าวถึงว่าข้อดีและข้อจัดของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ดังนี้

### 1. ข้อดีของแบบทดสอบเลือกตอบ

- 1.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและสมรรถภาพทางปัญญาตั้งแต่ขั้นต้นถึงขั้นสูง
- 1.2 ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและรวดเร็ว เหมาะสำหรับใช้สอบคัดเลือกที่มีผู้สอบจำนวนมาก ๆ
- 1.3 มีความเป็นปรนัยสูง ซึ่งสามารถเข้าใจ คำถามได้ตรงกัน ตรวจให้คะแนนตรงกันและการแปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน
- 1.4 สามารถนำมาวิเคราะห์ และปรับปรุงให้มี คุณภาพดีขึ้นได้ง่ายมีโอกาสให้ ความยุติธรรมสูง เพราะออกข้อสอบได้ครอบคลุมตัวอย่างของเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

### 2. ข้อจำกัดของแบบทดสอบเลือกตอบ

- 2.1 สร้างได้ยากและเสียเวลาในการสร้างเพราะต้องอาศัยความรู้ความชำนาญของ ผู้สร้างเป็นสำคัญ
  - 2.2 วัดความคิดลึกซึ้งในเชิงความคิดสร้างสรรค์ความสามารถในการใช้ภาษาและ แสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ได้ยาก ไม่ส่งเสริมหรือช่วยสร้างทักษะการเขียน
  - 2.3 สิ้นเปลืองมาก โดยต้องลงทุนกระดาษหมึก และอุปกรณ์ในการสร้างและผลิต ข้อสอบ ส่งเสริมการเดา ถ้าผู้สอบไม่ต้องการคำตอบอาจใช้การเดาคำตอบแทน
- อนุวัติ คุณแก้ว (2558, น. 62) ได้กล่าวถึงว่าข้อดีและข้อจัดของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ดังนี้

### 1. ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

- 1.1 วัดได้ครอบคลุมทุกพฤติกรรมตั้งแต่ ความรู้ความจำจนถึง การประเมินค่า
- 1.2 ใช้เวลาในการทดสอบไม่มากนัก ตรวจให้คะแนนได้ง่าย มีความเป็นปรนัยสูง
- 1.3 เค้าได้ยากกว่าข้อสอบแบบถูกผิด เพราะมีตัวเลือกหลายตัว
- 1.4 นำไปวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบได้ง่าย

### 2. ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ

- 2.1 ไม่ส่งเสริมการเขียน การแสดงความคิดเห็น ใช้เวลามากในการเขียนข้อสอบ
- 2.2 การเขียนตัวเลือกที่ถูก และตัวลวงให้ดีขึ้นทำได้ยาก

ทรงศรี ชำนาญกิจ (2559, น. 95) ได้กล่าวถึงว่าข้อดีและข้อจัดของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ดังนี้

#### 1. ข้อดีของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

1.1 วัดพฤติกรรมทางการศึกษาได้หลายด้าน ตั้งแต่ความรู้ความจำไปจนถึงการประเมินค่า เป็นข้อสอบที่ตรวจให้คะแนนง่าย ถูกต้องรวดเร็ว และมีความเป็นปรนัย

1.2 สามารถควบคุมความยากของข้อสอบได้ เป็นข้อสอบที่ครูสามารถวินิจฉัยข้อผิดพลาดของนักเรียนได้

1.3 มีความเชื่อมั่นสูง เพราะจำนวนข้อสอบมาก และตอบถูกโดยการเดามีน้อย

1.4 สามารถใช้สัญลักษณ์ รูปภาพหรือกราฟมาเขียนข้อสอบได้

1.5 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา เพราะสามารถออกข้อสอบจำนวนมากได้

#### 2. ข้อจำกัดของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

2.1 สร้างข้อสอบให้ดี ทำได้ยาก และใช้เวลาในการสร้างนาน และใช้ความสามารถของผู้ออกข้อสอบ

2.2 ไม่เหมาะที่จะวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเสนอแนวคิด

2.3 สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงการสร้างข้อสอบ

2.4 ใช้เวลาในการทำข้อสอบนานกว่าข้อสอบปรนัยประเภทอื่น ๆ

2.5 นักเรียนที่เก่งมีแนวโน้มการทำข้อสอบได้มาก

สรุปได้ว่า ข้อดีของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ คือ เป็นข้อสอบที่วัดได้ครอบคลุมทุกพฤติกรรม เช่น ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ เป็นต้น ตรวจให้คะแนนได้ง่ายรวดเร็วและถูกต้อง มีความเชื่อมั่นสูง และข้อสอบนั้นเดายากกว่าข้อสอบแบบถูกผิด ส่วนข้อจัดของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ใช้เวลามากในการออกข้อสอบ ไม่ส่งเสริมการเขียน วัดความคิดลึกซึ้งในเชิงความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการใช้ภาษาและแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ได้ยาก และการออกข้อสอบนั้นต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ

#### 2.5.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์ (2544, น. 32-35) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Cognitive Domain) มีลักษณะของการวัดดังนี้

1. การวัดพฤติกรรมด้านความจำ (Memory) หรือความรู้ (Knowledge) การวัดด้านนี้เป็นการถามเพื่อให้ นักเรียนระลึก (Recall) สิ่งที่ได้เรียนมาเป็นการถามเนื้อหาสาระจากตำรา ได้แก่ ความรู้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และคำนิยามต่าง ๆ ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี โครงสร้าง กฎ และ

ข้อเท็จจริง ตามเนื้อหาวิชา ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน วิธีการ กระบวนการและระบบ ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท จัดกลุ่ม แลแนวโน้ม

2. การวัดพฤติกรรมการด้านความเข้าใจ (Comprehension) ความเข้าใจเป็นความสามารถที่นำความรู้ความจำมาพิจารณาในรูปแบบอื่น เช่น สรุปสาระสำคัญ ให้คำอธิบายใหม่ แต่ยังคงความหมายเดิมอยู่ไม่เปลี่ยนแปลง และการแปลความหมายข้อมูลที่ได้รับ

3. การวัดพฤติกรรมการนำไปใช้ (Application) ความสามารถในการนำไปใช้ เป็นความสามารถที่สูงกว่าความรู้ ความจำและความเข้าใจ เมื่อมีความรู้ ความจำ และความเข้าใจแล้ว สามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ได้นั้นไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้จัดว่าเป็นความสามารถในการนำไปใช้

4. การวัดพฤติกรรมการวิเคราะห์ (Analysis) ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถที่มองเห็นหลักการ องค์ประกอบหลัก องค์ประกอบรอง สาระสำคัญ และรายละเอียดปลีกย่อย นับเป็นความสามารถที่สูงกว่าความรู้และความเข้าใจ การมองเห็นความแตกต่างระหว่างกฎ ทฤษฎี และกระบวนการต่าง ๆ จัดเป็นความสามารถทางด้านวิเคราะห์ การให้อ่านข้อความยาว ๆ แล้วให้จับประเด็นหลัก ๆ นับเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้

5. การวัดพฤติกรรมการสังเคราะห์ (Synthesis) ความสามารถด้านการสังเคราะห์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริงของกฎ ทฤษฎี รวมทั้งสาระอื่น ๆ มาสร้างความสัมพันธ์ใหม่ได้อย่างสมเหตุสมผล ความสามารถด้านนี้เป็นความสามารถระดับสูงกว่าความสามารถอื่นที่กล่าวมาแล้ว ข้อสอบที่ใช้วัดการสังเคราะห์ มักเป็นข้อสอบแบบเรียงความ ซึ่งก็มีข้อดีข้อเสียของข้อสอบประเภทนี้

6. การวัดพฤติกรรมการประเมินค่า (Evaluation) การวัดพฤติกรรมการประเมินค่าเป็นความสามารถที่จะมองเห็นคุณค่า ติราคา มีความหมาย ไม่มีความหมาย ประโยชน์ มิใช่ประโยชน์ เหมาะสมไม่เหมาะสม ทั้งนี้ต้องอาศัยเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ได้แก่ เกณฑ์ภายใน และเกณฑ์ภายนอก

ชวลิต ชูกำแหง (2553, น. 91) ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการตอบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 6 ด้าน ดังนี้

1. วัดความจำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ ระบุนอบชื่อได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้

2. วัตความเข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่างสรุป อ่างอิง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดทฤษฎีได้

3. วัตการประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้

4. วัตการวิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบาย ลักษณะ การจัดการ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้

5. ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบวิจารณ์ ตัดสิน ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้

6. วัตการคิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผนผลิต ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถนำทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ และสมประสงค์ เสนารัตน์ (2559, น. 62) ได้กล่าวถึง แนวความคิดและทฤษฎีที่เป็นแนวในการสร้างข้อสอบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะมีคุณภาพได้ นั้น จะต้องอาศัยหลักการสร้างที่มีประสิทธิภาพมีดังนี้

1. ต้องนิยามพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน โดยกำหนดใน รูปของจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนคำที่เฉพาะเจาะจง สามารถวัดและสังเกตได้

2. ควรสร้างแบบทดสอบวัดให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ ที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด ทั้ง ในระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น

3. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรวัดพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ของกิจกรรมการ เรียนรู้ โดยจะต้องกำหนดตัวชี้วัด และขอบเขตของการเรียนรู้ที่จะวัดแล้วจึงเขียนข้อสอบตาม ตัวชี้วัดจากขอบเขตที่กำหนดไว้

4. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสม สอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

5. ควรสร้างแบบทดสอบ โดยคำนึงถึงแผนหรือวัตถุประสงค์ของการนำผลการ ทดสอบไปใช้ประโยชน์ จะได้เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และทันใช้ตาม แผนกำหนดไว้ เช่น การใช้แบบทดสอบก่อนการเรียนการสอน (Pretest) เพื่อตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของนักเรียน การใช้แบบทดสอบระหว่างการเรียนการสอน (Formative Test) เพื่อการ ปรับปรุงการเรียนการสอน และ การใช้แบบทดสอบหลังการเรียนการสอน (Summative Test) เพื่อ ตัดสินผลการเรียน

6. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะต้องมีความเป็นปรนัยมีคำตอบที่ชัดเจน เพื่อลดความ คลาดเคลื่อนจากการตรวจให้คะแนน

Bloom (1956, อ้างถึงใน พูนสุข อุดม, 2548, น. 120-122) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สมองรับรู้ และขบคิด จำแนกได้เป็น 6 ระดับดังนี้

1. การวัดความรู้ หมายถึง ความสามารถในการที่จะจดจำข้อเท็จจริง หรือเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นหรือได้ประสบมาและสามารถที่จะบอก เขียนหรือเล่าเป็นการระลึก ข้อเท็จจริงเหล่านั้นออกมาได้ ความสามารถในการรู้

2. การวัดความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการบ่งบอกใจความสำคัญของเรื่องราวต่าง ๆ โดยการแปลความแล้วเปรียบเทียบกับย่อเอาแต่ใจความสำคัญหรือผสมผสานสิ่งใหม่กับประสบการณ์เดิม การที่จะวัดว่าใครมีความเข้าใจหรือไม่เพียงใดนั้น ต้องดูที่ความสามารถในการสรุปจับใจความ หรือย่อใจความสำคัญของสิ่งที่พบเห็นได้ด้วยการแปลความตีความ และขยายความ

3. การวัดการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีดำเนินการต่าง ๆ ของเรื่องที่ได้รู้แล้วไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ การวัดความสามารถในการนำไปใช้เป็นการตั้งคำถามโดยใช้เรื่องราว หรือปัญหาใหม่ที่เด็กยังไม่คุ้นเคยไม่เหมือนกับที่เคยเรียนมาแล้วโดยตรงมาให้เด็กตอบหรือแก้ปัญหา ตัวคำถามจะต้อง ชวนเงื่อนไขให้คิดคือทั้ง ๆ ที่เด็กรู้ว่าถามเรื่องนั้น หรือทฤษฎีนี้ แต่ก็ยังตอบ โดยทันทีไม่ได้ เพราะจะต้องหาคำตอบโดยนำหลักการหรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปแล้วมาใช้ในการตอบ

4. การวัดการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวหรือสิ่งสำเร็จรูป ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักการและกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้เพื่อค้นหาความจริงต่าง ๆ ที่ซ่อนแฝงอยู่ภายในเรื่องราวนั้นคำถามที่วัดความสามารถในการวิเคราะห์ จะเป็นคำถามที่มุ่งวัดความสามารถในการแยกสิ่งสำเร็จรูปออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักการและกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้เพื่อค้นหาความจริงต่าง ๆ ที่ซ่อนแฝงอยู่ภายในเรื่องราวนั้น คำว่า “สิ่งสำเร็จรูป” ในที่นี้อาจเป็นวัตถุ สิ่งของที่อยู่รอบตัวหรือบรรดาเรื่องราวและเหตุการณ์ตอนหนึ่งของประวัติศาสตร์ ฯลฯ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนแต่มีความหมายและความสำคัญบางประการอยู่ในตัวทั้งสิ้น และการค้นหาความจริงของสิ่งเหล่านี้ ก็คือการวิเคราะห์

5. การวัดการสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวบสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อให้กลายเป็นสิ่งสำเร็จรูปสิ่งใหม่ที่มีคุณลักษณะบางอย่างแปลกไปจากเดิม คำถามที่วัดความสามารถในการสังเคราะห์จะมุ่งวัดความสามารถในการรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเข้าด้วยกัน เพื่อให้กลายเป็นสิ่งสำเร็จรูปสิ่งใหม่ ที่มีคุณลักษณะบางอย่างที่แปลกไปจากส่วนประกอบย่อย ของเดิม สิ่งที่น่ามาผสมหรือรวมกันนี้อาจได้แก่ วัตถุ สิ่งของ ข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นใด ๆ ก็ได้ การสังเคราะห์เป็นสมรรถภาพทางสมองที่ตรงกันข้ามและยากกว่าการวิเคราะห์คำถามที่ใช้วัดการ



ตั้งเคราะห์ จึงต้องเป็นคำถามที่นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ความสามารถหลายอย่างหลายด้านมาผสมกัน จึงจะตอบได้ ไม่ใช่ตอบโดยนึกจากความจำโดยตรงหรือจากหลักวิชาหนึ่งเพียงอย่างเดียว

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการประเมินค่าโดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่า ดี เลว หรือเหมาะสมอย่างไร การถามเพื่อวัดความสามารถในการ ประเมินค่าจะเป็นการถามเพื่อให้ศิราคาดัดสินคุณค่าสิ่งต่าง ๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นมี คุณค่า ดี เลว หรือเหมาะสมอย่างไร เป็นการวัดความสามารถด้านสติปัญญาขั้นสุดท้าย

สรุปได้ว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความสามารถหรือผลสำเร็จการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ทำให้นักเรียนแต่ละคนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของนักเรียนว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถในด้านใดมาก และยังสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน ความรู้ความสามารถทั้งหมดที่ได้รับมาจากกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้เลือกแบบวัดตามแนวคิดของบลูม ซึ่งเลือกวัดด้วยกัน 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง ซึ่งเป็นทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

นิชภา บุรีกาญจน์ (2557, น. 768-782) ศึกษาแนวคิดแบบห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน โรงเรียนสิริรัตนนคร กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความรับผิดชอบ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบ t-test รวมถึงค่าสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปร Analysis of Covariance (ANCOVA) ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้วิชาสุขศึกษาโดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับด้าน มีผลต่อความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

อาลาวิยะ สะอะ (2558, น. ค) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของ นักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA จำนวน 12 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group) ซึ่งดำเนินการทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ (One group pretest-posttest design) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในระดับมาก

ทิชานนท์ ชุมแวงวาปี และลัดดา ศิลาน้อย (2558, น. 7-14) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในการวิจัยที่ใช้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการปฏิบัติการ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคห้องเรียนกลับด้าน จำนวน 9 แผน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 9 ชั่วโมง 2) เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติการ ได้แก่ แบบบันทึกการสอนประจำวันของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูโดยผู้ช่วยผู้วิจัย แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร 3) เครื่องมือที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติการ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ภาณุวัฒน์ เวททำ (2559, น. 179) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 49 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานคือ Hotelling's  $T^2$  ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และการรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พัชฎา บุตรยะถาวร และคณะ (2559, น. ค) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์ และวิธีการสอนแบบสืบเสาะ

และวิธีการสอนแบบสืบเสาะกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ปทุมธานี จำนวน 2 ห้อง ๆ ละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์ และวิธีการสอนแบบสืบเสาะ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการทดสอบ t-test Dependent Samples และ t-test Independent Samples ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียน โดยใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์และวิธีการสอนแบบสืบเสาะสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วย การเรียนออนไลน์สูงกว่าวิธีการสอนแบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิธิบุตรอวี ปือราเสง และคณะ (2559, น. 135-150) ศึกษาผลของการสอนแบบบูรณาการด้วยการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน สื่อประสม และนวัตกรรม คุณลักษณะศึกษาด้านทักษะทางสังคมที่มีต่อพฤติกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้ศาสนประวัติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยการแบบห้องเรียนกลับด้าน สื่อประสม และนวัตกรรม คุณลักษณะศึกษาด้านทักษะทางสังคม แบบวัดคุณลักษณะศึกษาด้านทักษะทางสังคม และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้ศาสนประวัติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติหลังการทดลอง

กรวรรณ สืบสม และนพรรัตน์ หมีพลัด (2560, น. 118-127) ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ด้วยการบูรณาการการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีมีเดียผ่าน Google Classroom พบว่าในผลการหาประสิทธิภาพของสื่อที่พัฒนาจากแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 90 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเชื่อมั่นสูง และจากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในระดับมาก เพราะนักเรียนเรียนสามารถรังสรรค์ชิ้นงานผ่านวิธีการเรียนรู้แบบโครงการ รวมทั้งสามารถพูดคุยหรือสอบถามครูผู้สอนได้เมื่อมีปัญหาในการเรียน

## 2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Johnson (2013, p. 1) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย 3 แห่ง โดยการสำรวจทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้ทำการบ้านน้อยกว่าการสอนแบบดั้งเดิม และยังทำให้นักเรียนสนุกกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยได้ประโยชน์จากการฟังบรรยายจากวิดีโอ และการใช้เทคโนโลยีนั้นทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบเรียนรู้จริง จึงส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น

Tucker (2013, pp. 1-23) ศึกษาประสิทธิภาพของห้องเรียนกลับด้าน โดยได้ทำการสำรวจและใช้แบบสอบถาม การเรียนวิชาชีววิทยาของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนผ่านสื่อวิดีโอเป็นเวลา 10 นาที และนำความรู้มาแลกเปลี่ยนร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสำรวจความพึงพอใจและแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจและสนุกกับการเรียน ชอบแนวทางการเรียนในห้องเรียนกลับด้านมากกว่าการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม ดังนั้นการเรียนรู้เช่นนี้จะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นได้

Wright (2015, pp. 1-71) ศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อแก้ปัญหาทักษะการคิดในรายวิชาชีววิทยา เรื่องเซลล์และพันธุศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่โรงเรียนเกลนวูด (Glenwood School) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสำรวจก่อนเรียน, แบบประเมินก่อนเรียน และแบบประเมินหลังเรียน ผลพบว่า การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยพัฒนาทักษะด้านการคิดของนักเรียนให้ดีขึ้นได้

Fezile (2017) ศึกษาผลกระทบของวิธีการเรียนแบบกลับด้านบนพื้นฐานของแบบจำลองการเรียนรู้แบบ 5E ที่เรียกว่า SELFA ซึ่งเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางนี้การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการ โดยใช้วิธีการแบบผสมผสานซึ่งเกี่ยวข้องกับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ 94 คนที่เข้าร่วมหลักสูตรฟิสิกส์ 101 ในการวิจัยซึ่งใช้แบบกลุ่มควบคุม โดย ควบคุมก่อนการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า ผลคะแนนฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การสัมภาษณ์ผู้อาสาสมัครกลุ่มทดลอง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเห็นเชิงบวกเกี่ยวกับวิธีการเรียนแบบกลับด้านและนักเรียนเชื่อว่ามีผลกระทบทางบวกต่อหลักสูตรฟิสิกส์

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ผู้วิจัยเชื่อว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะช่วยกระตุ้น

นักเรียนให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเริ่มจากความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายของการสอนให้เกิดส่วนที่อยู่ในระดับสูงของสมองได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ในส่วนของการคิดวิเคราะห์ยังได้แยกแยะพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ เป็นความสามารถที่จะนำความคิดต่าง ๆ มารวมกันเพื่อเกิดมโนทัศน์ใหม่ ๆ เพื่อสร้างองค์ความรู้ก่อนประโยชน์ทำให้นักเรียนสามารถนำทักษะที่ได้ไปปรับใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคตพร้อมทั้งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอื่นต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินวิจัย

การวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม และมิวเทนซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้เสนอวิธีการดำเนินวิจัย โดยมีตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 10 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 325 คน

##### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/8 ของโรงเรียนวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 49 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นกลุ่มที่มีความสามารถและมีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน จำนวน 6 แผน ระยะเวลา 12 ชั่วโมง

3.2.2 แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบวัดที่เป็นปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ เวลา 60 นาที

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เวลา 60 นาที

## 3.3 การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

### 3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E)

แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1/2562 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวชิรวิทย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร สาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา มาตรฐาน/ผลการเรียนรู้ของชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3.3.1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับห้องเรียนกลับด้านและสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อมาวิเคราะห์ว่าแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ของห้องเรียนกลับด้านและขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์แล้วประยุกต์และสอดแทรกแต่ละขั้น เพื่อส่งเสริมทักษะที่ต้องการให้กับนักเรียน จึงได้เป็นห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E)

3.3.1.3 วิเคราะห์เนื้อหาและสาระการเรียนรู้ เพื่อวางแผนในการสอน ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การกำหนดผลการเรียนรู้ตามมาตรฐาน/ผลการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ให้ตรงตามหลักสูตรกำหนด จำนวนหน่วยกิต ซึ่งหลักสูตรของโรงเรียนวชิรวิทย์ ได้กำหนดจำนวนหน่วยกิตของวิชาชีววิทยา ว 30245 จำนวน 2 หน่วยกิต โดยจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ เพื่อกำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.1

### ตารางที่ 3.1

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และเวลาในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
แผน 1 การสังเคราะห์ DNA	1. วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปการสังเคราะห์ DNA ได้	2
แผน 2 การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA	1. อธิบายและสรุปการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้	2
แผน 3 การสังเคราะห์ mRNA	1. วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปการสังเคราะห์ mRNA ได้	2
แผน 4 การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม	1. วิเคราะห์และสรุปกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม	2
แผน 5 การเกิดมิวเทชัน	1. อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชัน	2
แผน 6 ผลของการเกิดมิวเทชัน	1. อภิปราย และวิเคราะห์ผลของการเกิดมิวเทชัน	2
	รวม	12

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และเวลาในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้และผลการเรียนรู้วิเคราะห์ได้จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ เวลา 12 ชั่วโมง

3.3.1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ เวลา 12 ชั่วโมง

1) ออกแบบการเขียนแผนกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ออกแบบไว้ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ดังนี้

#### 2.1) นอกชั้นเรียน (Out Class Activities)

##### 2.1.1) ชั้นเตรียม

##### 2.1.2) ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)

##### 2.1.3) ขั้นที่ 2 สำรวจและสืบค้น (Exploration)



2.2) ในชั้นเรียน (In Class Activities)

2.2.1 ชั้นที่ 3 อภิปรายและลงข้อมูล (Explanation)

2.2.2 ชั้นที่ 4 ขยายความรู้และประยุกต์ (Elaboration)

2.2.3 ชั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation)



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

### ตารางที่ 3.2

แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ชั้นการสอน	ทักษะการคิดวิเคราะห์
ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้	1. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปการ สังเคราะห์ DNA	2	นอกชั้นเรียน (Out Class Activities)  • ชั้นเตรียม - ผู้สอนสร้าง Google Classroom - ผู้สอนชี้แจงรายละเอียดให้นักเรียน  • ชั้นที่ 1 สร้างความสนใจ - ผู้สอนกระตุ้นด้วยคำถามที่นำไปสู่ การค้นหาคำตอบ - ผู้สอนแนะนำวีดิทัศน์ และแหล่ง เรียนรู้ที่น่าเชื่อถือ  • ชั้นที่ 2 สืบค้นและสืบค้น - Mind Map  - ปฏิบัติกิจกรรม	ทักษะการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ และด้านความสัมพันธ์ - ทักษะการคิดวิเคราะห์ด้านหลักการ

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	ชั้นการสอน	ทักษะการคิดวิเคราะห์
<p>ในชั้นเรียน (In Class Activities)</p>				
<p>• ชั้นที่ 3 อภิปราย</p>				
<p>- จัดกลุ่มอภิปรายกิจกรรมกลุ่ม</p>				
<p>- อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนระหว่าง</p>				
<p>ผู้สอนและนักเรียน</p>				
<p>• ชั้นที่ 4 ขยายความรู้</p>				
<p>- เชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่</p>				
<p>• ชั้นที่ 5 ประเมิน</p>				
<p>- ประเมินจากใบงาน</p>				
<p>- ประเมินจาก Mind Map</p>				
<p>- ประเมินจากชิ้นงาน, กิจกรรม</p>				
<p>- ประเมินจากคุณลักษณะ</p>				
<p>อันพึงประสงค์</p>				

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาให้คำแนะนำ ความถูกต้องของเนื้อหา และความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

3.3.1.6 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้ (ภาคผนวก ข.1)

3.3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพของแผนการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีดังนี้

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร. อรัญ ชูยกระเดื่อง วุฒิกการศึกษา กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ วุฒิกการศึกษา ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน) ตำแหน่งอาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3) อาจารย์ ดร.ครุณา นาชัยฤทธิ์ วุฒิกการศึกษา ปร.ด. (หลักสูตรและการสอน) ตำแหน่งอาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง วุฒิกการศึกษา กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและทฤษฎี

5) คุณครู ประภาศรี ทิพย์พิลา วุฒิกการศึกษา (ชีววิทยา) ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนนาปีปทุม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3.3.1.8 นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญไปตรวจสอบเพื่อหาคุณภาพปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วรวบรวมข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปตรวจสอบเพื่อหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 102-103) โดยใช้เกณฑ์การประเมินคำตอบในแบบสอบถาม ซึ่งเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า ให้คะแนนเป็นดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51-5.00	หมายถึงแผนการสอนมีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51-4.50	หมายถึงแผนการสอนมีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51-3.50	หมายถึงแผนการสอนมีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51-2.50	หมายถึงแผนการสอนมีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00-1.50	หมายถึงแผนการสอนมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีระดับความเหมาะสมในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.83-4.90 ( $S = 0.06-0.10$ ) (ภาคผนวก ข.1)

3.3.1.9 ทำการจัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6 โรงเรียนวาปีปทุม

3.3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6/8 จำนวน 1 ห้อง รวม 49 คน โรงเรียนวาปีปทุม

### 3.3.2 แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวัดระดับความสามารถของการคิดวิเคราะห์ 3 ประเภท ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหลักสูตร โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการวิเคราะห์จุดประสงค์ทุกแผนการเรียนรู้ ศึกษาทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ และวิธีการประเมินผลตามแนวคิดของบลูม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

3.3.2.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีรูปแบบวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ

3.3.2.3 สร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งสร้างตามขอบข่ายวัตถุประสงค์ของทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม และองค์ประกอบการเรียนรู้ เป็นแบบวัดฉบับที่ 1 จำนวน 30 ข้อ ต้องการใช้จริง 21 ข้อ ดังตารางที่ 3.3

### ตารางที่ 3.3

การจำแนกข้อสอบในการสร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์	จำนวนข้อสอบ	จำนวนข้อสอบที่ใช้
1. วิเคราะห์ความสำคัญ	10	7
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์	10	7
3. วิเคราะห์หลักการ	10	7
รวม	30	21

3.3.2.4 นำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ฉบับที่ 1 จำนวน 30 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ภาษา และข้อคำถาม และปรับปรุงแก้ไข

3.3.2.5 นำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา และประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบการเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 269) ดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

3.3.2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดกับคุณลักษณะที่ต้องการที่วิเคราะห์ พบว่าแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ มีค่า IOC ค่าตั้งแต่ 0.60-1.00 (ภาคผนวก ค.1)

3.3.2.7 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ คือ ปรับแก้ตัวเลือกของข้อสอบและข้อคำถามให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการคิดวิเคราะห์

3.3.2.8 นำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 49 คน เพื่อปรับปรุงเนื้อหา ภาษา ข้อคำถาม และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

3.3.2.9 นำผลที่ได้จากการทดลองใช้แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-0.80 จากนั้นคัดเลือกแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 21 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.45-0.80 (ภาคผนวก ค.3)

3.3.2.10 นำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 21 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น พบว่ามีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.89 (ภาคผนวก ค)

3.3.2.11 จัดพิมพ์เป็นแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 21 ข้อ เพื่อใช้วัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

### 3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบระดับความสามารถและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหลักสูตร โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม โดยการวิเคราะห์จุดประสงค์ทุกแผนการเรียนรู้ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีการประเมินผล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม และมิวเทชัน ตามขอบข่ายวัตถุประสงค์ทุกแผนการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบ จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริง 30 ข้อ แบ่งเป็นพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน จาก 6 ด้าน ตามแนวคิดของบลูม ดังตารางที่ 3.4

#### ตารางที่ 3.4

การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้นและนำไปใช้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มาตรฐานการ เรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม								รวม	
		ความรู้		ความเข้าใจ		นำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
ข้อที่ 4 สืบค้นข้อมูล	- วิเคราะห์ และสรุปการวิเคราะห์	4	2	4	3	2	1	2	1	12	7
อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ	ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA	2	1	2	1	2	1	-	-	8	3
สมบัติของสารพันธุกรรม	- วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปการสังเคราะห์ mRNA ได้	3	2	2	1	-	-	2	1	7	4
	- วิเคราะห์และสรุปกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม	2	1	3	2	2	1	2	2	7	6

(ต่อ)

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

มาตรฐานการ เรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม								รวม	
		ความรู้ ความจำ		ความ เข้าใจ		นำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง ใช้	สร้าง ใช้	สร้าง ใช้	สร้าง ใช้	สร้าง ใช้	สร้าง ใช้	สร้าง ใช้	สร้าง ใช้	สร้าง ใช้	
ข้อที่ 5 สืบค้นข้อมูล	- อภิปราย และสรุป	2	1	3	2	2	1	2	1	9	5
วิเคราะห์	เกี่ยวกับการเกิด										
อภิปราย	มีวาทชน										
อธิบาย และ สรุปเกี่ยวกับ การเกิด	- อภิปราย และวิเคราะห์ ผลของการเกิด	2	1	3	2	2	1	2	1	8	5
มีวาทชนและผล ของการเกิด	มีวาทชน										
มีวาทชน											
<b>รวม</b>										50	30

3.3.3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่  
ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ภาษา และข้อคำถาม และปรับปรุงแก้ไข

3.3.3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อ  
ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา และประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับผลการ  
เรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 269) ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ผลการเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ผลการเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงผลการเรียนรู้

3.3.3.5 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้แก่ ปรับแก้ข้อคำถามของแบบทดสอบให้สอดคล้อง  
กับผลการเรียนรู้ และปรับแก้ข้อคำถามของแบบทดสอบให้ตรงกับคุณลักษณะที่ต้องการวัด



3.3.3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับผลการเรียนรู้ผลการประเมินพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่า IOC ค่าตั้งแต่ 0.60-1.00 (ภาคผนวก ค.2)

3.3.3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอลำปำ จังหวัดมหาสารคาม ที่ผ่านการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องสมบัติของสารพันธุกรรม และมีวาทะชน มาแล้ว จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 49 คน เพื่อปรับปรุงเนื้อหา ภาษา ข้อคำถาม และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

3.3.3.8 นำผลที่ได้จากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อวิเคราะห์หาค่าความยาก พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.29-0.86 และค่าอำนาจจำแนก พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.29-0.72 จากนั้นคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.29-0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.38-0.72 (ภาคผนวก ค.4)

3.3.3.9 นำแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่น พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 (ภาคผนวก ค)

3.3.3.10 จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

### 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในชั้นเรียน โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง แบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One group Pretest-Posttest design) และแบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบหลังการทดลอง (One group Posttest only design) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย

E	O1	X	O2
	-	X	O

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

O แทน ทำการสังเกตหรือวัดตัวแปรตามหลังทำการทดลอง

O1 แทน ทำการสังเกตหรือวัดตัวแปรตามก่อนทำการทดลอง

X แทน ให้สิ่งทดลองกับหน่วยทดลอง

## O2 แทน ทำการสังเกตหรือวัดตัวแปรตามหลังทำการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/8 จำนวน 49 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยชี้แจงเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับร่วมนับกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) รวมทั้งการจัดกิจกรรมในห้องเรียนและนอกห้องเรียน

3.4.2 นักเรียนทำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของบลูม 3 ด้าน ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ

3.4.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 3 สัปดาห์

3.4.4 นักเรียนทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.4.5 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำไปวิเคราะห์ผลตามวิธีการทางสถิติต่อไป

## 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ดังนี้

3.5.1 เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ร้อยละ (%) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ t-test for Dependent-Samples

3.5.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ t-test for One-Sample

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้คือ

#### 3.6.1 สถิติพื้นฐาน

3.6.1.1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 323)

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (3-1)$$

เมื่อ  $\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$X_i$  หมายถึง คะแนนของคนที่  $i$

$n$  หมายถึง จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S$ ) ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 325)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (3-2)$$

เมื่อ  $S$  หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$X_i$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคนที่  $i$

$n$  หมายถึง จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.3 ร้อยละ (%) ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 321)

$$\text{ร้อยละ (\%)} = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3-3)$$

เมื่อ  $f$  หมายถึง ความถี่ของรายการที่สนใจ

$N$  หมายถึง จำนวนทั้งหมด

### 3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือเครื่องมือ

3.6.2.1 ค่าความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียน กลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยการหาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้กับ จุดประสงค์การเรียนรู้ ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยการหา คำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Index of Congruence: IOC) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการหาคำนวณความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) แบบทดสอบใช้สูตรในการคำนวณ IOC โดยแปลงระดับความสอดคล้องเป็นคะแนน ดังนี้

สอดคล้อง มีคะแนนเป็น +1

ไม่แน่ใจ มีคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง มีคะแนนเป็น -1

และหาคำนวณความสอดคล้องโดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 269) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3-4)$$

เมื่อ IOC แทน คำนวณความสอดคล้อง

R แทน เป็นคะแนนของระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละ คนประเมินในแต่ละข้อ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้อง

#### 3.6.2.2 ค่าความยากของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย แสดงดังนี้

การหาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 298)

$$p = \frac{f}{n} \quad (3-5)$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

f แทน จำนวนผู้ตอบถูก

n แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

### 3.6.2.3 ค่าอำนาจจำแนกของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย แสดงดังนี้

1) ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมที่ตัดข้อนั้นออก (Item Total Correlation) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 283) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2] [n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (3-6)$$

เมื่อ  $r_{xy}$  แทน สัมประสิทธิ์ของความสมมูลกันของแบบทดสอบอิงกลุ่ม  
 X แทน คะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 1  
 Y แทน คะแนนจากแบบทดสอบฉบับที่ 2  
 n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของเบรนนัน (Brennan's Index: B-Index) ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 306-307)

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F} \quad (3-7)$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ  
 $f_p$  แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์ (Pass)  
 $f_F$  แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ (Fail)  
 $n_p$  แทน จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์  
 $n_F$  แทน จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

### 3.6.2.4 ความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย แสดงดังนี้

1) การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 288)

$$\alpha = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right) \quad (3-8)$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน สัมประสิทธิ์แอลฟา

$k$  แทน จำนวนข้อสอบ

$S_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่  $i$

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม  $t$

2) การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของโลเวทท์ (Lovett's Method) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 292)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2} \quad (3-9)$$

เมื่อ  $r_{cc}$  แทน ค่าประมาณความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

$k$  แทน จำนวนข้อสอบ

$c$  แทน คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด

$x$  แทน คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

### 3.6.3 สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

3.6.3.1 การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน รวม 49 คน โดยใช้สถิติทดสอบ t-test for Dependent-Samples เพื่อทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 350)

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}}; \quad df = n - 1 \quad (3-10)$$

เมื่อ  $t$  แทน เป็นค่าสถิติทดสอบที่

$\bar{d}$  แทน เป็นผลต่างเฉลี่ยของกลุ่มคะแนน

$S_d$  แทน เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างกลุ่มคะแนน

$n$  แทน เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.3.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน รวม 49 คน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติทดสอบ t-test for One-Sample ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 349)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S / \sqrt{n}}; \quad df = n - 1 \quad (3-11)$$

- เมื่อ  $t$  แทน เป็นค่าสถิติทดสอบที่  
 $\mu_0$  แทน เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง  
 $\bar{x}$  แทน เป็นค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ต้องการ  
เปรียบเทียบ  
 $S$  แทน เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง  
 $n$  แทน เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่าง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอข้อมูลเพื่อให้เข้าใจตรงกันในการแปลความหมาย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล ดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย
- S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- t แทน สถิติทดสอบที่ใช้ในการพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติ (t-test)
- df แทน ความเป็นอิสระของตัวแปร

#### 4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75



### 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 4.3.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลัง การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดง ดังตารางที่ 4.1

#### ตารางที่ 4.1

ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์รายด้านก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 49 คน

ด้านที่	ก่อนเรียนคะแนน				หลังเรียนคะแนน			
	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S	ร้อยละ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S	ร้อยละ
1. ความสำคัญ	28	20.45	2.78	73.03	28	23.75	1.76	84.83
2. ความสัมพันธ์	28	20.80	3.19	74.27	28	23.87	1.79	85.27
3. หลักการ	28	20.78	2.96	74.19	28	23.42	1.68	83.67
รวม		20.67	0.20	73.83		23.68	0.06	84.59

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากนักเรียนจำนวน 49 คน พบว่า คะแนนจากแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 21 ข้อ ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของทุกคนเท่ากับ 20.67 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 73.83 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 23.68 คิดเป็นร้อยละ 84.59

เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์โดยรวมทั้ง 3 ด้าน พบว่าคะแนนก่อนเรียนด้านที่ 2 ความสัมพันธ์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.80 คิดเป็นร้อยละ 74.27 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นคะแนนมากที่สุดและด้านที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือด้านที่ 1 ความสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.45 คิดเป็นร้อยละ 73.03 ของคะแนนเต็ม

สำหรับคะแนนหลังเรียนพบว่า ด้านที่ 2 ความสัมพันธ์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.87 คิดเป็นร้อยละ 85.27 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นด้านที่ได้คะแนนมากที่สุด และด้านที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือ ด้านที่ 3 หลักการ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.42 คิดเป็นร้อยละ 84.83 ของคะแนนเต็ม

#### ตารางที่ 4.2

ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ด้านที่	N	$\bar{X}$	S	df	Sig.
1. ความสำคัญ					
ก่อนเรียน	49	20.45	2.78	48	.00
หลังเรียน	49	23.75	1.76	48	
2. ความสัมพันธ์					
ก่อนเรียน	49	20.80	3.19	48	.00
หลังเรียน	49	23.87	1.79	48	
3. หลักการ					
ก่อนเรียน	49	20.78	2.96	48	.00
หลังเรียน	49	23.42	1.68	48	

จากตารางที่ 4.2 พบว่า การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์จำนวน 21 ข้อ ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดย t-test for Dependent-Samples เปรียบเทียบก่อนและหลัง พบว่า ค่า Sig. มีค่าเท่ากับ .00 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละด้านที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียน ด้านที่คิดเป็นคะแนนสูงสุด คือ ด้านที่ 2 ความสัมพันธ์ ( $\bar{x} = 23.87$ ,  $S = 1.79$ ) รองลงมาคือ ด้านที่ 1 ความสำคัญ ( $\bar{x} = 23.75$ ,  $S = 1.76$ ) รองลงมาคือ ด้านที่ 3 หลักการ ( $\bar{x} = 23.42$ ,  $S = 1.68$ ) ซึ่งสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ด้านที่คิดเป็นคะแนนสูงสุด คือ ด้านที่ 2 ความสัมพันธ์ ( $\bar{x} = 20.80$ ,  $S = 3.19$ ) รองลงมาคือ ด้านที่ 3 หลักการ

( $\bar{x} = 20.78$ ,  $S = 2.96$ ) รองลงมา คือ ด้านที่ 1 ความสำคัญ ( $\bar{x} = 20.45$ ,  $S = 2.78$ ) ตามลำดับ

**4.3.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75**

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดง ดังตารางที่ 4.3

#### ตารางที่ 4.3

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับเกณฑ์ร้อยละ 75

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์ร้อยละ 75	$\bar{X}$	S	df	Sig.
49	30	76.19	22.86	1.27	48	.02

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่า การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 จากจำนวนนักเรียน 49 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เท่ากับ 22.86 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.27 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 76.19 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ t-test for One-Sample เทียบกับเกณฑ์ พบว่า ค่า Sig. มีค่าเท่ากับ .02 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. สรุปผลวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลปรากฏดังนี้

**5.1.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

ทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน หลังเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.68 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 84.59 สูงกว่าก่อนเรียนที่มีผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.67 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 73.83 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**5.1.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75**

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.86 จาก

คะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อภิปรายผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

5.2.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ 20.67 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 73.83 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ 23.68 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 84.59 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผู้สอนได้ออกแบบวิธีการสอนจากการบรรยายเนื้อเป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองจากนอกห้องเรียน โดยผ่านทางสื่อเทคโนโลยีที่ผู้สอนเป็นจัดทำให้ จากนั้นผู้สอนจะชี้แนะแนวทางในการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้ให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาที่ต้องการสื่อและทำกิจกรรมนอกห้อง ซึ่งในกิจกรรมนักเรียนจะได้ออกแบบกิจกรรม จัดเรียงลำดับขั้นตอนและจัดจำแนกเนื้อหา เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหา พร้อมทั้งสรุป เมื่อกลับมาในชั้นเรียนเพื่อมาอภิปรายกับเพื่อนและผู้สอน โดยผู้สอนจะคอยให้คำแนะนำและตั้งคำถามให้นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Bergmann and Sams (2012, อ้างถึงใน วิจารณ์ พานิช, 2556, น. 19-66) ซึ่งกล่าวว่าห้องเรียนกลับด้านนั้นเป็นการสอนให้นักเรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง และเรียนให้รู้จริง และยังเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการสร้างนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้านหรือเกิดการเรียนรู้ให้รู้จริง อย่างท่องแท้ นอกจากนี้ยังทำให้พฤติกรรมของนักเรียนเปลี่ยนไป ซึ่งในห้องเรียนแบบเดิมจะเห็นได้ว่านักเรียนนั่งฟัง รับคำสั่ง และรับถ่ายทอดแล้วตอบข้อสอบเพื่อพิสูจน์ว่าตนได้เรียนรู้จริงนั้นส่งผลต่อนักเรียนส่วนน้อย นักเรียนอีกจำนวนหนึ่งหมดความสนใจและหลุดไปจากกระบวนการเรียนรู้ แต่ในห้องเรียนแบบกลับด้านนั้นเน้นเรียนให้รู้จริง ซึ่งนักเรียนจะต้องได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากสื่อวิทัศน์ที่น่าสนใจและให้ความเพลิดเพลิน นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนฝึกการฟัง การดูและวิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญได้ ทั้งนี้ยังมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษาอยู่เสมอ รวมทั้งการเรียนไม่ใช่สิ่งที่กระทำต่อนักเรียน แต่กลายเป็นสิ่งที่นักเรียนเป็น

เจ้าของเป็นผู้กระทำและจะเป็นทักษะที่ติดตัวตลอดไป คล้องกับที่ วสันต์ ศรีหิรัญ (2560, น. 19-27) ระบุว่า การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน มุ่งเน้นการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองตามทักษะความรู้ความสามารถและสติปัญญาตามอัตราความสามารถทางการเรียนแต่ละคน จากกิจกรรมทั้งในห้องเรียนที่เกิดจากการเรียนการสอนทางตรงจากผู้สอน และกิจกรรมนอกห้องเรียนจากผ่านสื่อเทคโนโลยี ICT หลากหลายประเภทที่มีในปัจจุบัน ซึ่งนักเรียนต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ในการศึกษาข้อมูลจากแหล่งสารสนเทศผ่านสื่อเทคโนโลยี ICT เพื่อให้เกิดมุมมองหรือข้อคิดของเนื้อหาและทำความเข้าใจถึงความเรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง อีกทั้งเป็นการพัฒนาให้นักเรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนและมีเหตุผล สามารถนำเอาทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นนั้นไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้ในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาลาวิยะ สะอะ (2558, น. ค) ที่ระบุว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ Wright (2015, pp. 1-77) ที่ได้ระบุว่า การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยแก้ปัญหาทักษะการคิดในวิชาชีววิทยาเรื่องเซลล์และพันธุศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และพบว่าการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยพัฒนาทักษะด้านการคิดของนักเรียนให้ดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.2 ผลการเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 22.86 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.19 ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากขั้นตอนในการจัดการกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนมีโอกาสได้ศึกษาด้วยตัวเอง โดยมีผู้สอนคอยให้คำแนะนำหรือชี้แนะแนวทางให้นักเรียนเองได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือได้ ทั้งนี้ยังเหมาะสมกับนักเรียนในด้านของการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและเข้าใจอย่างทอ่งแท้ พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดได้อย่างหลากหลายกับเพื่อนของนักเรียนเอง ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ไม่ได้จำกัดเวลาในการเรียนรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนมีเวลาเพียงพอต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้การเรียนของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชนิสราน เมธภัทรหิรัญ (2560, น. 20) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบ

ห้องเรียนกลับด้าน เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เปลี่ยนการสอนแบบเดิมจากผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่แก่นักเรียนหน้าชั้นเรียนมาเมื่อนักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้จากนอกห้องเรียนด้วยตนเอง โดยผ่านสื่อเทคโนโลยีที่ผู้สอนเป็นผู้จัดทำขึ้น จากนั้นผู้สอนจะนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาใช้ทำกิจกรรมในชั้นเรียน โดยคอยให้คำแนะนำและตั้งคำถามให้นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับนักเรียน จึงสามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะและผลสัมฤทธิ์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากนักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองได้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง อย่างท่องแท้ ทั้งนี้ยังมีครูก่อข่ายให้คำปรึกษาอยู่เสมอ และสอดคล้องกับแนวคิดของ Davies, Dean and Ball (2013, p. 3) ที่กล่าวว่า การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน เปลี่ยนเวลาทำการบ้านหลังเลิกเรียนมาเป็นการบ้านในเวลาเรียนร่วมกับครูผู้สอน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาเรียนทุ่มเทให้กับการศึกษาที่กำหนดเป้าหมายและกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ นอกจากนี้ Bergmann and Sams (2012, pp. 3-4) ยังพบว่าห้องเรียนกลับด้านช่วยแก้ปัญหาของนักเรียนที่ขาดเรียนและนักเรียนที่เรียนไม่ทันในห้องเรียน ว่านักเรียนเหล่านั้นสามารถกลับไปดูวิดีโอการสอนของครูย้อนหลังที่สามารถหยุดและกรอวิดีโอกลับไปดูในส่วนที่ไม่เข้าใจได้ นอกเหนือจากนั้นนักเรียนยังสามารถใช้วิดีโอเป็นเครื่องมือในการทบทวนก่อนสอบควบคู่กับการอ่านหนังสือได้อีกด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าและเปลี่ยนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ของตนเองอย่างขมขื่น ห้องเรียนกลับทางเป็นวิธีทำให้การเรียนเป็นกิจกรรมเฉพาะตัวของนักเรียนแต่ละคน ที่มีกิจกรรมเรียนรู้แตกต่างกัน ในห้องเรียนเดียวกัน เวลาเดียวกัน นักเรียนแต่ละคนเรียนด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ภายใต้การดูแลของครู นักเรียนมาเข้าห้องเรียนพร้อมกับเป้าหมายของการเรียนรู้ของตนเอง ครูเป็นผู้จัดสิ่งของห้องเรียนและสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการเรียน และช่วยแนะนำให้นักเรียนวางแผนการเรียนรู้ ห้องเรียนจึงเปลี่ยนจากที่รับถ่ายทอดความรู้ มาเป็นที่พูดคุยแลกเปลี่ยนเพื่อการเรียนรู้ของนักเรียนที่แสดงให้เห็นว่าตนเองได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างแท้จริง นักเรียนจึงอยู่ในสภาพเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนรู้ไม่ใช่เพียงผู้รับถ่ายทอดสาระ จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจลึกซึ้งถ่องแท้ อันส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งผลการวิจัยที่พบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของวิไลวรรณ สารระมุ และสิรินาถ จงกลกลาง (2561, น. 107-115) ได้ระบุว่าห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค Learning Together เรื่อง โปรแกรม MswLogo ช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความก้าวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 16.10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.86 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของกรวรรณ สืบสม และนพรัตน์ หมิมพลัด (2560, น. 118-127) ได้ระบุว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ด้วยการบูรณาการการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีมีผลดีมีผลผ่าน Google Classroom ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในระดับมาก เพราะนักเรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานผ่านวิธีการเรียนรู้แบบโครงการ รวมทั้งสามารถพูดคุยหรือสอบถามครูผู้สอนได้เมื่อมีปัญหาในการเรียน

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

5.3.1.1 ผู้วิจัยควรสำรวจการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตทั้งในสถานศึกษาและที่บ้านของนักเรียนและหาแนวทางแก้ไขปัญหานักเรียนที่ไม่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ เช่น ให้นักเรียนศึกษาจากไฟล์ที่สามารถเข้าถึงได้โดยไม่ต้องใช้อินเทอร์เน็ต

5.3.1.2 ผู้วิจัยควรให้ขอบเขตของการศึกษาด้วยตนเองของตัวนักเรียน แบบเฉพาะเจาะจงเรื่องที่ต้องศึกษาหรือเรื่องที่เกี่ยวข้องที่ต้องการศึกษา เพื่อไม่ให้ตัวนักเรียนเกิดความสับสน

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน นักเรียนจะได้ออกแบบแผนความคิดเกี่ยวกับเรื่องที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษา โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสรรค์แผนที่ความคิดของตนเองอย่างเต็มที่ ซึ่งเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน จึงควรมีการศึกษาคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

5.3.2.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน นักเรียนแต่ละบุคคลได้สร้างแผนผังที่แสดงความสามารถในการเรียนรู้ของตนเอง ในแต่ละสาระการเรียนรู้ ที่แสดงถึงระดับความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคนที่มีต่อการเรียนแต่ละสาระการเรียนรู้ จึงควรมีการศึกษาแนวคิดของนักเรียนจากแผนผังโน้ตส์ที่นักเรียนสร้างขึ้น





**บรรณานุกรม**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## บรรณานุกรม

- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงวิเคราะห์*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- กั้ววล เทียนกัณฑ์เทศน์. (2544). *การวัดการวิเคราะห์ การประเมินทางการศึกษาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริม.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). *การคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธราช 2542*. กรุงเทพฯ: บริษัทสยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธราช 2542*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรวรรณ สืบสม และนพรัตน์ หมีพลัด. (2560). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ด้วยการบูรณาการ การเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยี มัลติมีเดียผ่าน Google Classroom. *วารสารวิชาการ สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย*, 6(2), 118-127.
- จริยา ภูสีฤทธิ. (2550). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ John Dewey*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จุฑารัตน์ ศรีสารคาม. (2553). *การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านบ่อน้อยหนองงัวสว่างวิทย์ โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- จรรยา เจริญทอง. (2559). *การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). *เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ชัยรงค์ พรมงศ์. (2547). *กระบวนการสื่อสารการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชาติรี ลำราญ. (2548). *การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนแบบเทคนิคการสอนให้คิดโดยผู้ชีวิตจริง โดยอาศัยสิ่งแวดล้อมเป็นสื่อ*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสตรี-ศฤงศ์วงศ์.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2551). *การประเมินการเรียนรู้ : Learning Assessment*. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ชวาล แพร์ตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วิบูลย์การปก.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนิตา พันธุ์โสภณ และนารินทร์ กินเสน. (2560). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสำหรับการจัดการเรียนรู้รายวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*.  
ร้อยเอ็ด: มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด.
- โทนี บุชาน. (2541). *ใช้หัวคิด Use Your Head*. กรุงเทพฯ: ขวัญข้าว 95.
- ทิสนา แจมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- โทนี บุชาน. (2547). *How to Mind Map วิธีเขียนมายแมพ ฉบับเจ้าสำนัก*. กรุงเทพฯ: ขวัญข้าว 95.
- ทิสนา แจมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิชานนท์ ชุมแวงวาปี และลัดดา ศิลาน้อย. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคห้องเรียนกลับด้านนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชาสังคมศึกษา ส 21103. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 38(4), 7-14.
- ณัฐภรณ์ หลาวทอง. (2559). *การสร้างเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เดชา เฉชะวัฒน์ไพศาล และคณะ. (2557). การศึกษาเงินเนอเรนเบิร์กซ์และเงินเนอเรนซ์ในมุมมองต่อคุณลักษณะของตนเองและความคาดหวังต่อคุณลักษณะของเงินเนอเรนซ์อื่น. *วารสารจุฬาลงกรณ์ธุรกิจปริทัศน์*, 36(141), 1-17.
- นุชลี อุปภัย. (2555). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิชาภา บุรีกาญจน์. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาสุขศึกษาโดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับด้านที่มีผลต่อความรับผิดชอบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 9(2), 768-782.
- นิธิบณูรวี บือราเฮง และคณะ. (2559). ผลของการสอนแบบบูรณาการด้วยการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน สื่อประสม และนวัตกรรม คุณลักษณะศึกษาด้านทักษะทางสังคมที่มีต่อพฤติกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้ ศาสนประวัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสาร AL-NUR บัณฑิตวิทยาลัย*, 11(20), 135-150.

- เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ และสมประสงค์ เสนารัตน์. (2559). *หลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อภิชาตการพิมพ์.
- ประสาธ อิศรปรีดา. (2547). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา*. มหาสารคาม: ภาควิชาจิตวิทยาการศึกษา และการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (ตุลาคม-ธันวาคม 2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ชั้น. *วารสารวิชาการ*, 4(10), 25-30.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิค ฟรีนดิง.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). *การพัฒนาการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: เทคนิค ฟรีนดิง.
- ปรียาภรณ์ ตั้งคุณานันต์. (2557). *การจัดการห้องเรียนและแหล่งเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มิน เซอร์วิส ซัพพลาย.
- ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และพัลลภ พิริยะสุวรรณศ์. (2558). ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน. *ครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 6(2), 228-234.
- ผัสสพรรณ ธนอมพงษ์ชาติ. (2550). การพัฒนาความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษ เพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการบันทึกแบบคอร์ดเนลล์. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัยรายงานการวิจัยคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 20(3), 393.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พิชิต ฤทธิจรรยา. (2544). *หลักการวัดและการประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ราชภัฏพระนคร.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2544). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. ปัตตานี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พิชญ์ พงศ์ศิริ. (2552). *การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย*. กรุงเทพฯ: ด้านสหวิชาการพิมพ์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2555). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.
- เพชรรัตน์ เวฬุคามกุล และวราวุฒิ พุทธิให้. (2555). การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาหลักชีววิทยา เรื่องการแบ่งเซลล์. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- พัชญา บุตรยะถาวร และคณะ. (2559). ผลการสอนของวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์และวิธีการสอนแบบสืบเสาะเรื่องระบบไหลเวียนเลือด. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 10(8), 1.

- ไพศาล วรคำ. (2561). *การวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 9. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหา ไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภานุวัฒน์ เวททำ. (2559). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 12(ฉบับพิเศษ), 179-185.
- เมธา อึ้งทอง และคณะ. (2561). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาหลักวิชาชีวพฤกษ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยชนบุรี*, 12(29), 82-92.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คพับลิเคชั่น.
- ลักขณา ศิริวัฒน์. (2549). *การคิด*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *ครูเพื่อศิษย์ : สร้างห้องเรียนกลับด้าน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอส.อาร์.พรินติ้ง แมสโปรดักส์.
- วนิช สุขารัตน์. (2547). *ความคิดและความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วันเฉลิม อุดมทวี และปริญญา ทนันทชัยบุตร. (2557). การพัฒนาความสามารถการคิดเชิงบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นพื้นฐานร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 37(1), 125-132.
- วิไลวรรณ สารมะ และสิรินาถ จงกลกลาง. (2561). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Learning Together เรื่อง โปรแกรม Msw Logo ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารราชพฤกษ์*, 16(1), 107-115.
- วีณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิม. (2554). *รูปแบบการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วสันต์ ศรีหิรัญ. (2560). ห้องเรียนกลับด้านกับการคิดวิเคราะห์. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 14(65), 19-27.

- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิรินันท์ บำรุงกุล. (2549). *การพัฒนาชุดฝึกการคิดวิเคราะห์ เรื่องการเคลื่อนที่ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 3 ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์.
- ศจี อนันต์นพคุณ. (2542). *กลวิธีบริหารงานอย่างมีประสิทธิภาพ*. สงขลา: วิทยาลัยพยาบาล.
- สมนึก กัททิษณี. (2545). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กาฬสินธุ์: ประสารการพิมพ์.
- เสถียร โตรัตน์. (2546). *การสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์*. *ศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 1(1), 26-30.
- สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ. (2560). *การขับเคลื่อนการศึกษามัธยมศึกษาไทย 4.0 เพื่อการมีงานทำแห่งศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2545). *การเรียนการสอนภาษาไทยแบบมุ่งประสบการณ์ภาษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล*. กรุงเทพฯ: อีเตอร์เอ็ดดูเคชั่นซัพพลายส์.
- สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). *ห้องเรียนกลับทาง : ห้องเรียนมิติใหม่ในศตวรรษที่ 21*. *การประชุมผู้บริหารโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่เขต 2*, (หน้า 1-13).
- สุวิทย์ มูลคำ. (2556). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). *เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้นตอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง ชีววิทยา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- อนุวัติ คุณแก้ว. (2558). *การวัดผลและประเมินผลการศึกษาแนวใหม่*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาลาวีเย สะอะ. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). สงขลานครินทร์: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Arnol, H. J. and Feldman. (1986). Job Satisfaction and Personal Characteristics of Administrative Staff in South West Nigeria Universities. *Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies (JETERAPS)*, 3(1), 46.
- Chung Kwan Lo. (2018, February). Grounding the flipped classroom approach in the foundations of educational technology. *Education Tech Research Dev*, 66, 793-811.
- Bergman G. and Sams S. (2012). *Flip Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day*. USA: Colorado Publishing.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objective : The classification of educational goals*. New York : David McKay.
- Bayer, Barry K. improving. (1997). *Student Thinking. A comprehensive Approach*. America: Allyn and Bacon.
- Fezile Ozdamli. (2017, April). The Flipped Classroom Approach Based on the 5E Learning Cycle Model - 5ELFA. *Croatian Journal of Education*, 19(4), 1131-1166.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill.
- Gronlund, Norman E. (1993). *How to Make Achievement Tests and Assessment*. 5th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Herzberg, F., Bernard, M., & Barbara, B. S. (1959). *The motivation to work*. New York: John Wiley & Sons.
- Joyce, B. & Weil, M. & Showers, B. (1992). *Models of teaching*. Boston: Allyn and Bacon.
- Johnson, G. B. (2013). *Student perceptions of the flipped classroom*. British Columbia, Canada: The University of British Columbia.

- Lumpkin, Cunthia Rolen. (1991). "Effect of Teaching Critical Thinking Skills on the Critical Thinking Ability, Achievement and Retention of Social Studies Content by Fifth and Sixth Graders (Fifth Graders)". *Dissertation Abstracts International*, 51(2): 1084 - A. ; February.
- Marlowe, C. A. (2012). *The Effect of the Flipped Classroom On Student Achievement And Stress*. (A professional paper the Degree of Master of Science, Montana State University).
- Michail N. Giannakos, John Krogstie Norwegian. (2014, November). *Germany*. ACM must be honored.
- Marzano, Robert J. (2001). *Designing a New Taxonomy of Educational Objectives*. California : Corwin Press, Inc.
- Tucker, D.M. (2013). *Investigating the efficacy of a flipped science classroom*. Montana, United States: Montana State University.
- Wolman, B. B. (1973). *Dictionary of Behavioral Science*. New York: Van Nostrand Rein hold.
- Wallerstein, H. (1971). *Dictionary of psychology*. Maryland: Penguin.
- Windschiti, M. & Buttemer, H. (2000). *What Should the Inquiry Experience Be for the Learner*. Washington: The American Biology Teacher.
- Wright, L. (2015). *The impact of the flipped classroom on learning and problem solving of ninth grade biology students*. Montana, United States: Montana State University (MSU).
- R.S. Davies, D.L. Dean and Nick Ball. (2013). Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 61(4): 563-580.
- Sternberg, Robert J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. New York: Cambridge University Press.





**ภาคผนวก**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

( ตัวอย่าง )

## แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
รหัสวิชา ว 30245 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 16 ยีนและโครโมโซม  
เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม  
โรงเรียนวาปีปทุม

รายวิชา ชีววิทยา เพิ่มเติม  
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562  
เวลา 2 ชั่วโมง  
ผู้สอน นางสาวชาพร พิมวัน

## 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่ 4 สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุป เกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม

## 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซมได้ถูกต้อง (K)
2. ออกแบบสร้างกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซมได้ถูกต้อง (P)
3. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน มีความอดทน การแสดงความคิดเห็น (A)

## 3. สาระสำคัญ

ไรโบโซมมีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์โปรตีนในสิ่งมีชีวิต โดยอ่านข้อมูลจาก mRNA ไปเป็นโปรตีน mRNA ซึ่งมีรหัสพันธุกรรมสามารถบอกถึงลำดับของกรดอะมิโนในโปรตีนนั้น ๆ เมื่อใช้ mRNA เป็นแม่แบบ ไรโบโซมจะแปลรหัสทีละตัว (3 นิวคลีโอไทด์) ไปจับคู่กับกรดอะมิโนที่ tRNA นำเข้ามา ซึ่ง tRNA จะมีลำดับเบสที่เป็นคู่สมกับรหัสพันธุกรรมที่ปลายข้างหนึ่งและปลายอีกข้างหนึ่งจะจับกับกรดอะมิโน ชิ้นส่วนไรโบโซมชิ้นเล็กจะจับกับ tRNA ที่มีกรดอะมิโน แม่ไทโอนีน จับกับรหัส AUG บน mRNA แล้วจึงจับกับชิ้นส่วนขนาดใหญ่ ไรโบโซมมีส่วนที่จับกับ RNA สามด้านคือ ด้าน A site จับกับ tRNA ที่มีกรดอะมิโน ด้าน P tRNA ที่จับกับเพปไทด์ที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ และด้าน E site จับกับ tRNA อิสระก่อนจะออกจากไรโบโซม การสังเคราะห์โปรตีนเริ่มต้นที่รหัสพันธุกรรมเริ่มต้น AUG ใกล้กับปลาย 5' ของ mRNA mRNA จับกับด้าน P site ของไรโบโซม

ก่อนไรโบโซมสามารถจำแนกหัสพันธุกรรมเริ่มต้นโดยใช้ Shine-Dalgarno sequence ของ mRNA ในโปรคาริโอตและ Kozak box ในยูคาริโอต

#### 4. ตารางการเรียนรู้

##### ความรู้ (K)

1. การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม

##### ทักษะ/กระบวนการ (P)

1. ทักษะการลงข้อสรุป
3. ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม
4. ทักษะการคิดวิเคราะห์
5. ทักษะการนำเสนอ

##### คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
2. การร่วมแสดงความคิดเห็น
3. การตรงต่อเวลา

#### 5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

##### ชั้นนอกชั้นเรียน (Out Class Activities)

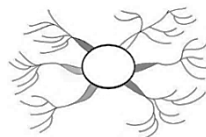
##### ขั้นเตรียม

- ครูสร้างกลุ่มออนไลน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เว็บ Google Classroom

- จากนั้นครูจะมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนกลับไปศึกษาเนื้อหาในเรื่อง การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม จากวิดีโอที่ครูได้แชร์ไว้ในกลุ่ม Google Classroom ประจำห้อง ซึ่งวิดีโอดังกล่าวมาจาก YouTube หรือ วิดิทัศน์ที่ครูสร้างขึ้นเอง ซึ่งนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้ด้วยตนเองจากหนังสือเรียนหรือจากแหล่งอื่น ๆ ที่น่าเชื่อถือ โดยที่มิครุให้คำแนะนำ

- พร้อมกับมอบหมายให้บันทึกเป็น Mind Map ตามรูปแบบของ Tony Buzan โดยที่นักเรียนสามารถจดหรือสร้าง Mind Map ในโปรแกรม Word หรือ PowerPoint หรือ วาดด้วยมือก็ได้ แล้วอัปโหลดเข้า Google Classroom ตามหัวข้องานที่ได้ชี้แจงใน Google Classroom ซึ่งมีตัวอย่างดังนี้

บันทึกในรูปของ Mind Map ตามรูปแบบ Tony Buzan



ภาพที่ 1 การสรุปบันทึกเป็น Mind Map

- กำหนดให้ส่งการสรุปบันทึกใน Google Classroom ก่อนเข้าเรียน 1 วัน เพื่อตรวจการจดบันทึกของนักเรียน

- ให้นักเรียนศึกษาและทำใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ออกแบบสร้างกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ

• ครูได้ตั้งคำถามใน Google Classroom เพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปและบันทึกเป็น Mind Map โดยมีคำถามดังต่อไปนี้

• นักเรียนทราบมาแล้วว่า การที่จะสังเคราะห์ DNA ได้ต้องใช้ mRNA และ Ribosome

• แต่นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม นั้นเป็นอย่างไร กระบวนการนั้นมีหลักการสร้างอย่างไร แล้วการสังเคราะห์โปรตีนนั้นมีความสำคัญอย่างไร

• ให้นักเรียนศึกษาจากวิดีโอที่ครูได้แชร์แล้วสรุปเป็น Mind Map

ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา

• ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 6-7 โดยที่คละตามความสามารถคนเก่ง อ่อน และปานกลาง แล้วให้ศึกษาและร่วมกลุ่มทำกิจกรรม เรื่อง ออกแบบสร้างกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม จากนอกห้องเรียน

• นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าจากวิดีโอที่ครูได้แชร์ไว้ จากหนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชีววิทยาเล่ม 4 และการสรุปบทเรียนที่นักเรียนได้สรุปไปก่อนหน้านี้ หรือศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือได้โดยครูก็จะทำหน้าที่คอยให้คำปรึกษา

• ขั้นตอนการทำกิจกรรมมีดังนี้

1. โดยอุปกรณ์มี กระดาษบรูฟ 1 แผ่น ปากกาเคมี 2 แท่ง

2. ให้นักเรียนสืบค้นและศึกษากระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซมว่ามีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง

3. จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันวางแผนออกแบบกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซมโดยใช้การวาดภาพกระบวนการสังเคราะห์ DNA แต่ละขั้นตอน พร้อมอธิบายกำกับ

4. เมื่อวางแผนออกแบบเสร็จแล้ว ให้นักเรียนวาดกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซมใส่กระดาษปรีฟให้สวยงาม ตามที่ได้ออกแบบไว้

5. เมื่อออกแบบวาดเสร็จ ให้นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มก่อนมานำเสนอในห้องเรียน แต่ละกลุ่มจะส่งตัวแทน นำเสนอกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม และอภิปรายความสำคัญของโปรตีน

### งานในชั้นเรียน (In Class Activities)

#### ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (50 นาที)

- จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอกิจกรรมหน้าชั้นเรียน โดยอภิปรายกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซมและสรุปความสำคัญของกระบวนการสังเคราะห์

- หลังจากการนำเสนอเสร็จ นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากกิจกรรมอีกครั้ง

- จากการอภิปรายของนักเรียน นักเรียนควรสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

การแปลรหัส (Translation) คือการที่ RNA ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนซึ่งต้องอาศัย mRNA, tRNA, rRNA ไรโบโซม (Ribosome) และแฟกเตอร์ต่าง ๆ mRNA จะทำหน้าที่เป็นแม่แบบ ส่วนไรโบโซมจะแปลรหัสจากลำดับเบสบน mRNA ในทิศ 5' - 3' ให้เป็นลำดับกรดอะมิโนในสายโพลีเปปไทด์หรือโปรตีน (จากปลายอะมิโนไปยังปลายคาร์บอกซิล) โดยมี tRNA เป็นตัวนำกรดอะมิโนมาเรียงกันตามลำดับเบสของ mRNA กรดอะมิโนตัวหนึ่ง ๆ จะแปลรหัสมาจากลำดับเบส 3 ตัว เรียก ทริเปต โคดอน (Triplet codon)

1. mRNA ที่สร้างได้จาก Transcription ออกจากนิวเคลียส เข้าสู่ไซโทพลาสซึม เพื่อเข้าสู่กระบวนการ Translation หรือ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

2. ไรโบโซม 2 หน่วยย่อย (Small Subunit & Large Subunit) และ tRNA จะมาประกบเข้ากับ mRNA

3. tRNA เริ่มสร้างสายโพลีเปปไทด์ จากการเชื่อมกรดอะมิโนเข้าที่ปลาย 3' ด้วยพันธะโควาเลนต์ อีกด้านของ tRNA จะเป็นบริเวณที่เข้ากับเบส 3 ตัวบน mRNA เรียกว่า Anticodon ทั้งนี้เบสทุก ๆ 3 ตัวใน mRNA เรียกว่า 1 Codon

4. การแปลรหัส Codon ต้องเริ่มที่รหัส AUG บน mRNA ซึ่งจะได้เป็นกรดอะมิโน เมไทโอนีน (Met) เสมอ ทิศทางการแปลต้องเริ่มจากด้าน 5' - 3' เสมอ โดยอ่านทีละ 3 ลำดับเบส (Triplet Code) และต้องไม่อ่านซ้อน ไม่อ่านข้าม ไม่อ่านซ้ำกันด้วย โดย 1 Codon จะได้กรดอะมิโน 1 โมเลกุล

5. กรดอะมิโนที่สร้างขึ้นต่อกัน จะเชื่อมกันด้วยพันธะเพปไทด์ (Peptide Bond) การแปลจะสิ้นสุดลง เมื่อไรโบโซมเคลื่อนที่มาเจอรหัสหยุด คือ UAA, UAG และ UGA

6. กรดอะมิโนเข้ามาต่อสายพอลิเพปไทด์ ซึ่งที่รหัสหยุดจะไม่ได้กรดอะมิโนเพิ่มขึ้น

7. Releasing Factor เข้ามาจับแทน tRNA เกิดการปลดสายพอลิเพปไทด์ออก พร้อมทิ้งปลดปล่อย mRNA และไรโบโซมออกจากกัน

8. การสังเคราะห์โปรตีนสิ้นสุดลง

• จากนั้นครูได้ให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซมเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

#### ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (35 นาที)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาเรื่อง “การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม” เพื่อให้นักเรียนเข้าใจอย่างถ่องแท้

2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซมโดยใช้คำถามดังนี้

• ครูตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายเพิ่มเติมว่า การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซมมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซมอภิปรายได้ดังนี้

• ไรโบโซมมีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์โปรตีนในสิ่งมีชีวิต โดยอ่านข้อมูลจาก mRNA ไปเป็นโปรตีน mRNA มีรหัสพันธุกรรม ซึ่งจะบอกถึงลำดับของกรดอะมิโนในโปรตีนนั้น ๆ เมื่อใช้ mRNA เป็นแม่แบบ ไรโบโซมจะเปลี่ยนรหัสแต่ละตัว (3 นิวคลีโอไทด์) ไปจับคู่กับกรดอะมิโนที่ tRNA นำเข้ามา tRNA จะมีลำดับเบสที่เป็นคู่สมกับรหัสพันธุกรรมที่ปลายข้างหนึ่งและปลายอีกข้างหนึ่งจะจับกับกรดอะมิโน ชิ้นส่วนไรโบโซมชิ้นเล็กจะจับกับ tRNA ที่มีกรดอะมิโน เมไทโอนีน จับกับรหัส AUG บน mRNA แล้วจึงจับกับชิ้นส่วนขนาดใหญ่ ไรโบโซมมีส่วนที่จับกับ RNA สามด้านคือ A, P, และ E ด้าน A site จับกับ tRNA ที่มีกรดอะมิโน ด้าน P tRNA ที่จับกับเพปไทด์ที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ และด้าน E site จับกับ tRNA อิสระก่อนจะออกจากไรโบโซม การสังเคราะห์โปรตีนเริ่มต้นที่ รหัสพันธุกรรมเริ่มต้น AUG ใกล้กับปลาย 5' ของ mRNA, mRNA จับกับด้าน P site ของไรโบโซมก่อน ไรโบโซมสามารถจำแนกรหัสพันธุกรรมเริ่มต้นโดยใช้ Shine-Dalgarno sequence ของ mRNA ในโปรคาริโอตและ Kozak box ในยูคาริโอต

• ในเซลล์แบคทีเรีย การสังเคราะห์ไรโบโซมเกิดในไซโทพลาสซึมจากการทรานสคริปชันของไรโบโซมอลีนที่เรียงตัวแบบโอเปอรอน ในยูคาริโอตและเซลล์แบคทีเรียบางชนิด การสังเคราะห์เกิดขึ้นทั้งในไซโทพลาสซึมและนิวเคลียสของเซลล์ยูคาริโอต กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับการทำงานของโพรตีน 200 ชนิด และการตัดแต่ง rRNA 4 ชนิด แล้วจึงรวม rRNA เข้ากับไรโบโซมอลโพรตีน

### ขั้นที่ 5 การประเมินผล (15 นาที)

1. ครูประเมินผลจากการไบบันทึกรูปแบบ Mind Map ของนักเรียน เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจ วัดทักษะวิเคราะห์และการลงข้อสรุป โดยการตรวจให้คะแนน
2. ครูประเมินผลจากใบงาน เรื่อง การสังเคราะห์โพรตีนที่ไรโบโซม เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจ และการลงข้อสรุป โดยการตรวจให้คะแนน
3. ครูประเมินผลจากใบกิจกรรม เรื่อง ออกแบบสร้างกระบวนการสังเคราะห์โพรตีนที่ไรโบโซม เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจ วัดทักษะการคิดวิเคราะห์, ทักษะการทำงานเป็นกลุ่มและทักษะการลงข้อสรุป โดยการตรวจให้คะแนน
4. ครูประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ

## 6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

### 6.1 สื่อการเรียน

- 6.1.1 PowerPoint เรื่อง การสังเคราะห์โพรตีนที่ไรโบโซม
- 6.1.2 ใบงาน เรื่อง การสังเคราะห์โพรตีนที่ไรโบโซม
- 6.1.3 ไบบันทึกรูปแบบ Mind Map
- 6.1.4 ใบกิจกรรม เรื่อง ออกแบบสร้างกระบวนการสังเคราะห์โพรตีนที่ไรโบโซม
- 6.1.5 หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ของ สสวท.
- 6.1.6 สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์โพรตีนที่ไรโบโซม: Youtube.com

### 6.2 แหล่งเรียนรู้

- 6.2.1 เว็บไซต์ “Google” พิมพ์คำที่ต้องการค้นหา “.....” กดค้นหา
- 6.2.2 ห้อง Resource Center ของโรงเรียนวชิรวิทย์



## 7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการประเมิน	เกณฑ์
<b>พุทธิพิสัย (K)</b>			
- การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม	- ใบงาน เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม - ใบบันทึกแบบ Mind Map	- ตรวจให้คะแนนใบงาน - ตรวจให้คะแนนจาก Mind Map	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป
<b>ทักษะพิสัย (P)</b>			
- ออกแบบสร้างกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม	- ใบกิจกรรม เรื่อง ออกแบบสร้างกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม	- ตรวจให้คะแนนจากชิ้นงาน	- ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป
<b>จิตพิสัย (A)</b>			
- ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น - การร่วมแสดงความคิดเห็น - การตรงต่อเวลา	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตจากพฤติกรรมระหว่างเรียนและระหว่างอภิปรายของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

ครูชำนาญการพิเศษ

ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียน

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)





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

**เกณฑ์การประเมินผลปฏิบัติงาน**

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ให้ 3 คะแนน	ให้ 2 คะแนน	ให้ 1 คะแนน
1. ลำดับขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีน	เขียนขั้นตอนกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนได้ถูกครบถ้วน	เขียนขั้นตอนกระบวนการสังเคราะห์ได้ถูก 2 ขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีน	เขียนขั้นตอนกระบวนการสังเคราะห์ได้ถูก 1 ขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีน
2. วิธีการออกแบบ	มีความสวยงาม เช่น เป็นระเบียบดูง่าย	มีความสวยงาม ดูค่อนข้างยาก ไม่ชัดเจน เช่น ตัวหนังสือเล็ก หรือสีผิดเพี้ยน	ไม่มีความสวยงาม เช่น ไม่ชัดเจน หรือ มองไม่เห็นตัวหนังสือ
3. วิธีการนำเสนอ	การนำเสนอผลงานมีความแปลกใหม่น่าสนใจ	การนำเสนอผลงานค่อนข้างแปลกใหม่น่าสนใจ	การนำเสนอผลงานไม่ค่อยแปลกใหม่

**เกณฑ์การประเมิน**

สรุปผลการประเมิน การผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมตั้งแต่ 5 คะแนนขึ้นไป เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมิน (ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้ หรือระดับ 2 ขึ้นไป)

คะแนน	ระดับคุณภาพคะแนน
คะแนน 7 - 9	ดี
คะแนน 5 - 7	พอใช้
ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง

### เกณฑ์การประเมินผลแบบบันทึก Mind Map

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ให้ 3 คะแนน	ให้ 2 คะแนน	ให้ 1 คะแนน
1. เนื้อที่จดบันทึก	เนื้อที่จดบันทึกครบถ้วน	เนื้อที่จดบันทึกขาด 1-2 ส่วน	เนื้อที่จดบันทึกขาด 3 ส่วนขึ้นไป
2. การออกแบบ	มีการใช้ตัวอักษรและสีเส้น เร้าความสนใจ มีมาตราส่วนและสมดุลของภาพ	มีการใช้ตัวอักษรและสีเส้น เร้าความสนใจ มีมาตราส่วนและสมดุลของภาพ	มีการใช้ตัวอักษรและสีเส้น น่าสนใจ ขาดมาตราส่วนและสมดุลของภาพ
3. ความสวยงาม	ความเป็นระเบียบ มีสีเส้นสวยงาม	ความเป็นระเบียบ มีสีเส้นค่อนข้างสวยงาม	ไม่ค่อยมีความเป็นระเบียบ มีสีเส้นพอใช้ได้

### เกณฑ์การประเมิน

สรุปผลการประเมิน การผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมตั้งแต่ 5 คะแนนขึ้นไป เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมิน (ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้ หรือระดับ 2 ขึ้นไป)

คะแนน	ระดับคุณภาพคะแนน
คะแนน 7 - 9	ดี
คะแนน 5 - 7	พอใช้
ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง

### เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพคะแนน		
	ให้ 3 คะแนน	ให้ 2 คะแนน	ให้ 1 คะแนน
1. ความมุ่งมั่นในการทำงาน	มีความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรม มีส่วนร่วมทุกขั้นตอน	มีความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรม มีส่วนร่วมน้อย	ความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรม ไม่ค่อยให้ความสนใจ
2. การร่วมแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน	มีความกล้าแสดงความคิดเห็น เมื่อครูถามคำถามหรืออภิปราย มากกว่า 3 ครั้งต่อคาบ	มีความกล้าแสดงความคิดเห็น เมื่อครูถามคำถาม 2 ครั้งต่อคาบ	ไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ในคาบ 1 ครั้งต่อคาบ
3. การส่งงานตรงเวลา	การส่งงานตรงต่อเวลา	การส่งงานช้า 5-10 นาที	การส่งงานช้า ครึ่งวันหรือ 1-2 วัน ขึ้นไป

### เกณฑ์การประเมิน

สรุปผลการประเมิน การผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมตั้งแต่ 5 คะแนนขึ้นไป เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมิน (ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้ หรือระดับ 2 ขึ้นไป)

คะแนน	ระดับคุณภาพคะแนน
คะแนน 7 - 9	ดี
คะแนน 5 - 7	พอใช้
ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
เอกสารแนบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

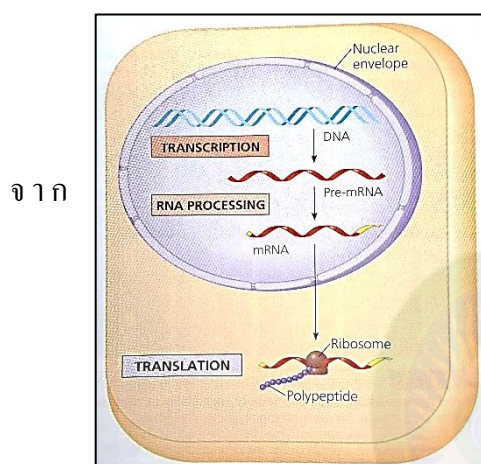


## ใบความรู้

### เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม

การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม มีขั้นตอนการสังเคราะห์ดังนี้

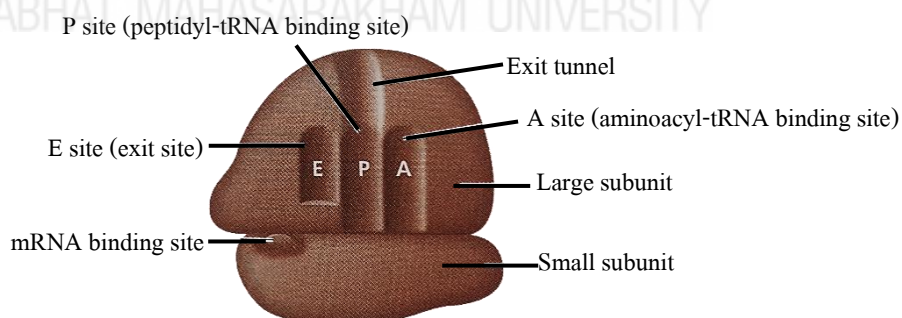
1. mRNA ที่สร้างได้จาก Transcription ออกจากนิวเคลียส เข้าสู่ไซโทพลาสซึม เพื่อเข้าสู่กระบวนการ Translation หรือ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน



ภาพที่แสดงการเคลื่อนที่ของ mRNA ออกจากออกนิวเคลียส เข้าสู่ไซโทพลาสซึม

ที่มา : Neil A. , Jane B. (2005). Biology.

2. ไรโบโซม 2 หน่วยย่อย (Small Subunit & Large Subunit) และ tRNA จะมาประกบเข้ากับ mRNA



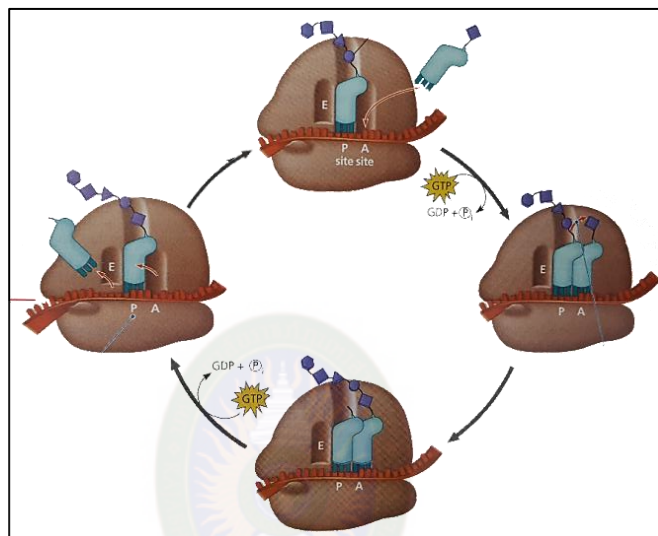
ภาพไรโบโซม 2 หน่วยย่อย

ที่มา : Neil A. , Jane B. (2005). Biology.

3. tRNA เริ่มสร้างสายพอลิเพปไทด์ จากการเชื่อมกรดอะมิโนเข้าที่ปลาย 3' ด้วยพันธะโควาเลนต์ อีกด้านของ tRNA จะเป็นบริเวณที่เข้ากับเบส 3 ตัวบน เรียกว่า Anticodon ทั้งนี้เบสทุก ๆ 3 ตัวใน mRNA เรียกว่า 1 Codon

4. การแปลรหัส Codon ต้องเริ่มที่รหัส AUG บน mRNA ซึ่งจะได้เป็นกรดอะมิโน เมไทโอนีน เสมอ ทิศทางการแปลต้องเริ่มจากด้าน 5' - 3' เสมอ โดยอ่านทีละ 3 ลำดับเบส (Triplet Code) และต้องไม่อ่าน โดย 1 Codon จะได้กรดอะมิโน 1 โมเลกุล

5. กรดอะมิโนที่สร้างขึ้นต่อกัน จะเชื่อมกันด้วยพันธะเพปไทด์ การแปลจะสิ้นสุดลง เมื่อไรโบโซมเคลื่อนที่มาเจอรหัสหยุด คือ UAA, UAG และ UGA



ภาพแสดงการสังเคราะห์กรดอะมิโน

ที่มา : Neil A. , Jane B. (2005). Biology.

6. กรดอะมิโนเข้ามาต่อสายพอลิเพปไทด์ ซึ่งที่รหัสหยุดจะไม่ได้กรดอะมิโนเพิ่มขึ้น

7. Releasing Factor เข้ามาจับแทน tRNA เกิดการปลดสายพอลิเพปไทด์ออก พร้อมทั้งปลดปล่อย mRNA และไรโบโซมออกจากกัน

8. การสังเคราะห์โปรตีนสิ้นสุดลง

**ใบงาน**  
**เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม**

ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบข้อคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง โดยศึกษาจากหนังสือเรียน แบบจดบันทึก Mind Map ของนักเรียนหรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ

1. ในการสังเคราะห์โปรตีนสิ่งใดเป็นตัวกำหนดชนิดของกรดอะมิโน .....
2. mRNA คือ .....
3. tRNA คือ .....
4. rRNA คือ .....
5. กระบวนการ Translation คือ .....
6. รหัสเริ่มต้น คือ ..... รหัสหยุด คือ .....
7. ถ้ากำหนดให้อักษรต่าง ๆ ต่อไปนี้แทนขั้นตอนต่าง ๆ ของการสังเคราะห์โปรตีน  
 A = mRNA เคลื่อนที่ออกจากนิวเคลียส      D = กรดอะมิโนเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว  
 B = ไรโบโซมเคลื่อนที่ไปตาม mRNA      E = tRNA นำกรดอะมิโนมายัง mRNA  
 C = DNA ในนิวเคลียสสร้าง mRNA

ใช้ตอบคำถามข้อที่ 8-10 ถ้าโคดอนของ mRNA โมเลกุลหนึ่งมีลำดับเบสดังนี้

5' CUAGUAUUUAUGGUAGGCGUUAG 3'

8. ลำดับเบสของ tRNA คือ .....
9. ลำดับเบสของกรดอะมิโน คือ .....
10. ลำดับเบสบนสาย DNA ที่เป็นแม่พิมพ์ คือ .....

**แบบเฉลย ใบงาน**  
**เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม**

ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบข้อคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง โดยศึกษาจากหนังสือเรียน แบบจดบันทึก Mind Map ของนักเรียนหรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ

1. ในการสังเคราะห์โปรตีนสิ่งใดเป็นตัวกำหนดชนิดของกรดอะมิโน รหัสพันธุกรรมบน mRNA
2. mRNA คือ เป็น RNA ..... ที่ทำหน้าที่นำรหัสการสร้างโปรตีนจาก DNA
3. tRNA คือ เป็นโมเลกุล RNA ..... ที่มีขนาดเล็ก ทำหน้าที่นำกรดอะมิโนที่สอดคล้องกับรหัสการสร้างโปรตีนบนสาย mRNA ..... มาต่อกันเป็นสายพอลิเพปไทด์
4. rRNA คือ เป็น RNA ที่เป็นองค์ประกอบของไรโบโซม ..... ซึ่งเป็นออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
5. กระบวนการ Translation คือ เป็นกระบวนการที่ tRNA นำกรดอะมิโนชนิดที่ตรงกับโคดอนของ mRNA ..... มายังไรโบโซม เพื่อต่อกันเป็นสายยาวตามรหัสพันธุกรรมของ mRNA
6. รหัสเริ่มต้น คือ AUG ..... รหัสหยุด คือ UAA, UAG และ UGA
7. ให้นักเรียนเรียงลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องของการสังเคราะห์โปรตีน  
 A = mRNA เคลื่อนที่ออกจากนิวเคลียส      D = กรดอะมิโนเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว  
 B = ไรโบโซมเคลื่อนที่ไปตาม mRNA      E = tRNA นำกรดอะมิโนมายัง mRNA  
 C = DNA ในนิวเคลียสสร้าง mRNA  
 ..... C .....  A  B .....  E .....  D

ใช้ตอบคำถามข้อที่ 8-10 ถ้าโคดอนของ mRNA โมเลกุลหนึ่งมีลำดับเบสดังนี้

5' CUAGUAUUUAUGGUAGGGCGUUAG 3'

8. ลำดับเบสของ tRNA คือ UACCAUCCCGCA
9. ชื่อของกรดอะมิโนในสายพอลิเพปไทด์ คือ Met - Val - Gly - Arg
10. ลำดับเบสบนสาย DNA ที่เป็นแม่พิมพ์ คือ 3' GATCATAAATACCATCCCGCAATC 5'



## ใบกิจกรรม

### เรื่อง ออกแบบสร้างกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม

กลุ่มที่ .....

1. ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....
2. ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....
3. ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....
4. ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....
5. ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....
6. ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนออกแบบสร้างกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม โดยศึกษาตาม  
ขั้นตอนดังนี้

#### จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจออกแบบสร้างกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม
2. เพื่อให้นักเรียนได้คิดวางแผน ออกแบบและลงมือปฏิบัติจริงเกี่ยวกับกระบวนการ  
สังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม

#### วัสดุ/อุปกรณ์

1. กระดาษปรีฟ 1 แผ่น
2. ปากกาเคมี สีดำ 1 แท่ง สีแดง 1 แท่ง

#### วิธีปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนสืบค้นและศึกษาการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม
2. จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันวางแผนออกแบบสร้างกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม
3. เมื่อวางแผนออกแบบเสร็จแล้ว ให้นักเรียนวาดกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม  
ใส่กระดาษปรีฟให้สวยงาม ตามที่ได้ออกแบบไว้
4. พร้อมเขียนกำกับส่วนที่สำคัญ ชื่อของส่วนประกอบต่าง ๆ
5. เมื่อออกแบบเสร็จ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียน อธิบาย  
กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซมพร้อมตอบคำถามหรือแลกเปลี่ยนความรู้



### แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ..... แผนการจัดการเรียนรู้ที่ .....

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วบันทึกระดับคะแนนลงในตารางให้ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียนดังนี้

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน			รวม (9)	ผ่านเกณฑ์ ระดับ 2		หมายเหตุ
		การรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น (3)	การแสดงความคิดเห็น (3)	การส่งงานตรงเวลา (3)		ผ่าน	ไม่ ผ่าน	

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

( นางสาวชบาพร พิมวัน )

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู

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



ใบบันทึกแบบ Mind Map  
เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY





ภาคผนวก ข

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

( ตัวอย่าง )

**แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้**  
**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ DNA**  
**(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

**คำชี้แจง**

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) โรงเรียนวาปีปทุม โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่ามีความเหมาะสมต่อแผนการจัดการเรียนรู้และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

**เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้**

รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก	ให้ 4 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อย	ให้ 2 คะแนน
รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

**เกณฑ์การประเมิน**

4.51-5.00 หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50 หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมมาก
2.51-3.50 หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50 หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.50 หมายถึง	รายการประเมินที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>					
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้					
<b>2. สาระสำคัญ</b>					
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ชัดเจน เข้าใจง่าย					
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน					
<b>3. สาระการเรียนรู้</b>					
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน					
3.4 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน					
<b>4. เนื้อหา</b>					
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
4.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน					
<b>5. กิจกรรมการเรียนรู้</b>					
5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา					
5.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล					
5.3 เร้าความสนใจ ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้					
5.4 เหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 6					
5.5 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้</b>					
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน					
6.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรม					
6.3 ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน					
<b>7. การวัดและประเมินผล</b>					
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
7.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
7.3 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้					
7.4 วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ตามที่ระบุไว้					
7.5 เครื่องมือที่ใช้วัดเหมาะสมกับผู้เรียน					

## ตารางที่ ข.1

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน  
ร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	$\bar{X}$	S	ระดับ ความ เหมาะสม
1. จุดประสงค์การเรียนรู้									
1.1 เป็นไปตาม ตัวชี้วัด	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.83	0.08	มากที่สุด
1.2 มีความเป็นไป ได้	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.83	0.08	มากที่สุด
1.3 จุดประสงค์การ เรียนรู้ระบุไว้ ชัดเจน	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	5.00	4.87	0.10	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4.80	4.80	4.80	4.80	4.87	5.00	4.84	0.08	มากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	-	-	-
2. สาระสำคัญ									
2.1 กระชับ	4.80	4.80	5.00	4.80	4.80	5.00	4.87	0.10	มากที่สุด
2.2 เป็นไปตาม	4.80	4.80	5.00	4.80	4.80	5.00	4.87	0.10	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้ ในหลักสูตร									
2.3 มีความหมาย เข้าใจง่ายกับ ระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6)	4.80	4.80	4.80	5.00	4.80	5.00	4.87	0.10	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2	4.80	4.80	4.93	4.87	4.80	5.00	4.87	0.08	มากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.00	0.00	0.12	0.12	0.00	0.00	-	-	-

(ต่อ)

## ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนกที่ 1	แผนกที่ 2	แผนกที่ 3	แผนกที่ 4	แผนกที่ 5	แผนกที่ 6	$\bar{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
3. สารการเรียนรู้									
3.1 ความยากง่ายเหมาะสม	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.83	0.08	มากที่สุด
3.2 เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	4.80	4.80	5.00	4.80	4.80	5.00	4.87	0.10	มากที่สุด
3.3 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.83	0.08	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3	4.80	4.80	4.87	4.80	4.80	5.00	4.84	0.08	มากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	-	-	-
4. เนื้อหา									
4.1 เนื้อหา และภาษา มีความถูกต้อง	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.83	0.08	มากที่สุด
4.2 เนื้อหา มีความน่าเชื่อถือ	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 เป็นไปตามตัวชี้วัด	4.80	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.97	0.08	มากที่สุด
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน	4.87	4.93	4.93	4.93	4.93	5.00	4.93	0.04	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.83	0.08	มากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.00	-	-	-

(ต่อ)



ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	$\bar{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
5. กิจกรรมการเรียนรู้									
5.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสมตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้จากนอกห้องเรียน	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.83	0.08	มากที่สุด
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.83	0.08	มากที่สุด
5.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.80	4.80	5.00	5.00	5.00	5.00	4.93	0.10	มากที่สุด
5.4 ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้	5.00	4.80	5.00	5.00	5.00	5.00	4.97	0.08	มากที่สุด
5.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม	4.80	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.97	0.08	มากที่สุด
5.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม	4.80	4.80	5.00	4.80	4.80	5.00	4.87	0.10	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	4.83	4.83	4.93	4.90	4.90	5.00	4.90	0.06	มากที่สุด
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.08	0.08	0.10	0.11	0.11	0.00	-	-	-

(ต่อ)



( ตัวอย่าง )  
**แบบประเมินคุณภาพความเที่ยงตรง (IOC)**  
**( สำหรับผู้เชี่ยวชาญ )**

**ชื่อเครื่องมือ :** แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์  
**ผู้วิจัย :** นางสาวชบาพร พิมวัน  
**อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก :** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ดอกไม้  
**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม :** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี อินสำราญ

**วัตถุประสงค์**

เพื่อศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง คุณสมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน

**คำชี้แจง**

แบบประเมินครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องข้อคำถามกับองค์ประกอบการเรียนรู้ ซึ่งจะครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน ที่ต้องการวัดตามแนวคิดของบลูม ได้แก่ 1) การคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ, 2) การคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์ 3) การคิดวิเคราะห์ด้านหลักการ ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ในแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะในหัวข้อที่ควรปรับปรุง โดยที่บทความนั้นอ้างอิงมาจากบทความของ สสวท.

เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ถ้าข้อคำถามวัดได้ตรงวัตถุประสงค์	ให้ +1 คะแนน
ถ้าไม่แน่ใจข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงวัตถุประสงค์	ให้ 0 คะแนน
ถ้าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงวัตถุประสงค์	ให้ -1 คะแนน

ข้อสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์	คะแนนพิจารณา		
	+1	0	-1
<p><b>บทความ การสูญเสียน้ำในร่างกาย ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 1-3</b></p> <p>เมื่อกล่าวถึงการสูญเสียน้ำในร่างกาย ทางแพทย์จะหมายความถึง ภาวะของเหลวในร่างกายพร่อง (volume depletion) ซึ่งเป็นภาวะที่ร่างกายมีปริมาณน้ำลดลงในหลอดเลือด ถือเป็นภาวะปริมาณน้ำในร่างกายลดลงจากองค์ประกอบในหลอดเลือด ในขณะที่ภาวะขาดน้ำ (Dehydration) เป็นภาวะที่ร่างกายสูญเสียน้ำจากทั้งหลอดเลือดและเซลล์ของร่างกาย ภาวะขาดน้ำจะเกิดขึ้นเมื่อร่างกายสูญเสียน้ำจากหลอดเลือดและเซลล์ของร่างกาย ซึ่งแตกต่างจากภาวะของเหลวในร่างกายพร่อง แต่ก็ยังคงมีอาการหลายอย่างที่ทับซ้อนกัน เช่น ความกระหาย ความดันโลหิตลดต่ำลงจนก่อให้เกิดความสับสน นอกจากนี้ภาวะขาดน้ำยังส่งผลกระทบต่อระดับน้ำตาลในเลือด เนื่องจากระดับน้ำตาลในเลือดสูง จะดึงน้ำออกจากเซลล์เพื่อลดระดับน้ำตาล ดังนั้นผู้ที่เป็โรคนเบาหวาน จึงควรรักษาระดับน้ำตาลของร่างกายให้สมดุล และปรึกษาแพทย์ผู้เชี่ยวชาญอย่างสม่ำเสมอ การมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงทำให้ปัสสาวะมากขึ้น ซึ่งกรณีนี้ควรระมัดระวัง เนื่องจากมีการสูญเสียของเหลวจากทั้งในเซลล์ภายในและนอกเซลล์ อย่างไรก็ตามแพทย์มีความกังวลเกี่ยวกับภาวะทั้งสองถึงการรักษาสสมดุลของร่างกาย เนื่องจากน้ำช่วยรักษาอุณหภูมิในร่างกาย ช่วยในการหล่อลื่นของข้อต่อ และที่สำคัญเซลล์ร่างกายของเราพึ่งพาน้ำเพื่อการทำงานภายในระบบไหลเวียนโลหิต</p>			
<p>1. จากบทความข้างต้น กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ (วิเคราะห์ความสำคัญ)</p> <p>ก. น้ำเป็นส่วนหนึ่งของร่างกายที่ช่วยให้ระบบต่าง ๆ ทำงานไปได้ (3 คะแนน)</p> <p>ข. ภาวะขาดน้ำส่งผลกระทบต่อระดับน้ำตาลในเลือด (1 คะแนน)</p> <p><b>ค. การสูญเสียน้ำในร่างกาย (4 คะแนน)</b></p> <p>ง. ภาวะของเหลวในร่างกายพร่อง (2 คะแนน)</p>			
<p>2. ภาวะขาดน้ำเกี่ยวข้องกับระดับน้ำตาลในเลือดอย่างไร (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)</p> <p>ก. ภาวะขาดน้ำจะมีการสูญเสียน้ำในเลือด ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง (3 คะแนน)</p> <p><b>ข. เมื่อระดับน้ำตาลในเลือดสูงจะดึงน้ำออกจากเซลล์เพื่อลดระดับน้ำตาล ทำให้ระดับน้ำของร่างกายเสียสมดุล (4 คะแนน)</b></p> <p>ค. ระดับน้ำตาลในเลือดสูงมีสาเหตุที่แท้จริงมาจากภาวะของเหลวใน</p>			

ข้อสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์	คะแนนพิจารณา		
	+1	0	-1
ร่างกายพร่อง เนื่องจากมีสูญเสียน้ำในเลือดไปมาก (2 คะแนน)  ง. ภาวะขาดน้ำไม่ได้มีผลโดยตรงกับระดับน้ำตาลในเลือด (1 คะแนน)			
3. ภาวะของเหลวในร่างกายพร่องเกิดได้อย่างไร (วิเคราะห์หลักการ) <b>ก) ร่างกายมีการสูญเสียน้ำในหลอดเลือด (4 คะแนน)</b> ข. ร่างกายมีการสูญเสียน้ำในหลอดเลือดและในเซลล์ร่างกาย (1 คะแนน) ค. ในร่างกายมนุษย์เรามีการสูญเสียน้ำโดยการสูญเสียในเซลล์เท่านั้น (2 คะแนน) ง. ในการร่างกายจะมีปริมาณน้ำลดลงในน้ำเลือด (3 คะแนน)			
<b>บทความ ความเสี่ยงของอาหารมังสวิรัตินาทรง ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 4-6</b> <p>เด็กทารกเป็นวัยที่ควรได้รับปริมาณอาหารที่เหมาะสมและมีสารอาหารที่สมดุลกับความต้องการของร่างกาย อย่างไรก็ตามหลักฐานสนับสนุนว่า อาหารมังสวิรัตินาทรงเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ทำให้เด็กทารกไม่ได้รับสารอาหารเพียงพอต่อร่างกาย เด็กทารกต้องการสารอาหารจำนวนมาก ซึ่งผู้ปกครองอาจต้องเพิ่มน้ำหนักของเด็ก ๆ เป็น 3 เท่าในช่วง 12 เดือนแรก และเพื่อให้เด็กมีสารอาหารเพียงพอต่อการสนับสนุนการเจริญเติบโตของเซลล์ผิวหนัง กระดูก เลือด และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้ รวมทั้งมีความสมดุลของสารอาหารต่าง ๆ ที่เหมาะสม ทั้งนี้อาหารของเด็กทารกควรประกอบด้วยแหล่งโปรตีนและไขมันที่ดีร่วมกับผักและผลไม้ และแม้ว่าเด็กทารกจะไม่ได้รับกากใยอาหาร แต่ก็สามารถเติมได้โดยที่ไม่ขาดสารอาหารชนิดอื่น ๆ ใด ๆ ไรก็ดีไม่ควรให้เด็กรับประทานอาหารแปรรูปและอาหารที่เติมเกลือเพิ่ม อาหารจากพืชควรมีแหล่งโปรตีนรวมอยู่ เช่น มีอาหารของถั่วอบบนขนมปัง, ถั่วและข้าว, พาสต้าและถั่วโบโลเนส นั้นจะช่วยให้ทารกได้รับสารอาหารที่หลากหลายและเพียงพอต่อความต้องการ ปัญหาของการรับประทานพืชเป็นหลักคือ การได้รับวิตามินและแร่ธาตุบางอย่าง เช่น เหล็ก แคลเซียม ไอโอดีน สังกะสีวิตามินบี 12 และวิตามินดี ที่เพียงพอ เนื่องจากในพืช แร่ธาตุเหล่านี้ไม่เพียงถูกจำกัดการพบอยู่ในพืชบางชนิด แต่ยังเป็นเรื่องยากมากยิ่งขึ้นที่ร่างกายจะดูดซึมสารอาหารเมื่อมันอยู่ในอาหารประเภทเส้นใย แต่เนื่องจากวิตามินและแร่ธาตุเหล่านี้สามารถพบได้ในผลิตภัณฑ์จำพวกนมและไข่ นั้นจึงทำให้อาหารมังสวิรัตินาทรงที่หลากหลายจึงไม่น่าเป็นห่วง เนื่องด้วยทารกยังคงได้รับสารอาหารที่ดี</p>			
4. จากบทความข้างต้น กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ (วิเคราะห์ความสำคัญ) ก. ความเสี่ยงของอาหารมังสวิรัตินาทรง (3 คะแนน) <b>ข) ทารกควรได้รับประทานอาหารที่มีสารครบถ้วน สำหรับแต่ละช่วงวัย (4 คะแนน)</b>			

ข้อสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์	คะแนนพิจารณา		
	+1	0	-1
ก. บิดา มารดาควรให้ความสำคัญกับเรื่องอาหารของทารก (2 คะแนน) ง. อาหารมังสวิรัตเป็นอาหารที่ดีต่อเด็ก (1 คะแนน)			
5. จากข้อความข้างต้นทารกควรได้รับสารอาหารแบบใดที่จะเพียงพอต่อความต้องการ (วิเคราะห์ความสัมพันธ์) ก. บิดามารดาผู้กำลังตั้งท้องควรรับประทานอาหารที่มีเนื้อและผัก (2 คะแนน) ข. ทารกควรทานอาหารมังสวิรัต (1 คะแนน) ค. ทารกควรทานอาหารที่ประกอบด้วยแหล่งโปรตีนและไขมัน (3 คะแนน) <b>ง. อาหารมังสวิรัตที่หลากหลาย (4 คะแนน)</b>			
6. เหตุใดทารกจึงต้องทานมังสวิรัตที่หลากหลาย (วิเคราะห์หลักการ) ก. เพื่อจะได้รับประทานอาหารที่หลากหลาย (3 คะแนน) ข. เพื่อจะได้รับประทานอาหารที่ไม่น่าเบื่อสำหรับเด็ก (1 คะแนน) <b>ค. เพื่อจะได้รับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบ (4 คะแนน)</b> ง. เพื่อที่จะได้ไม่ขาดสารอาหารแม้ว่าจะไม่กินไข่หรือนม (2 คะแนน)			
<b>บทความ พลังงานของร่างกายมนุษย์ ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 7-9</b> <p>ทุกสิ่งมีชีวิตล้วนต้องใช้พลังงานจากแหล่งพลังงาน เพื่อขับเคลื่อนร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิต ถ้ามนุษย์ก็ต้องใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การออกกำลังกาย การทำงาน เป็นต้น เมื่อสิ่งมีชีวิตอย่างมนุษย์หรือสัตว์ขาดพลังงานจะทำให้เซลล์นั้นตายซึ่งมีผลทำให้เนื้อเยื่อและกระบวนการทำงานภายในร่างกายนั้นสิ้นสุดลง มนุษย์เราไม่สามารถสังเคราะห์แสงเพื่อเป็นอาหารและเป็นพลังงานได้เองอย่างพืช แต่ต้องอาศัยการเผาผลาญจากกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) จากสารอาหารที่รับประทานเข้าไปให้กลายเป็นพลังงานเพียงเท่านั้น โดยเก็บสะสมในรูปของสารเคมีที่มีพลังงานสูง ที่เรียกว่า ATP เพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ ร่างกายจะอาศัยการสลายไกลโคเจนแบบแอนแอโรบิก เป็นการดึงเอาพลังงานจากแหล่งสะสมพลังงานในจากร่างกายที่พบมากบริเวณกล้ามเนื้อและตับ นั่นคือการสลายไกลโคเจน ซึ่งเป็นพลังงานที่สูงและรวดเร็ว ไกลโคเจน ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคส การสลายไกลโคเจนจะผลิตพลังงานได้น้อยกว่าการใช้ ATP แต่เราสามารถใช้ประโยชน์ได้ในระยะเวลาสั้นกว่า การสลายไกลโคเจนและไขมันแบบแอโรบิก คือออกซิเจนและไขมันจะถูกแปลงเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำถูกปล่อยออกมาจากเลือดและปอด ออกซิเจนจะถูกลำเลียงไปยังกล้ามเนื้อต่าง ๆ ผ่านทางเลือดและปอด ถือเป็นกาเผาไหม้ที่สมบูรณ์ร่างกายจะใช้</p>			

ข้อสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์	คะแนนพิจารณา		
	+1	0	-1
ออกซิเจนเพื่อให้ได้พลังงานออกมาพลังงานในระบบนี้มีอยู่มหาศาลและสามารถใช้ได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ร่างกายสามารถออกกำลังกายได้เป็นเวลานานโดยไม่รู้ล้าหรือเหนื่อย และเมื่อไกลโคเจนในกล้ามเนื้อหมดไป ร่างกายจะเปลี่ยนไปเผาผลาญไขมันแทน			
<p>7. จากบทความข้างต้น กล่าวถึงเรื่องใดเป็นสำคัญ (วิเคราะห์ความสำคัญ)</p> <p>ก. พลังงานที่ร่างกายสร้างขึ้น (3 คะแนน)</p> <p>ข. ทุกสิ่งมีชีวิตล้วนต้องใช้พลังงานจากแหล่งพลังงาน (2 คะแนน)</p> <p><b>ค. กระบวนการเผาผลาญในร่างกาย (4 คะแนน)</b></p> <p>ง. การสลายไกลโคเจน เพื่อให้ได้พลังงาน (1 คะแนน)</p>			
<p>8. ถ้าหากขาดพลังงานร่างกายจะเป็นอย่างไร (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)</p> <p>ก. เซลล์ของร่างกายจะตายทีละส่วน (2 คะแนน)</p> <p>ข. ร่างกายจะไม่สามารถขยับได้ชั่วคราว แต่ยังคงหายใจได้ปกติ (1 คะแนน)</p> <p>ค. เซลล์นั้นจะตายและมีผลทำให้เซลล์ร่างกายอื่นเกิดการสร้างพลังงานขึ้น (3 คะแนน)</p> <p><b>ง. เซลล์นั้นตายและมีผลทำให้กระบวนการทำงานภายในร่างกายนั้นหยุดลง (4 คะแนน)</b></p>			
<p>9. การสลายไกลโคเจนแบบแอนแอโรบิก และแบบแอโรบิกใช้หลักการอย่างไร (วิเคราะห์หลักการ)</p> <p><b>ก. แบบแอนแอโรบิกจะไม่ใช้ออกซิเจน แต่การสลายไกลโคเจนและไขมันแบบแอโรบิกจะใช้ออกซิเจน (4 คะแนน)</b></p> <p>ข. แบบแอนแอโรบิกจะใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน แต่แบบแอโรบิกจะใช้ออกซิเจนอย่างเดียว (1 คะแนน)</p> <p>ค. หลักการในการสลายไกลโคเจนแบบแอนแอโรบิกและแบบแอโรบิกคล้ายกันแต่ให้พลังงานไม่เท่ากัน (3 คะแนน)</p> <p>ง. การสลายไกลโคเจนและไขมันแบบแอโรบิก สามารถใช้พลังงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าพลังงานที่ได้จากการสลายไกลโคเจนแบบแอนแอโรบิก (2 คะแนน)</p>			





( ตัวอย่าง )

## แบบประเมินคุณภาพความเที่ยงตรง (IOC)

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

ชื่อเครื่องมือ : แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : นางสาวชบาพร พิมวัน

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ดอกไม้

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี อินสำราญ

## วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน

## คำชี้แจง

แบบประเมินครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ซึ่งครอบคลุม 4 พฤติกรรมที่ต้องการวัดตามแนวคิดของบลูม ได้แก่ 1) ด้านความรู้-ความจำ, 2) ด้านความเข้าใจ, 3) ด้านการนำไปใช้ และ 4) ด้านการวิเคราะห์ ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะในหัวข้อที่ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ถ้าข้อคำถามวัดได้ตรงกับผลการเรียนรู้	ให้ +1	คะแนน
ถ้าไม่แน่ใจข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงผลการเรียนรู้	ให้ 0	คะแนน
ถ้าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงผลการเรียนรู้	ให้ -1	คะแนน

ข้อสอบ	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
	+1	0	-1	
<p>1. ข้อใดถูกต้อง (ความรู้ความจำ)</p> <p>ก. ยีน คือ ลำดับของนิวคลีโอไทด์ที่ต่อกันเป็นสายดีเอ็นเอ</p> <p>ข. ยีน คือ ส่วนของสายดีเอ็นเอที่สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังรุ่นต่อไปได้</p> <p><b>ค. ยีน คือ ลำดับของนิวคลีโอไทด์ที่ทำหน้าที่ในการกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต</b></p> <p>ง. ยีน คือ ส่วนของโครโมโซมที่เพิ่มจำนวนและถ่ายทอดไปยังเซลล์ลูก</p>				
<p>2. ข้อใดสนับสนุน DNA รุ่นใหม่จำลองมาจาก DNA รุ่นพ่อแม่แบบกึ่งอนุรักษ์ (semiconservative) (ความรู้ความจำ)</p> <p>ก. DNA รุ่นใหม่มีจำนวนเท่ากับรุ่นพ่อแม่</p> <p>ข. โครงสร้างของ DNA ในรุ่นลูกเหมือนพ่อหรือแม่ทุกประการ</p> <p>ค. ก่อนมีการสร้าง DNA รุ่นใหม่ DNA รุ่นพ่อแม่มีการแยกตัวแล้ว</p> <p><b>ง. DNA ในรุ่นใหม่มีองค์ประกอบของ DNA รุ่นก่อนปะปนอยู่ครึ่งหนึ่ง และปะปนอยู่ 1 ใน 4 ในรุ่นที่ 2</b></p>				

ข้อสอบ	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
	+1	0	-1	
<p>3. ข้อใดกล่าวผิด (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. A จับกับ T</p> <p>ข. C จับกับ G</p> <p><b>ค. nucleotide กลายเป็น polynucleotide ด้วยพันธะไฮโดรเจน</b></p> <p>ง. phosphodiester bond เชื่อมระหว่างหมู่ฟอสเฟตของ C ที่ 5' ของน้ำตาลในนิวคลีโอไทด์หนึ่งกับหมู่ไฮดรอกซิลของ C 3' ของน้ำตาลอีกนิวคลีโอไทด์หนึ่ง</p>				
<p>4. การสังเคราะห์ DNA ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นเมื่อใด (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. เมื่อก่อนเริ่มมีการแบ่งเซลล์</p> <p><b>ข. เมื่อเริ่มมีการแบ่งเซลล์</b></p> <p>ค. เมื่อเซลล์เริ่มสังเคราะห์ RNA</p> <p>ง. เมื่อเซลล์เริ่มสังเคราะห์โปรตีน</p>				
<p>5. ถ้าในการทดลองของอาร์เธอร์ คอนเบิร์ก ใช้เอนไซม์ DNA พอลิเมอเรสที่สกัดจากแบคทีเรีย <i>E. coli</i> นักเรียนสามารถใช้สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่นอกเหนือ <i>E. coli</i> ได้หรือไม่ (นำไปใช้)</p> <p><b>ค. ได้เพราะเป็นการทดลอง การสังเคราะห์ DNA ซึ่ง DNA เป็นสารพันธุกรรมที่คงที่</b></p> <p>ข. ไม่ได้เพราะจะต้องเป็นแบคทีเรียเท่านั้น</p>				

ข้อสอบ	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
	+1	0	-1	
<p>ค. อาจจะได้ เพราะการสังเคราะห์ DNA เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด</p> <p>ง. ข้อ ก และ ข ถูก</p>				
<p>6. โมเลกุล DNA ประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย และถ้าพอลินิวคลีโอไทด์สายหนึ่งมีลำดับเบสเป็น 5' ACGTCAG 3' พอลินิวคลีโอไทด์ของอีกสายที่เป็นคู่กันจะมีลำดับเบสเป็นอย่างไร (คิดวิเคราะห์)</p> <p>ก. 5' ACGTCAG 3'</p> <p><b>ข. 5' TGCAGTC 3'</b></p> <p>ค. 5' UGCAGUC 3'</p> <p>ง. 5' TTGTCAG 3'</p>				
<p>7. โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ เกิดจากการเรียงตัวของกรดอะมิโนตัวใด (ความรู้ความจำ)</p> <p>ก. คนปกติจะเป็น วาลีน คนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์จะเป็น ฮีสทีดีน</p> <p>ข. คนปกติจะเป็น ฮีสทีดีน คนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์จะเป็น วาลีน</p> <p><b>ค. คนปกติจะเป็น กรดกลูตามิก คนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์จะเป็น วาลีน</b></p> <p>ง. คนปกติจะเป็น วาลีน คนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์จะเป็น กรดกลูตามิก</p>				

ข้อสอบ	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
	+1	0	-1	
<p>8. ข้อใดที่บ่งบอกว่า DNA มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางพันธุกรรม (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. เนื่องจาก DNA อยู่ส่วนที่เล็กที่สุด จึงเป็นไปได้ว่า DNA มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางพันธุกรรม</p> <p>ข. เนื่องจากพบว่าในสิ่งมีชีวิตนั้นมีจำนวนนิวคลีโอไทด์หลายแบบ จึงเป็นไปได้ว่า DNA มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางพันธุกรรม</p> <p><b>ค. เนื่องจากพบว่าในสิ่งมีชีวิตมีเรียงลำดับคู่เบสแตกต่างกันหลายแบบและจำนวนของเบสที่ต่างกัน จึงเป็นไปได้ว่า DNA มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางพันธุกรรม</b></p> <p>ง. ไม่มีข้อใดถูก</p>				
<p>9. หากนักเรียนต้องแต่งงานกับบุคคลที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์นักเรียนควรวางแผนในการมีบุตรอย่างไร (นำไปใช้)</p> <p>ก. ไม่ควรมีลูกเลย เพราะลูกที่เกิดอาจจะไม่มีโอกาสรอด</p> <p>ข. ควรปรึกษากับครอบครัวก่อน</p> <p><b>ค. ควรปรึกษาและพบแพทย์อยู่เสมอ</b></p> <p>ง. ให้บุคคลที่เป็นโรค รักษาตัวจนหายขาดก่อน</p>				

ข้อสอบ	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
	+1	0	-1	
<p>10. ข้อใดสนับสนุน DNA รุ่นใหม่จำลองมาจาก DNA รุ่นพ่อแม่แบบกึ่งอนุรักษ์ (semiconservative) (ความรู้ความจำ)</p> <p>ก. DNA รุ่นใหม่มีจำนวนเท่ากับรุ่นพ่อแม่</p> <p>ข. โครงสร้างของ DNA ในรุ่นลูกเหมือนพ่อหรือแม่ทุกประการ</p> <p>ค. ก่อนมีการสร้าง DNA รุ่นใหม่ DNA รุ่นพ่อแม่มีการแยกตัวแล้ว</p> <p>Ⓒ DNA ในรุ่นใหม่มียีนประกอบของ DNA รุ่นก่อนปะปนอยู่ครึ่งหนึ่ง และ ปะปนอยู่ 1 ใน 4 ในรุ่นที่ 2</p>				
<p>11. ข้อใดเปรียบเทียบการทำงานของ DNA polymerase และ RNA polymerase ได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)</p> <p>Ⓒ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นได้เกิดจากปลาย 5' ไป 3' เหมือนกัน</p> <p>ข. ต้องการ nucleotide 4 ชนิดเหมือนกัน</p> <p>ค. สร้างสาร polynucleotide ได้จำนวนมากเหมือนกัน</p> <p>ง. เกิดขึ้นเมื่อเซลล์จะสร้างโปรตีนเหมือนกัน</p>				

ข้อสอบ	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
	+1	0	-1	
<p>12. นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้การทดลองของอาร์เธอร์ คอนเบิร์กได้ว่าอย่างไร (คิดวิเคราะห์)</p> <p>ก. DNA ที่สังเคราะห์ได้อัตราส่วนใกล้เคียงมาก ที่เป็น DNA แม่แบบ เป็นเช่นนี้เสมอไม่ว่าจะใช้ DNA ของสิ่งมีชีวิตชนิดใด</p> <p>ข. การสังเคราะห์ DNA สามารถเกิดขึ้นได้ในหลอดทดลองโดยไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นภายในเซลล์เท่านั้น</p> <p>ค. การสังเคราะห์ DNA ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในหลอดทดลอง จำเป็นต้องเกิดขึ้นภายในเซลล์เท่านั้น</p> <p><input checked="" type="radio"/> ข้อ ก และ ข ใช้ธิบายได้</p>				
<p>13. การสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นที่ใด (ความรู้ความจำ)</p> <p>ก. นิวเคลียส</p> <p>ข. เซลล์</p> <p><input checked="" type="radio"/> ไซโทพลาซึม</p> <p>ง. RNA แม่แบบ</p>				

ข้อสอบ	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
	+1	0	-1	
<p>14. ข้อใดที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีนน้อยที่สุด (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. ไรโบโซม และกรดอะมิโน</p> <p><b>ข) ร่างแหเอนโดพลาซิมและไลโซโซม</b></p> <p>ค. DNA และ RNA</p> <p>ง. RNA และไรโบโซม</p>				
<p>15. ถ้ากำหนดให้อักษรต่าง ๆ ต่อไปนี้แทนขั้นตอนต่าง ๆ ของการสังเคราะห์โปรตีน (คิดวิเคราะห์)</p> <p>A. = mRNA เคลื่อนที่ออกจากนิวเคลียส</p> <p>B. = ไรโบโซมเคลื่อนที่ไปตาม mRNA</p> <p>C. = DNA ในนิวเคลียสสร้าง mRNA</p> <p>D. = กรดอะมิโนเชื่อมกันเป็นสายยาว</p> <p>E. = tRNA นำกรดอะมิโนมายัง mRNA</p> <p>ลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องของการสังเคราะห์โปรตีนเป็นไปตามข้อใด</p> <p>ก. A → B → C → D → E</p> <p><b>ข) C → A → B → E → D</b></p> <p>ค. A → C → B → E → D</p> <p>ง. D → E → B → A → C</p>				



ข้อสอบ	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
	+1	0	-1	
<p>16. เหตุใด rRNA จึงมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน (คิดวิเคราะห์)</p> <p>Ⓒ เป็นตัวที่ช่วยยึด mRNA ในกระบวนการแปลรหัส</p> <p>ข. เพราะเป็นตัวที่ใช้สร้างการแปลรหัส</p> <p>ค. เพราะทำให้ tRNA นำกรดอะมิโนมาใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนได้เร็วขึ้น</p> <p>ง. เพราะรับข่าวสารทางพันธุกรรมจาก DNA เพื่อช่วยในการแปลรหัสของ tRNA</p>				
<p>17. ความผิดปกติบริเวณใดที่ทำให้เกิดเฟรมชิฟท์มิวเทชัน (frameshift mutation) (ความรู้ความจำ)</p> <p>ก. มีการแทนที่คู่เบสเดิม</p> <p>ข. การเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์</p> <p>ค. มีนิวคลีโอไทด์บางตัวขาดหายไป</p> <p>Ⓓ มีการเพิ่มหรือขาดหายไปของนิวคลีโอไทด์บางตัว</p>				
<p>18. เด็กที่มีอาการปัญญาอ่อน เสียงร้องเหมือนแมวในขณะที่โกรธ บางคนหัวใจพิการตั้งแต่เกิด ความผิดปกตินี้เกิดจากอะไร (ความเข้าใจ)</p> <p>Ⓒ โครโมโซมคู่ที่ 5 เส้นหนึ่งมีบางส่วนขาดหายไป</p> <p>ข. โครโมโซมคู่ที่ 5 เกินมาหนึ่งเส้น</p>				

ข้อสอบ	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้			ข้อเสนอแนะ
	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
	+1	0	-1	
ก. โครโมโซมคู่ที่ 21 เส้นหนึ่งมีบางส่วน ขาดหายไป ง. โครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมาหนึ่งเส้น				
19. นักเรียนสามารถบอกความสำคัญของ มิวเทชันที่เกิดกับสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร (นำไปใช้) ก. ทำให้มีลักษณะดี ๆ เกิดขึ้นมามาก ข. ทำให้สิ่งมีชีวิตมีความทนทานต่อการ เปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม <b>ค. ทำให้เกิดการแปรผันทางกรรมพันธุ์เพื่อ การอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง อยู่เสมอ</b> ง. เพื่อเป็นไปตามความต้องการของการ คัดเลือกตามธรรมชาติ				
20. สาเหตุที่ก่อให้เกิดมิวเทชันมีผลมาจากอะไร (คิดวิเคราะห์) ก. ความผิดปกติของร่างกาย ข. ความผิดปกติของสมอง <b>ค. การเปลี่ยนแปลงชนิดเบสใน DNA</b> ง. การกลายพันธุ์				





ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## ตารางที่ ค. 1

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
2	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
3	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
12	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
13	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
23	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ก. 1 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
25	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
26	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
27	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
28	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
30	1	1	-1	1	1	4	0.6	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงกับองค์ประกอบของทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 จากการคัดเลือกแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ทั้งหมด 30 ข้อ ให้เหลือเพียง 21 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ก.2

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
12	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
19	1	1	0	1	0	3	0.6	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
23	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค. 2 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
26	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
27	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
28	0	0	1	1	1	3	0.6	สอดคล้อง
29	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
30	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
31	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
32	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
33	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
34	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
35	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
36	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
37	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
38	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
39	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
40	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
41	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
42	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
43	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
44	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
44	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
45	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
46	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
47	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
48	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

(ต่อ)



ตารางที่ ค. 2 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
49	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
50	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงกับผลการเรียนรู้ โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 จากการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 50 ข้อ ให้เหลือเพียง 30 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## ตารางที่ ก.3

ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปรผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.66	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.69	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.06	ใช้ไม่ได้	ทิ้ง
7	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.16	ใช้ไม่ได้	ทิ้ง
12	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.72	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ก. 3 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
26	0.80	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.62	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.15	ใช้ไม่ได้	ทิ้ง
30	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้

จากตารางสรุปว่า แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ พบว่ามีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.06-0.80 ในการคัดเลือกแบบทดสอบแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ทั้งหมด 30 ข้อ ให้เหลือเพียง 21 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method) (ไพศาล วรรค้ำ, 2561, น. 288)

$$\alpha = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	สัมประสิทธิ์แอลฟา
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

ใช้การคำนวณโดยโปรแกรม SPSS ได้ดังนี้

$$\alpha = 0.89$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์เท่ากับ 0.89

ตารางที่ ค. 4

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน จำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล	แปรผลคุณภาพ ข้อสอบ
1	0.73	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.63	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.49	ใช้ได้	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.59	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.76	ใช้ได้	0.57	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.71	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.61	ใช้ได้	0.25	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
8	0.53	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.78	ใช้ได้	0.20	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
10	0.57	ใช้ได้	0.70	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.76	ใช้ได้	0.24	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
12	0.78	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.76	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.45	ใช้ได้	0.02	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
15	0.69	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.37	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.80	ใช้ได้	0.15	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
18	0.67	ใช้ได้	0.10	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
19	0.55	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.45	ใช้ได้	0.18	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
21	0.57	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.53	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.76	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง

(ต่อ)

ตารางที่ ก. 4 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
24	0.29	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.51	ใช้ได้	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
26	0.55	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.73	ใช้ได้	0.10	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
28	0.51	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.55	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.57	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.65	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.45	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.86	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.73	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.61	ใช้ได้	0.71	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.80	ใช้ได้	0.72	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.82	ใช้ได้	0.08	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
38	0.61	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.65	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.43	ใช้ได้	0.16	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
41	0.80	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
42	0.57	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
43	0.67	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
44	0.65	ใช้ได้	0.28	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
45	0.73	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
46	0.45	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
47	0.80	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
48	0.47	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ค. 4 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล	แปลผลคุณภาพ ข้อสอบ
49	0.80	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
50	0.39	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้

จากตารางสรุปว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ามีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.29-0.86 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.29-0.72 ในการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 50 ข้อ ให้เหลือเพียง 30 ข้อ เพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค. 5

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม  
และมิวเทชัน จำนวน 50 ข้อ

คนที่	$X_i$	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
1	40	1,600	17.5	306.25
2	44	1,936	21.5	462.25
3	19	361	-3.5	12.25
4	44	1,936	21.5	462.25
5	17	289	-5.5	30.25
6	15	225	-7.5	56.25
7	45	2,025	22.5	506.25
8	38	1,444	15.5	240.25
9	32	1,024	9.5	90.25
10	30	900	7.5	56.25
11	31	961	8.5	72.25
12	29	841	6.5	42.25
13	25	625	2.5	6.25
14	27	729	4.5	20.25
15	20	400	-2.5	6.25
16	42	1,764	19.5	380.25
17	37	1,369	14.5	210.25
18	32	1,024	9.5	90.25
19	25	625	2.5	6.25
20	43	1,849	20.5	420.25
21	24	576	1.5	2.25
22	35	1,225	12.5	156.25

(ต่อ)

ตารางที่ ค. 5 (ต่อ)

คนที่	$X_i$	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
23	39	1,521	16.5	272.25
24	23	529	0.5	0.25
25	41	1,681	18.5	342.25
26	15	225	-7.5	56.25
27	42	1,764	19.5	380.25
28	19	361	-3.5	12.25
29	39	1,521	16.5	272.25
30	32	1,024	9.5	90.25
31	42	1,764	19.5	380.25
32	23	529	0.5	0.25
33	37	1,369	14.5	210.25
34	16	256	-6.5	42.25
35	38	1,444	15.5	240.25
36	37	1,369	14.5	210.25
37	34	1,156	11.5	132.25
38	15	225	-7.5	56.25
39	34	1,156	11.5	132.25
40	41	1,681	18.5	342.25
41	22	484	-0.5	0.25
42	43	1,849	20.5	420.25
43	42	1,764	19.5	380.25
44	17	289	-5.5	30.25

(ต่อ)



ตารางที่ ค. 5 (ต่อ)

คนที่	$X_i$	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
45	35	1,225	12.5	156.25
46	35	1,225	12.5	156.25
47	17	289	-5.5	30.25
48	42	1,764	19.5	380.25
49	14	196	-8.5	72.25
รวม	1,528	52,388	524.5	8,434.25

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Reliability) โดยใช้วิธีของโวลเลท (Lovett's Method) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 292)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ  $r_{cc}$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
 $k$  แทน จำนวนของแบบทดสอบทั้งหมด  
 $c$  แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ (22.5)  
 $X_i$  แทน คะแนนของแต่ละข้อ

แทนค่าในสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{(50)(1,528) - 52,388}{(50-1)(8,434.25)}$$

$$r_{cc} = 1 - 0.058$$

$$r_{cc} = 0.94$$

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.94



**ภาคผนวก ง**

**คะแนนทดสอบหลังเรียน**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1

คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน  
ร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
1	23
2	22
3	20
4	25
5	23
6	22
7	23
8	24
9	23
10	25
11	23
12	23
13	22
14	24
15	23
16	24
17	23
18	23
19	24
20	22
21	23

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
22	24
23	23
24	23
25	20
26	25
27	21
28	23
29	22
30	20
31	21
32	23
33	22
34	24
35	21
36	24
37	24
38	23
39	23
40	24
41	23
42	24
43	23
44	24

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
45	22
46	24
47	20
48	21
49	23
ค่าเฉลี่ย	1.27
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	22.86
ร้อยละ	76.19

ตารางที่ ง.2

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (SE) กับเกณฑ์ร้อยละ 75

จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์ ร้อยละ 75	$\bar{X}$	S	df	Sig
49	30	76.19	22.86	1.27	48	0.02

\* คือ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาคผนวก จ

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานคณบดี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
ที่ ศศ ว.๐๓๒๗/๒๕๖๒ วันที่ ๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒  
เรื่อง ขอรเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย  
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร. อรัญ ชูยกระเดื่อง

ด้วย นางสาวชบาพร พิมวัน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๔ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา  
วิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการ  
เรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเสาะหาความรู้ (๕E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความ  
เรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอรเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ  
ความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี  
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(นางสาวปณิญาพัฒน์ ชันทอง)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพการศึกษา  
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี คณะครุศาสตร์

ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว.๕๑๐๘



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม  
๔๔๐๐๐

๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ

ด้วย นางสาวชบาพร พิมวัน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๔ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเสาะหาความรู้ (๕E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวปัญญาพัฒน์ ชันทอง)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพการศึกษา  
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี คณะครุศาสตร์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา  
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖





## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานคณบดี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
 ที่ ศศ ว.๐๓๒๗/๒๕๖๒ วันที่ ๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒  
 เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย  
 เรียน อาจารย์ ดร.ดรุณภา นาชัยฤทธิ

ด้วย นางสาวชบาพร พิมวัน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๔ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา  
 วิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการ  
 เรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเสาะหาความรู้ (&E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
 เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวแทน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความ  
 เรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ  
 ความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี  
 ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(นางสาวปณญาพัฒน์ ชันทอง)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพการศึกษา  
 ปฏิบัติราชการแทนคณบดี คณะครุศาสตร์



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานคณบดี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
 ที่ ศศ ว.๐๓๒๗/๒๕๖๒ วันที่ ๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒  
 เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย  
 เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง

ด้วย นางสาวชบาพร พิมวัน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๕ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา  
 วิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกา  
 รเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเสาะหาความรู้ (๕E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
 เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความ  
 เรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ  
 ความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี  
 ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(นางสาวปณิญาพัฒน์ ชันทอง)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพการศึกษา  
 ปฏิบัติราชการแทนคณบดี คณะครุศาสตร์

ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว.๕๑๐๘



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม  
๔๔๐๐๐

๒๖ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณครู ประภาศรี ทิพย์พิลา

ด้วย นางสาวชบาพร พิมวัน รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๐๐๑๐๔ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเสาะหาความรู้ (๕E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวปณญาพัฒน์ ชันทอง)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพการศึกษา  
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี คณะครุศาสตร์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา  
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖

## การเผยแพร่งานวิจัย

ชบาพร พิมวัน และพรรณวิไล ดอกไม้. (2563). การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับ สืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ประจำปี พ.ศ. 2563 “บทบาท อุดมศึกษาไทย: การพัฒนาผู้เรียนและทรัพยากรมนุษย์ในยุค *Disruptive Technology*”, (น. 1287-1296). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.

Chabaporn Pimwan, Panwilai Dokmai and Yuwadee Insumran. (August 8-9, 2019). 5Es Flipped Classroom on Genetic Material and Mutation for Grade 12 Student. *ISET 2019 The 7<sup>th</sup> International Conference for Science Educators and Teacher*, (Page 56-62), Pattaya: Thailand.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นางสาวชบาพร พิมวัน  
วัน เดือน ปี เกิด 22 เมษายน 2538  
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 75 หมู่ 5 ตำบลราษฎร์เจริญ อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย  
จังหวัดมหาสารคาม 44110

### ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2554 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเวียงสะอาดพิทยาคม  
อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
- พ.ศ. 2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเวียงสะอาดพิทยาคม  
อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
- พ.ศ. 2561 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา (เกียรตินิยมอันดับ 1)  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- พ.ศ. 2563 ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม