ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การย่อยอาหาร และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ที่มีต่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว

นางสาวสุปราณี ติงสะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2562

The Effects of Model-based Learning Management in the Topic of Digestion and Cellular Respiration on Scientific Conception and Mindset of Mathayom Suksa IV Students at Sa Kaeo School in Sa Kaeo Province

Miss Supranee Tingsa

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Education in Science Educational

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2019

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ที่มีต่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว

ชื่อและนามสกุล นางสาวสุปราณี ติงสะ

วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา
2. รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 21 ตุลาคม 2562

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จันทร์คง)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ที่มีต่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว

ผู้วิจัย นางสาวสุปราณี ติงสะ **รหัสนักศึกษา** 2592000067

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา

(2) รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์ **ปีการศึกษา** 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และ (2) เปรียบเทียบกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินกรอบความคิด แบบบันทึกหลังสอน และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) คะแนนเฉลี่ยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) ค่าเฉลี่ยกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ กรอบความคิด

Thesis title: The Effects of Model-based Learning Management in the Topic of Digestion and Cellular Respiration on Scientific Conception and Mindset of Mathayom Suksa IV Students at Sa Kaeo School in Sa Kaeo Province
Researcher: Miss Supranee Tingsa; **ID:** 2592000067;
Degree: Master of Education (Science Education);
Thesis advisors: (1) Dr. Duongdearn Suwanjinda, Associate Professor;
(2) Dr. Suchin Visavateranon, Associate Professor; **Academic year:** 2019

Abstract

The objectives of this research were (1) to compare levels of scientific conception in the topic of Digestion and Cellular Respiration of Mathayom Suksa IV students before and after learning under the model-based learning management; and (2) to compare levels of mindset of the students before and after learning under the model-based learning management.

The research sample consisted of 40 Mathayom Suksa IV students at Sa Kaeo School in Sa Kaeo province, obtained by cluster random sampling. The research instruments were learning management plans in the topic of Digestion and Cellular Respiration for the model-based learning management, a scale to assess scientific conception for pre-testing and post-testing, an evaluation form on mindset, a post-teaching note taking form, and a student's learning recording form. The data were analyzed using the frequency, percentage, mean, standard deviation, t-test, and content analysis.

The results showed that (1) the post-learning scientific conception mean score in the topic of Digestion and Cellular Respiration of Mathayom Suksa IV students who learned under the model-based learning management was significantly higher than their pre-learning counterpart mean score at the .05 level of statistical significance; and (2) the post-learning mindset mean score of Mathayom Suksa IV students who learned under the model-based learning management was significantly higher than their pre-learning counterpart mean score at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Model-based learning management, Scientific conception, Mindset

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความเมตตากรุณาอย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์_ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้สละเวลาให้ความรู้ คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ในทุกขั้นตอนมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการในการสอบ และให้คำแนะนำในการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของงานวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ นายณฤทธิ์ วรงค์ นายนิรุตติ์ วงคำชัย นายตรีชาวัชร์ คณาพงษ์วราภัทร์ ที่กรุณาเสียสละเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ และตรวจสอบเครื่องมือวิจัย คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทุกท่านเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียน คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนสระแก้ว ที่ได้อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้ว ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากการทำวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา และครอบครัวที่เป็นกำลังใจสำคัญในการศึกษา ส่งเสริม และให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านแก่ผู้วิจัยเสมอมา รวมถึงครู อาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยทุกท่าน ณ โอกาสนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สุปราณี ติงสะ

ตุลาคม 2562

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 6

กรอบแนวคิดในการวิจัย 7

สมมติฐานการวิจัย 7

ขอบเขตของการวิจัย 8

นิยามศัพท์เฉพาะ 9

ประโยชน์ที่ได้รับ 11

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 12

เอกสารที่เกี่ยวข้อง 13

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 38

รูปแบบการวิจัย 38

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 39

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 40

การเก็บรวบรวมข้อมูล 47

การวิเคราะห์ข้อมูล 49

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 51

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์
โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน 51

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 62
ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 72
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 74
สรุปการวิจัย 75
อภิปรายผล 75
ข้อเสนอแนะ 79
บรรณานุกรม 80
ภาคผนวก 89
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ 90
ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 92
ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ 102
ง การวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 121
ประวัติผู้วิจัย 142

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 บทบาทครู บทบาทนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 40

ตารางที่ 3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน 42

ตารางที่ 3.3 กรอบเนื้อหาที่ใช้สร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการย่อยอาหาร และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ 45

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหาร และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน 62

ตารางที่ 4.2 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหาร ระดับเซลล์ ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว 63

ตารางที่ 4.3 การจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหาร ระดับเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 64

ตารางที่ 4.4 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหาร ระดับเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การย่อยอาหาร ของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว 65

ตารางที่ 4.5 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหาร ระดับเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์ 66

ตารางที่ 4.6 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหาร ระดับเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การย่อยอาหารของคน 67

ตารางที่ 4.7 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหาร ระดับเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การสลาย สารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน 69

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.8 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหาร ระดับเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การสลาย สารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน 70

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน และหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน 72

ตารางที่ 4.10 การจัดประเภทกรอบความคิดของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน 72

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 7
ภาพที่ 3.1 แสดงวงจรการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 39
ภาพที่ 4.1 แสดงแบบจำลองการย่อยอาหารของเห็ดและอะมีบาของนักเรียนคนที่ 27 52
ภาพที่ 4.2 นักเรียนศึกษาความรู้จากหนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 1 (สสวท.) 52
ภาพที่ 4.3 แสดงแบบจำลองมติของกลุ่ม 7 การย่อยอาหารของเห็ดและอะมีบา 53
ภาพที่ 4.4 แสดงการแก้ไขแบบจำลองการย่อยอาหารของราและอะมีบาของนักเรียน
คนที่ 30 53
ภาพที่ 4.5 การทดลองการหมักแอลกอฮอล์ของยีสต์ 58
ภาพที่ 4.6 ทดลองการหมักข้าวหมาก 58

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ถือเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาประเทศเพื่อให้สามารถแข่งขันในเวทีโลกได้อย่างยั่งยืน ซึ่งการพัฒนาอนาคตของประเทศไทยให้ก้าวทันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเพื่อบ่มเพาะผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้อย่างเท่าทันและปรับตัวตามกระแสโลกได้อย่างมีความสุข (ประสาท เนืองเฉลิม, 2558) ความก้าวหน้าอย่างก้าวกระโดดของเทคโนโลยีดิจิตอล ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างฉับพลัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ ยังส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชากรในทุกประเทศทั่วโลก ทั้งด้านการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษา การจัดการทรัพยากรต่างๆ การใช้ข้อมูลข่าวสารเพื่อการบริหารและการจัดการการทำงาน เทคโนโลยีสารสนเทศจึงเกี่ยวข้องกับทุกเรื่องในชีวิตประจำวัน (แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2579, 2560) ประเทศไทยจึงควรเร่งปฏิรูปการศึกษาเพราะการศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และเป็นฐานหลักของการพัฒนาประเทศ ดังนั้น การปฏิรูปการศึกษาไทยควรศึกษาประเด็นปัญหาหลักในการศึกษาและการเรียนรู้ที่ยึดโยง เน้นการปรับปรุงแก้ไขอย่างเป็นระบบ และปรับระบบการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพคล่องตัว เพื่อเพิ่มโอกาสทางการศึกษา และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการการศึกษาจากทุกภาคส่วน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552)

จากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA ของประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยได้สมัครเข้าร่วมโครงการตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 และดำเนินการต่อเนื่องในทุกสามปี เพื่อต้องการตรวจสอบคุณภาพของระบบการศึกษา แต่ผลการประเมินของประเทศไทยมีแนวโน้มโดยรวมลดต่ำลง โดยเฉพาะการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (สสวท.) ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของทุกคน วิทยาศาสตร์จะช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)) ดังนั้น การรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เป็นไปตามความต้องการของสังคมและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน เนื่องจากวิทยาศาสตร์แสดงถึงศักยภาพของความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อบุคคลในการดำรงชีวิตและการเปลี่ยนแปลงสภาพสังคม (จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2557) จากสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีทั่วโลกที่ส่งผลต่อการจัดการศึกษาของทุกประเทศ ดังนั้น การเร่งปฏิรูปการศึกษาจึงเป็นทางออกที่สำคัญของการจัดการศึกษาเพื่อให้ประชาชนได้รับโอกาสในการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ซึ่งส่งเสริมให้พัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนไปอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ การที่นักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ นักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพียงพอ เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์นั้นๆ แต่เนื้อหาวิทยาศาสตร์มีความยากง่าย บางเนื้อหาเป็นรูปธรรมที่มองเห็นได้ชัดเจน บางเนื้อหาเป็นนามธรรมที่ยากต่อการทำความเข้าใจ และการที่นักเรียนพยายามทำความเข้าใจข้อมูลเพื่อหาคำตอบ นักเรียนจึงสร้างความรู้จากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับ นักเรียนที่สามารถเข้าใจจะจดจำความรู้ความเข้าใจได้คงทนและยาวนาน แต่นักเรียนบางคนที่สร้างความรู้ความเข้าใจไม่ถูกต้องหรือมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) จะส่งผลเสียต่อการเรียนรู้ เพราะหากนักเรียนมีแบบแผนความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องหรือถูกต้องเพียงบางส่วนจะมีผลต่อการต่อยอดความรู้มีความคลาดเคลื่อนไปด้วย (นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2557) ซึ่งแนวคิดที่คลาดเคลื่อนอาจส่งผลมาจากประสบการณ์ที่ได้รับ ความเชื่อที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ การรับข้อมูลที่ผิดพลาด การใช้ภาษาสื่อสาร ดังนั้น ผู้สอนจึงต้องตรวจสอบแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การจัดเตรียมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่ไปสู่ความรู้ใหม่ที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจแนวคิดของนักเรียนในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์หลายเรื่อง พบว่า แนวคิดของนักเรียนมีความแตกต่างจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งในวิชาเคมี (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) วิชาฟิสิกส์ (ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์, 2558) และวิชาชีววิทยา (เลิศบุศยา ไทยเจริญ, 2558) นอกจากนี้ยังพบว่า มีนักเรียนบางส่วนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แนวคิดทางเลือก (alternative conceptions) ซึ่งมีงานวิจัยหลายเรื่องที่แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่ทำให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยเกิดจาก

นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบาย ระบุสิ่งที่เป็นนามธรรม และระบุความสำคัญได้ (โชติภรณ์ ลีเวียง และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2560) เกิดจากนักเรียนอาจมีแนวคิด มุมมอง หรือประสบการณ์เดิมที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่มีอยู่เดิมอาจมีบางส่วนคลาดเคลื่อนไป (ธนารัตน์ สังฆะมณี และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2559) หรือนักเรียนไม่เคยเรียนเนื้อหาสาระเหล่านี้มาก่อน และเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากในการเรียนรู้ด้วยตนเอง (ปิตุพงษ์ ท่าค้อ และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2559) นักเรียนจึงขาดความเข้าใจ แนวคิดที่มีเป็นแนวคิดย่อยจำนวนมาก ยากแก่การเข้าใจ (ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551) อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนของครูยังคงเน้นการเรียนการสอนแบบท่องจำ ครูจะเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนโดยการบรรยาย การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่มีความหลากหลาย ไม่แปลกใหม่ เน้นความรู้ความจำมากกว่าการลงมือปฏิบัติ ส่วนในวิชาชีววิทยาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนเรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์มากที่สุด เนื่องจากธรรมชาติของเนื้อหามีความเป็นนามธรรม ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน (วนิดา พูลพันธ์ชู ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์ และศุภชัย ทวี, 2561) ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างความรู้ที่คงทนถาวรได้ จากประสบการณ์การสอนวิชาชีววิทยาของผู้วิจัย เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ พบว่านักเรียนบางคนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนหรือไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการสลายสารอาหารระดับเซลล์ นักเรียนไม่สามารถจดจำเนื้อหาสาระหรือสร้างองค์ความรู้เป็นของตนเองได้ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่มีแนวคิดเป็นนามธรรมสูง อีกทั้งไม่ค่อยได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหานี้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในเรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ได้ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งสามารถนำสร้างองค์รู้เป็นของตนเองและมีแนวคิดที่ถูกต้อง จะต้องจัดการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎีพื้นฐาน ขอบเขต ข้อจำกัด แล้วเชื่อมโยงความรู้ในห้องเรียนไปอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เมื่อนักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แล้วก็จะเกิดมุมมองที่แตกต่างจากเดิม ทำให้มองเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ครูเน้นการถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนโดยการบรรยายและเน้นการเรียนการสอนแบบท่องจำ เมื่อมีการวัดและประเมินผลผู้สอนไม่ได้คำนึงถึงพัฒนาการทางสมองหรือกรอบความคิดของนักเรียน แต่จะเน้นไปที่คะแนนสอบมากกว่ากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553) ดังนั้น เมื่อนักเรียนกลุ่มที่ทำคะแนนสอบได้ดีหรือตอบคำถามถูกต้อง ครูและเพื่อนร่วมชั้นจะชื่นชมนักเรียนกลุ่มนั้น

ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนสอบน้อยหรือตอบคำถามผิด จะไม่ได้รับการชื่นชม ส่งผลให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีกรอบความคิดต่างกันทั้งต่อวิชาหรือครูผู้สอน ซึ่งกลุ่มนักเรียนที่ตอบคำถามผิดอาจมีกรอบความคิดจำกัดหรือกลุ่มนักเรียนที่ตอบคำถามถูกอาจมีกรอบความคิดเติบโต หรือนักเรียนทั้งสองกลุ่มอาจมีทั้งกรอบความคิดจำกัดและกรอบความคิดเติบโต ในขณะเดียวกันอาจมีนักเรียนบางกลุ่มที่แม้จะสอบได้คะแนนน้อยหรือตอบคำถามผิด แต่จะเพิ่มความพยายามในการเรียนรู้สูงขึ้นเพื่อให้ตนเองสอบได้คะแนนดีหรือตอบคำถามถูกต้อง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงควรสอดคล้องกับการพัฒนาการทางสมองเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนกรอบความคิดไปในทิศทางที่ดีขึ้น ซึ่งหากนักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนให้ตนเองมีกรอบความคิดเติบโตจะส่งผลต่อพัฒนาการสมอง พัฒนาการทางอารมณ์และพัฒนาการทางสังคมของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจ ความตั้งใจ ความคิดสร้างสรรค์ ทำงานและอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ ดังเช่นงานวิจัยของ Blackwell, Trzesniewski และ Dweck (2007 อ้างถึงใน ศูนย์จิตวิทยาการศึกษา มูลนิธิยุวสถิรคุณ, 2561) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อเกี่ยวกับความฉลาดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 2 อย่างต่อเนื่อง โดยให้ทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความเชื่อเกี่ยวกับความฉลาด ทำให้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เชื่อว่าความฉลาดสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือเรียกว่า กรอบความคิดเติบโต (Growth Mindset) และกลุ่มที่ 2 เชื่อว่าความฉลาดไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือเรียกว่า กรอบความคิดจำกัด (Fixed Mindset) ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่มีกรอบความคิดจำกัดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลง ในขณะที่นักเรียนที่มีกรอบความคิดเติบโตมีแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีวิธีการสร้างความรู้ความเข้าใจที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่เชื่อว่าสติปัญญาของพวกเขาสามารถพัฒนาได้มีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จมากกว่านักเรียนที่เชื่อว่าสติปัญญาของพวกเขาไม่สามารถพัฒนาได้ (Dweck, 2015) บุคคลที่มีกรอบความคิดแตกต่างกันจะส่งผลให้มีคุณลักษณะแตกต่างกัน ทั้งด้านความพยายาม ทัศนคติที่มีต่อความล้มเหลว ความสามารถในการปรับตัว แต่การที่มนุษย์จะสามารถปรับเปลี่ยนความเชื่อที่มีต่อลักษณะของตนเองได้จะต้องมีความเกี่ยวเนื่องกับการทำงานของสมอง (ชนิตา รุ่งเรือง และเสรี ชัดแช้ม, 2559) เพื่อให้นักเรียนเชื่อว่าตนเองสามารถเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพได้อย่างต่อเนื่องด้วยความมุ่งมั่นและความพยายาม โดยผู้สอนต้องมีการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง และมีการประเมินผลที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้และความมุ่งมั่นพยายามของผู้เรียน (วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล, 2562) แต่อาจมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนกรอบความคิดได้ อาจเกิดจากการที่นักเรียนเกิดความพยายามในการทำงานที่มีความท้าทายแล้วเกิดความผิดพลาด ส่งผลให้

รู้สึกไม่มั่นใจในความสามารถของตนเอง (ธนะดี สุริยะจันทร์หอม และอารยา ปิยะกุล, 2561) ดังนั้น การพัฒนากรอบความคิดเติบโตสามารถพัฒนาได้โดยใช้การประเมินกรอบความคิด เพื่อพิจารณาว่านักเรียนมีความพยายามในการเรียนรู้ที่จะเผชิญกับความท้าทายในการเรียนรู้อย่างไร ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงไม่ควรมุ่งเน้นเพียงแค่ให้นักเรียนการมีผลการเรียนดี แต่ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ท้าทายความสามารถของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนกระตือรือร้นในการหาวิธีการแก้ปัญหา และความรู้นั้นจะอยู่คงทนถาวร (Hochanadel & Finamore, 2015)

การศึกษางานวิจัยพบว่ากระบวนการจัดการเรียนการสอนที่สามารถส่งเสริมแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี โดยหนึ่งในวิธีในการนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model – Based Learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยการนำเสนอแบบจำลอง เพื่ออธิบายแนวคิด หลักการ หรือกฎ เพื่อเป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2557) เพื่อเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของตนให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง แต่เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์มีความยากง่ายแตกต่างกัน ทำให้นักเรียนบางส่วนมีแบบจำลองทางความคิดและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และ พจนารถ สุวรรณรุจิ, 2558) โดยนักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบาย ระบุสิ่งที่เป็นนามธรรม และระบุความสำคัญของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ (โชติภรณ์ ลีเวียง และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2560) เนื่องจากนักเรียนอาจมีแนวคิด มุมมอง หรือประสบการณ์เดิมที่พบเห็นในชีวิตประจำวันที่อาจมีส่วนคลาดเคลื่อนไป (ธนารัตน์ สังฆะมณี และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2560) ภายหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยการให้ความสำคัญกับการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่ความสนใจ ลงมือปฏิบัติ เพื่อหาความรู้ในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ (ธณัฏฐา คงทน บุญนาค สุขุมเมฆ และชาตรี ฝ่ายคำตา, 2559) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีส่วนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์มากขึ้นและมีความเข้าใจมโนมติคลาดเคลื่อนลดลง (ลัทธวรรณ ศรีวิคำ, คเชนทร์ แดงอุดม และธิติยา บงกชเพชร, 2558) ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สมบูรณ์มากขึ้น (นิภาภรณ์ จันทะโยธา และสุวัตร นานันท์, 2558) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ (สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์, 2558) โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือการใช้คำถามปลายเปิดแบบเจาะลึกเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม และมีการ

ประเมินโดยใช้การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ อภิปรายความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง (ปาณิสรา ไม้รอด, 2557)

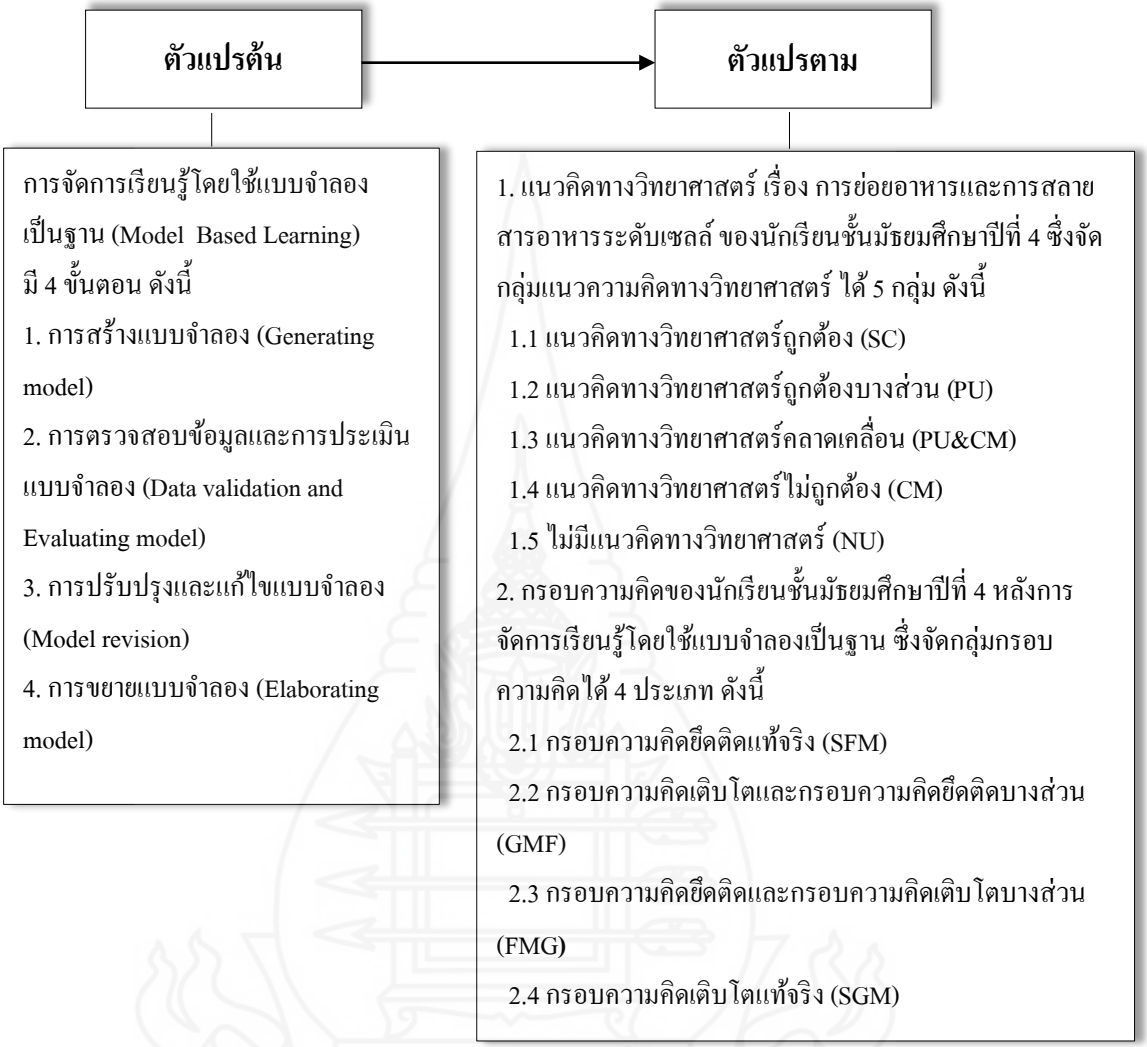
จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ เพื่อเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะเรื่องการย่อยอาหารและการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งมีเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมเพียงเล็กน้อย แต่มีเนื้อหาเป็นนามธรรมค่อนข้างมากที่ยากต่อการเรียนรู้และสร้างความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงสนใจกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยการนำเสนอแบบจำลอง เพื่ออธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนกรอบความคิดของตนเองได้โดยการพัฒนาสมองอย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนาความเชื่อของนักเรียนที่เชื่อว่าสติปัญญาของพวกเขาไม่สามารถพัฒนาได้หรือนักเรียนที่มีกรอบความคิดจำกัด ให้เกิดการปรับเปลี่ยนไปสู่ความเชื่อที่ว่าสติปัญญาของพวกเขาสามารถพัฒนาได้หรือนักเรียนที่มีกรอบความคิดเติบโต ซึ่งหากนักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงกรอบความคิดของตนเองได้ จะส่งผลให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนมากขึ้น ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานให้กับครูและผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับเรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ หรือเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อื่นๆ ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ และกรอบความคิดเติบโต หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกรอบความคิดเรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตและรายละเอียดดังนี้

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้ว ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 13 ห้องเรียน นักเรียน 451 คน โดยเป็นนักเรียนห้องเรียนปกติที่เรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

5.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้ว ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 นักเรียน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling)

5.2 ขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาบทเรียนที่นำมาใช้ในการวิจัย คือ เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ซึ่งมีขอบเขตเนื้อหาบทเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้แก่ (1) การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว (2) การย่อยอาหารของสัตว์ (3) การย่อยอาหารของคน (4) การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน (5) การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน

5.3 ระยะเวลาในการวิจัย

เวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวนทั้งหมด 18 ชั่วโมง

5.4 ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย

5.4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model – Based Learning)

5.4.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

1) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ซึ่งแบ่งได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

(1) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง (scientific understanding: SU)

(2) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU)

(3) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (partial understanding and complete misunderstanding: PU&CM)

(4) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง (complete misunderstanding: CM)

(5) ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (no conception: NC)

2) กรอบความคิด (Mindset) ซึ่งจัดกลุ่มกรอบความคิด ได้ 4 ประเภท ดังนี้

(1) กรอบความคิดยึดติดแท้จริง (Strong Fixed Mindset: SFM)

(2) กรอบความคิดเติบโตและกรอบความคิดยึดติดบางส่วน (Growth Mindset with some Fixed ideas: GMF)

(3) กรอบความคิดยึดติดและกรอบความคิดเติบโตบางส่วน (Fixed Mindset with some Growth ideas: FMG)

(4) กรอบความคิดเติบโตแท้จริง (Strong Growth mindset: SGM)

5.5 สถานที่ใช้ในการวิจัย

โรงเรียนสระแก้ว ตำบลสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 แบบจำลอง (Model) หมายถึง สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของแนวคิด กระบวนการ หรือระบบ และเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยสามารถนำแบบจำลองไปใช้อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันโดยจำแนกแบบจำลองได้ 8 ประเภท ได้แก่ แบบจำลองทางความคิด แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แบบจำลองทางประวัติศาสตร์ แบบจำลองที่แสดงออก แบบจำลองมติของกลุ่ม แบบจำลองหลักสูตร แบบจำลองการสอน แบบจำลองผสม

6.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model – Based Learning) หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลและสร้างแบบจำลองมาอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการสร้างแบบจำลอง (Generating model) ขั้นการตรวจสอบข้อมูลและการประเมินแบบจำลอง (Data validation and Evaluating model) ขั้นการปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง (Model revision) และขั้นการขยายแบบจำลอง (Elaborating model)

6.3 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Conception) หมายถึง ความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่เกิดจากประสบการณ์เดิมและการเรียนรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ เพื่อสร้างองค์ความรู้เข้าด้วยกันจนเกิดเป็นคำจำกัดความสั้นๆ เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ และสามารถนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ไปอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยจำแนกกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง (SC) กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (PU) กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (PU&CM) กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง (CM) กลุ่มที่มีไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (NU) ซึ่งวัดได้จากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ แบบเขียนตอบ ซึ่งเป็นข้อสอบคู่ขนาน จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

6.4 กรอบความคิด หมายถึง กรอบความคิด (Mindset) ของบุคคลที่มีพื้นฐานมาจากความเชื่อ ทัศนคติ ค่านิยมหลัก ความคาดหวังหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมที่แสดงออก โดยแบ่งกรอบความคิดเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีกรอบความคิดยึดติด (FMS) คือ บุคคลที่มีความเชื่อว่าคุณสมบัติพื้นฐานเป็นสิ่งคงทน ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถึงแม้จะใช้ความพยายามมากเพียงใดก็ตาม กลุ่มที่มีกรอบความคิดเติบโตและกรอบความคิดยึดติดบางส่วน (GMF) คือ บุคคลที่มีความเชื่อว่าคุณสมบัติพื้นฐานสามารถพัฒนาและเกิดการเปลี่ยนแปลงได้มากกว่า กลุ่มที่มีกรอบความคิดยึดติดและกรอบความคิดเติบโตบางส่วน (FMG) คือ บุคคลที่มีความเชื่อว่าคุณสมบัติพื้นฐานเป็นสิ่งคงทน ไม่สามารถพัฒนาและไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้มากกว่า และกลุ่มที่มีกรอบความคิดเติบโต (GMS) คือ บุคคลที่มีความเชื่อที่ว่าคุณสมบัติพื้นฐานสามารถพัฒนาและเกิดการเปลี่ยนแปลงได้จากความเพียรพยายาม ซึ่งประเมินจากแบบประเมินกรอบความคิด แบบมาตรวัดประเมินค่า จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยแปลและเรียบเรียง และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

6.5 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งผู้เรียนสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ ส่งผลให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ได้ เพื่ออธิบายหรือทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 เป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของครูผู้สอนนำไปประยุกต์เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์

7.2 เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น

7.3 เป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากรอบความคิดของผู้เรียนให้มีกรอบความคิดเติบโต

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ และเพื่อเปรียบเทียบกรอบความคิดของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการดำเนินการวิจัย ซึ่งได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง
    1.1 แบบจำลอง (Model)
        1.1.1 ความหมายของแบบจำลอง
        1.1.2 ประเภทของแบบจำลอง
    1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model – Based Learning)
        1.2.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
        1.2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน
    1.3 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Conception of science)
        1.3.1 ความหมายของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
        1.3.2 แนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (Misconception of science)
        1.3.3 การจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
        1.3.4 การตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
        1.3.5 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
    1.4 กรอบความคิด (Mindset)
        1.4.1 ความหมายของกรอบความคิด
        1.4.2 ประเภทของกรอบความคิด
        1.4.3 การพัฒนากรอบความคิด
        1.4.4 การประเมินกรอบความคิด
        1.4.5 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดกรอบความคิด
    1.5 การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์

1.5.1 การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต

1.5.2 การสลายสารอาหารระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.1 แบบจำลอง (Model)

1.1.1 ความหมายของแบบจำลอง

ชิรวัฒน์ นิจเนตร (2560, น. 75) ให้ความหมายคำว่า รูปแบบ ว่าหมายถึง แบบจำลองที่ใช้เป็นตัวแทนของความเป็นจริง เพื่อแสดงโครงสร้างและความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เพื่ออธิบายลักษณะสำคัญของปรากฏการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นให้เข้าใจง่าย มองเห็นเป็นรูปธรรม ใช้ข้อมูล เหตุผล และฐานคติมาประกอบ

อารยา ควัฒน์กุล, จันทร์พร พรหมมาศ, และภัทรภร ชัยประเสริฐ (2558, น. 47) ให้ความหมายคำว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ว่าหมายถึง ภาพที่นักเรียนสะท้อนออกมาจากความคิดของตนเอง โดยผ่านการให้เหตุผลที่ใช้ความรู้ในเรื่องที่เรียนเป็นฐาน เพื่อใช้บรรยาย อธิบาย หรือทำนายสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงษ์ (2557, น. 87-88) ให้ความหมายคำว่า แบบจำลอง ว่าหมายถึง สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ หรือ ตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ ซึ่งเป็นสิ่งเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริง ช่วยให้มองเห็นภาพปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ดิเรก วรรณเศียร (2549, น. 83-89) ให้ความหมายคำว่า แบบจำลอง ว่าหมายถึง สิ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่ออธิบายหรือแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบสำคัญของเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น สามารถทำความเข้าใจการทำงานของระบบได้ง่ายกว่าการศึกษาจากระบบจริงโดยตรง เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไป

ทิศนา แขมมณี (2545 อ้างถึงใน วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2553, น. 2) ให้ความหมายคำว่า รูปแบบ ว่าหมายถึง รูปแบบของความคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งบุคคลแสดงออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น คำอธิบาย แผนภาพ แผนผัง เพื่อช่วยให้ตนเองหรือบุคคลอื่นเข้าใจความหมายได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งเป็นเครื่องมือทางความคิดที่บุคคลใช้ในการสืบสอบหาความรู้ ความเข้าปรากฏการณ์ต่างๆ ทั้งหลาย

ดังนั้น แบบจำลอง (Model) หมายถึง สิ่งที่พัฒนาขึ้นมาจากความคิดที่เป็นนามธรรม เพื่อช่วยให้ตนเองหรือบุคคลอื่นเข้าใจความหมายได้ง่ายขึ้น โดยใช้เป็นตัวแทนอธิบายแนวคิด ทฤษฎี หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นให้มองเห็นเป็นรูปธรรม เพื่อเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยแสดงออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น คำอธิบาย รูปภาพ แผนผัง แผนภาพ สมการ หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

1.1.2 ประเภทของแบบจำลอง

ชัยวิชิต เชียรชนะ (2560, น. 1) ได้จำแนกโมเดลจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมของความเสมือนจริง เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) โมเดลภาษา มีลักษณะเป็นการบรรยายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยคำบรรยาย

2) โมเดลรูปภาพ มีลักษณะเป็นการแสดงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ด้วยลักษณะของรูปภาพ

3) โมเดลคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นการแสดงสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ด้วยฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์

4) โมเดลกายภาพ มีลักษณะที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับปรากฏการณ์จริง

ชิรวัฒน์ นิจเนตร (2560, น. 78) ได้แบ่งรูปแบบในเชิงกายภาพที่เป็นรูปธรรมและเชิงแนวคิดที่เป็นนามธรรม ดังนี้

1) รูปแบบการอุปมาอุปไมยเทียบเคียงปรากฏการณ์ เป็นรูปธรรมเพื่อสร้างความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรม

2) รูปแบบที่ใช้ภาษาเป็นสื่อในการบรรยายหรืออธิบาย ปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยภาษา แผนภูมิ รูปภาพ

3) รูปแบบที่ใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ใช้แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ และรูปแบบที่นำเอาตัวแปรต่างๆ มาสัมพันธ์กันเชิงเหตุและผล

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงษ์ (2557, น. 88-89) ได้แบ่งแบบจำลองออกเป็น 8 ประเภท โดยใช้เกณฑ์การแบ่งตามลักษณะที่แตกต่างกันของแบบจำลอง ดังนี้

1) แบบจำลองทางความคิด (mental model) เป็นแบบจำลองเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลในระดับที่แตกต่างกัน

2) แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (conceptual model) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์ สามารถแสดงออกได้หลายรูปแบบ เพื่อใช้อธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายและเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ง่ายขึ้น

3) แบบจำลองประวัติศาสตร์ เป็นแบบจำลองที่เคยได้รับการยอมรับจากประชาคมนักวิทยาศาสตร์

4) แบบจำลองที่แสดงออก เป็นแบบจำลองทางความคิดเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้

5) แบบจำลองมติของกลุ่ม เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้ที่ศึกษาเรื่องเดียวกัน

6) แบบจำลองหลักสูตร เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปแบบที่ง่าย เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

7) แบบจำลองการสอน เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

8) แบบจำลองผสม เป็นแบบจำลองที่ใช้แบบจำลองหลายๆ ประเภทร่วมกัน

Keeves (1988 อ้างถึงใน ดิเรก วรรณเศียร, 2549, น. 83-89) ได้แบ่งประเภทของแบบจำลองที่ใช้ในทางการศึกษาเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1) แบบจำลองเชิงเปรียบเทียบ เป็นแบบจำลองเชิงกายภาพ ส่วนใหญ่ใช้ในด้านวิทยาศาสตร์ สร้างขึ้นโดยใช้หลักการเปรียบเทียบโครงสร้างของแบบจำลองให้สอดคล้องกับข้อมูลและความรู้ที่มีอยู่ในขณะนั้น

2) แบบจำลองเชิงอธิบาย เป็นแบบจำลองที่ใช้ภาษาเป็นสื่อในการบรรยายหรืออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ศึกษา ด้วยภาษา แผนภูมิ หรือรูปภาพ

3) แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ เป็นแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหรือตัวแปรต่างๆ โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

4) แบบจำลองเชิงเหตุผล เป็นแบบจำลองที่นำเอาตัวแปรมาเขียนเป็นสัญลักษณ์หรือคำย่อ แล้วใช้เส้นตรงและลูกศรแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรในเชิงเหตุและผล

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model – Based Learning)

1.2.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์ (2558, น. 32) ได้อธิบายการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานว่า เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการนำเสนอแบบจำลองซึ่งเป็นรูปแบบที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น เพื่อใช้อธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี เพื่อเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความ

เป็นจริง ซึ่งแบบจำลองสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดต่างๆ ได้ง่ายขึ้น

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงษ์ (2557, น. 90-91) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ครูควรให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างหรือปรับปรุงแบบจำลอง เพื่อให้นักเรียนฝึกปฏิบัติหรือคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาแบบจำลองมาเพื่ออธิบายสิ่งต่างๆ ซึ่งควรมีเงื่อนไขการเรียนรู้ คือ มีการกระตุ้นความรู้เดิม โดยจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้สัมพันธ์กับความรู้เดิม เพื่อพัฒนาแรงกระตุ้นจากภายใน สร้างความรู้ใหม่ และนำความรู้ใหม่ไปใช้ ประเมิน และปรับปรุงให้ดีขึ้น

สรุปว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model – Based Learning) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ เพื่อให้สร้างองค์ความรู้และสามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน โดยมีครูเป็นผู้จัดกิจกรรมหรือสร้างบรรยากาศให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนเรียนรู้

1.2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

อารยา ควัฒน์กุล (2558, น. 20-27) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างแบบจำลอง ครูใช้วิธีการต่างๆ เพื่อสร้างความสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและนำไปสู่ปัญหาที่ต้องการให้เรียนรู้ คิด วางแผน และอภิปรายผล โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่สร้างแบบจำลองตามแนวคิดของตนเอง

2) ขั้นตรวจสอบและประเมินแบบจำลอง ให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดของตนเองด้วยคำพูด โดยมีครูพิจารณาความถูกต้องของมโนทัศน์นักเรียนพร้อมอธิบายความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้นๆ แล้วให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องมโนทัศน์ของตนเอง เพื่อปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองนั้น

3) ขั้นขยายแบบจำลอง นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม โดยขยายแบบจำลองเพื่ออธิบายสถานการณ์ใหม่

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงษ์ (2557, น. 91-92) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การสร้างแบบจำลอง (Generating model) เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงแบบจำลองความคิดของตนเองให้มากที่สุด โดยใช้คำถามหรือกิจกรรมที่เร้าความสนใจ

2) การประเมินแบบจำลอง (Evaluating model) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ แล้วนำข้อมูลมาใช้เป็นแบบประเมินแบบจำลองความคิด ว่าแบบจำลองของตนเองสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากน้อยเพียงใด

3) การดัดแปลงแก้ไขแบบจำลอง (Modifying model) ส่งเสริมให้ผู้เรียนแก้ไขแบบจำลองความคิดให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4) การขยายแบบจำลอง (Elaborating) ให้ผู้เรียนนำแบบจำลองไปอธิบายและทำนายปรากฏการณ์อื่นๆ หรือสถานการณ์อื่นๆ

ปาณิสรา ไม้รอด (2557, น. 14) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การสร้างแบบจำลอง (Model formation) กระตุ้นให้นักเรียนนำประสบการณ์เดิมมาสร้างแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ศึกษา โดยการวาดภาพและอธิบายแบบจำลองด้วยภาษาพูด

2) การใช้และประเมินแบบจำลอง (Use and evaluation) ให้นักเรียนนำแบบจำลองไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษา และประเมินแบบจำลอง

3) การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง (Model revision) นักเรียนรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา แลกเปลี่ยนความรู้กับครูและเพื่อน เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอแล้ว จึงปรับปรุงและไก้ไขแบบจำลองให้สามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้

4) การขยายแบบจำลอง (Model elaboration) นักเรียนนำแบบจำลองไปสร้างเพิ่มเติมร่วมกับแบบจำลองอื่น เพื่อขยายแบบจำลองให้กว้างขึ้น และนำไปใช้ประโยชน์ได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model – Based Learning) แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การสร้างแบบจำลอง (Generating model) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมหรือการใช้สื่อหรือการตั้งคำถามที่เร้าความสนใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่สอน โดยให้สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดออกมาในลักษณะของรูปภาพและแสดงรายละเอียด หรือการเขียนคำอธิบายด้วยภาษาของตนเอง

2) การตรวจสอบข้อมูลและการประเมินแบบจำลอง (Data validation and Evaluating model) ส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองทางความคิดของตนเอง โดยมีครู

เป็นผู้คอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ เพื่อให้นักเรียนประเมินแบบจำลองทางความคิดของตนเองว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

3) การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง (Model revision) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันระหว่างเพื่อนและครู เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจ ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้สอดคล้องและตรงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงให้นักเรียนปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง

4) การขยายแบบจำลอง (Elaborating model) ส่งเสริมให้นักเรียนนำแบบจำลองไปอธิบายหรือสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อใช้ทำนายปรากฏการณ์อื่นๆ ในสถานการณ์ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม เพื่อขยายแบบจำลองให้กว้างขึ้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทนและยาวนาน

1.3 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Conception of science)

1.3.1 ความหมายของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่า Concept ในภาษาไทยแตกต่างกัน เช่น แนวคิด มโนทัศน์ มโนภาพ ความคิดรวบยอด มโนมติ มโนคติ และได้ให้ความหมายดังนี้

ราชบัณฑิตยสภา (2557) ได้ให้ความหมายของคำว่า มโนทัศน์ (concept) หมายถึง ภาพหรือความคิดในสมองที่เป็นตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมีคุณสมบัติร่วมที่สำคัญของสิ่งนั้น ในแต่ละบุคคลอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในระดับที่แตกต่างกันก็ได้

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2557, น. 9-9) ได้ให้ความหมายของคำว่า มโนมติ ว่าหมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ จนเกิดการรับรู้และสรุปเป็นความเข้าใจเรื่องนั้นของแต่ละบุคคล

สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์ (2558, น. 36) ได้ให้ความหมายของคำว่า แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจที่มีต่อปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นโดยตรง จนได้เป็นข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะและประสบการณ์ของบุคคลนั้น

อารยา ควัฒน์กุล (2558, น. 47) ได้ให้ความหมายของคำว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องที่เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบเพื่อวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนรู้

ดังนั้น แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ หรือปรากกฏการณ์ธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

1.3.2 แนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (Misconception of science)

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อน หรือแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) หรือ แนวคิดทางเลือก (Alternative conceptions) แตกต่างกันดังนี้

วชิร ศรีคุ้ม (2561, น. 7) ได้เสนอแนวปฏิบัติให้ครูนำไปพัฒนาแนวคิดคลาดเคลื่อนของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไปสู่แนวคิดที่ถูกต้อง เช่น ศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบในการจัดการเรียนรู้เรื่องนั้นๆ มีการกระตุ้นให้นักเรียนมีโอกาสทบทวนและอภิปรายแนวคิดของตนเองกับคนอื่น ครูควรคำนึงถึงวิธีการหรือกลวิธีการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขหรือช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดที่มักคลาดเคลื่อน และควรมีการทดสอบแนวคิดของผู้เรียนเมื่อได้เรียนเรื่องนั้นผ่านไประยะหนึ่ง

ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ (2558, น. 202-210) ได้เสนอแนวทางเปลี่ยนแนวคิดทางเลือกที่คลาดเคลื่อนไปเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดทางเลือกที่คลาดเคลื่อนอาจมาจากเนื้อที่เป็นนามธรรม การใช้ภาษาไม่ถูกต้องในการบรรยายแนวคิด นักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานมาก่อนหรือยังไม่เข้าใจ นักเรียนใช้ความจำในการตอบคำถามโดยไม่มีความเข้าใจ ดังนั้นการปรับเปลี่ยนแนวคิดทางเลือกครูควรจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยว่าทำไมแนวคิดของนักเรียนไม่สอดคล้องกับกิจกรรมหรือการทดลอง และมีการใช้สื่อที่หลากหลายร่วมกับการอธิบายเพื่อแสดงให้นักเรียนเห็นภาพเป็นรูปธรรมมากขึ้น เช่น การใช้รูปภาพ หรือแบบจำลอง

สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์ (2558, น. 38) ได้ให้ความหมายของคำว่า แนวคิดคลาดเคลื่อน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ หรือความเชื่อของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ใดๆ ที่นักเรียนได้รับจากประสบการณ์ ซึ่งอาจเกิดขึ้นก่อนเรียน ขณะเรียน หรือหลังเรียนไปแล้ว ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ บางส่วนอาจเกิดจากตัวผู้เรียนที่สร้างขึ้นมาอาจสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมดหรือสอดคล้องเพียงบางส่วนหรืออาจไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เลย

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2557, น. 17) ได้ให้ความหมายของคำว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อน ว่าหมายถึง มโนมติที่แตกต่างไปจากมโนมติที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ โดยมโนมตินั้นอาจเป็นมโนมติที่ผิด หรือมโนมติที่ไม่สมบูรณ์หรือเป็นมโนมติที่แตกต่างไปบางส่วน

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551, น. 13) ได้ให้ความหมายของ แนวคิดทางเลือก ว่าหมายถึง ความรู้เดิมของนักเรียนที่ไม่ตรงกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนเกิดแนวคิดทางเลือก ซึ่งเป็นแนวคิดของนักเรียนที่เข้าใจหรือใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

ไตรรัตน์ รัตนเดช (2551, น. 25) แนวคิด หมายถึง ความเข้าใจของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดทั้งวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการคิด โดยเกิดจากประสบการณ์ที่อยู่รอบๆ ตัว

ดังนั้นสรุปว่า แนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่สร้างขึ้นมาเป็นแนวคิดของตนเองเพื่อใช้อธิบายการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์หรือปรากฏการณ์อื่นๆ ซึ่งอาจจะมาจากประสบการณ์เดิม หรือในขณะเรียนหรือภายหลังการเรียนรู้ ซึ่งแนวคิดนั้นแตกต่างไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้มีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์

1.3.3 การจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้กำหนดแนวทางการจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกัน ดังนี้

ธนารัตน์ สังฆะมณี และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2559, น. 96-100) ใช้เกณฑ์การจำแนกกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนของ Wancharee Mungsing ซึ่งจัดเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

2) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU)

3) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS)

4) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC)

5) ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

นิภาภรณ์ จันทะโยธา และสุวัตร นานันท์ (2558, น. 1980) ได้จัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Adadan, Trundle, & Irving (2009) แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

1) มีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ (Scientific understanding: SU)

2) มีมโนมติวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน (Scientific Fragment: SF)

3) มีมโนมติวิทยาศาสตร์ร่วมกับความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน (Scientific with Alternative Fragment: SAF)

4) มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนร่วมกับมโนมติวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วน (Alternative with Scientific Fragment: ASF)

5) ความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน (Alternative Fragment: AF)

สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์ (2558, น. 47) ใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 5 กลุ่ม โดยประยุกต์แนวคิดจาก Haidar (1997, น. 185) ดังนี้

1) แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding: SU) นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องและให้เหตุผลในการเลือกคำตอบถูกต้อง

2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding: PU) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องและอธิบายเหตุผลถูกต้อง แต่คำตอบไม่สมบูรณ์ หรือเลือกคำตอบถูกต้อง แต่ไม่สามารถให้เหตุผลในการตอบได้

3) แนวคิดถูกต้องบางส่วนคลาเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception: PUSM) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูก แต่อธิบายเหตุผลในการตอบไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หรือ เลือกตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบบางส่วนสอดคล้องและบางส่วนไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Specific Misconception: SM) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลในการตอบไม่ถูกและไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5) ไม่มีแนวคิด (No Understanding) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบหรือตอบว่าไม่ทราบหรือไม่อธิบายหรืออธิบายแต่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ถาม

Haidar (1997 อ้างถึงใน สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์, 2558, น. 45) จัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1) แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding หรือ Complete Understanding หรือ Scientific Conception) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding หรือ Complete Explanation) หมายถึง มีคำตอบที่อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบที่เป็นไปตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

3) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Specific Misconception) หมายถึง มีคำตอบที่บางส่วนมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และบางส่วนมีแนวคิดไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Specific Misconception หรือ Complete Misunderstanding) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่ถาม แต่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5) ไม่มีแนวคิด (No Understanding หรือ No Conception หรือ No Response) หมายถึง อธิบายไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม หรือตอบว่าไม่ทราบ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้เกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 5 กลุ่มโดยประยุกต์มาจากแนวคิดของ Haidar (1997 อ้างถึงใน สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์, 2558, น. 45)

1) แนวคิดถูกต้อง (Scientific Conception : SC) หมายถึง เขียนคำตอบถูกต้อง อธิบายเหตุผลถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding : PU) หมายถึง เขียนคำตอบถูกต้องบางส่วน หรืออธิบายเหตุผลถูกต้องบางส่วน และสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน

3) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Complete Misunderstanding : PU&CM) หมายถึง เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนบางส่วน อธิบายเหตุผลคลาดเคลื่อนบางส่วน หรืออธิบายเหตุผลแต่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์

4) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Complete Misunderstanding : CM) หมายถึง เขียนคำตอบไม่ถูกต้อง หรืออธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5) ไม่มีแนวคิด (No Conception : NC) หมายถึง ไม่เขียนคำตอบหรือตอบว่าไม่ทราบหรืออธิบายคำตอบแต่ไม่ตรงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

1.3.4 การตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2557, น. 9-20) ได้เสนอแนวคิดในการตรวจสอบมโนมติผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย ดังนี้

1) การใช้แบบทดสอบข้อเขียน เป็นข้อสอบข้อเขียนหรือข้อสอบอัตนัย เรียกว่า แบบทดสอบมโนมติหรือแบบสำรวจมโนมติ เป็นการตั้งคำถามให้ผู้เรียนใช้ความรู้ที่มีอยู่ตอบ เพื่อนำเสนอมโนมติของตนเองเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ

2) แบบสอบถาม เป็นการถามโดยตรงเกี่ยวกับความยากลำบากในการทำความเข้าใจ และการถามให้อธิบายโจทย์หรือสถานการณ์ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด

3) การสัมภาษณ์ ใช้ตรวจสอบมโนมติผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ตัวกระตุ้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงมโนมติเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ ออกมา

4) การใช้แผนผังมโนมติ ให้ผู้เรียนเขียนมโนมติเกี่ยวกับหน่วยย่อยๆ ของความรู้ที่สัมพันธ์กันอย่างชัดเจนและถูกต้อง

5) เทคนิคการทำนาย – การสังเกต – การอธิบาย เป็นเทคนิคที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทำนายก่อนลงมือทำกิจกรรมพร้อมอธิบายเหตุผล การสังเกตและบันทึกผลที่สังเกตได้ และการอธิบายความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ทำนายไว้และสิ่งที่เกิดขึ้นจริง

6) การวาดรูป ให้ผู้เรียนวาดรูปเพื่อแสดงความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน

7) แบบผสมผสาน เป็นการตรวจสอบมโนมติของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือมากกว่า 1 ประเภท

1.3.5 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบอัตนัยหรือข้อสอบแบบเขียนตอบ มีขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ผลการเรียนรู้เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2) กำหนดจุดประสงค์ กรอบแนวคิดที่ต้องการวัด และจัดทำตารางวิเคราะห์แนวคิดให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์ทั้งหมด แล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

3) สร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดแนวคิดแบบเขียนตอบ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน โดยสร้างกรอบคำถามและกรอบแนวคิดคำตอบที่ถูกต้องชัดเจน และเหมาะสม จำนวน 2 ฉบับ

4) นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของกรอบเนื้อหา กรอบแนวคิดคำตอบ ความถูกต้องของการใช้ภาษา แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้จากการตรวจสอบมาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง

5) นำแบบวัดแนวคิดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาลงคะแนนและให้ข้อเสนอแนะในด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2557, น.9-53)

5.1) ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ค่าเป็น +1

5.2) ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น 0

5.3) ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ค่าเป็น-1

นำข้อเสนอแนะที่ได้จากการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในแต่ละองค์ประกอบของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.50-1.00

6) นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมายของข้อคำถาม ระยะเวลาที่เหมาะสม และนำไปแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และมี

ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-1.00 จำนวน 20 ข้อ และหาค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2557, น. 9-46)

7) นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง และแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง และจัดทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1.4 กรอบความคิด (Mindset)

1.4.1 ความหมายของกรอบความคิด

มีนักการศึกษาให้ความหมายคำว่า Mindset ในภาษาไทย หมายถึง กรอบความคิด ซึ่งกรอบความคิดมี 2 ประเภท ได้แก่ กรอบความคิดเติบโต (Growth mindset) หมายถึง กระบวนการทางความคิดเพื่อพัฒนากรอบความคิด และกรอบความคิดยึดติด (Fixed mindset) หมายถึง กรอบความคิดที่จำกัดกระบวนการพัฒนาทางความคิด ซึ่งมีผู้ให้ความหมาย ดังนี้

ราชบัณฑิตยสภา (2561) ได้ให้ความหมายของ กรอบความคิด (Mindset) หมายถึง กรอบความคิด ความเชื่อ ค่านิยมหลัก ความคาดหวัง ซึ่งบงการพฤติกรรมหรือท่าทีเชิงมโนทัศน์ของบุคคลให้ยอมรับหรือตอบโต้เหตุการณ์ที่เผชิญหน้า ตามความคิด ความเชื่อที่บุคคลนั้นมี

ปัทมาภรณ์ ศรีราษฎร์ และนันทรัตน์ เจริญกุล (2561, น. 389-399) ได้ระบุลักษณะของบุคคลที่มีกรอบความคิดเติบโต ประกอบด้วย 6 ลักษณะ คือ มีความคิดที่เชื่อว่าความสามารถและสติปัญญาเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยผ่านการทำงานอย่างหนัก ชอบความท้าทาย ไม่ยอมแพ้ต่ออุปสรรค เชื่อว่าความพยายามเป็นหนทางสู่ความสำเร็จ เรียนรู้จากคำวิจารณ์ ค้นหาแรงบันดาลใจจากความสำเร็จของผู้อื่น

ชนิตา รุ่งเรือง และเสรี ชัดแย้ม (2559, น. 1-12) ได้ให้ความหมายของคำว่ากรอบความคิดเติบโต (Growth mindset) หมายถึง ความเชื่อของมนุษย์ที่มีต่อลักษณะและคุณลักษณะของตนเองว่า สามารถเปลี่ยนแปลงได้และพัฒนาได้ ซึ่งการปรับเปลี่ยนกรอบความคิดจำกัดไปสู่บุคคลที่มีกรอบความคิดเติบโตเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มศักยภาพของมนุษย์ได้

ชัชวาล ศิลปกิจ, อรวรรณ ศิลปะกิจ, และรสสุคนธ์ ชมชื่น (2558, น. 168) ได้ให้ความหมายของคำว่า กรอบความคิด หมายถึง ความเชื่อเกี่ยวกับคุณลักษณะพื้นฐานของตัวเอง มี 2 แบบ คือ กรอบความคิดติดฝังแน่น (fixed mindset) เชื่อว่าคุณลักษณะพื้นฐานของตนเองเป็นสิ่งที่คงที่ตายตัวไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้และ กรอบความคิดเติบโต (growth mindset) เชื่อว่าเป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้งอกงามได้ตลอดชีวิต

มิลินทรา กวินกมลโรจน์ (2557, น. 134) ได้ให้ความหมายของคำว่า กรอบความคิด หมายถึง กรอบความคิดของบุคคล โดยมีพื้นฐานมาจากค่านิยม ความเชื่อ ความคาดหวัง

ทัศนคติ และประสบการณ์เดิมของบุคคลนั้นๆ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของบุคคลนั้นในการตอบสนองต่อสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ในบุคคลหนึ่งประกอบด้วยชุดความคิด 2 แบบ คือ กรอบความคิดจำกัด และกรอบความคิดเติบโต

Yeager and Dweck (2012, pp. 302-314) ได้ให้ความหมายของกรอบความคิดเติบโต ว่า บุคคลที่เชื่อว่าความฉลาดเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ โดยผ่านการเรียนรู้อย่างหนัก มีการใช้วิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และการขอคำแนะนำจากผู้อื่น ส่วนบุคคลที่เชื่อว่าความฉลาดเป็นสิ่งที่มีมาแต่กำเนิดและไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เรียกว่า กรอบความคิดจำกัด

ดังนั้น กรอบความคิด (mindset) หมายถึง กรอบความคิดของบุคคลที่มีพื้นฐานมาจากความคิด ความเชื่อ ค่านิยม และประสบการณ์ที่ได้รับ ส่งผลให้บุคคลนั้นมีแนวคิดหรือทัศนคติต่างกัน ซึ่งแนวคิดหรือทัศนคตินั้นมีอิทธิพลต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสถานการณ์เดียวกันต่างกัน

1.4.2 ประเภทของกรอบความคิด

Dweck (2007, pp. 1-10) ได้ให้ความเห็นไว้ว่าความเชื่อที่มีพลังที่จะเปลี่ยนกระบวนการทำงานของจิต ซึ่งมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของพฤติกรรมของบุคคล และได้คิดค้นทฤษฎีเรื่องกรอบความคิด (Mindset) โดยแบ่งประเภทของ Mindset ออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

1) กรอบความคิดจำกัด (Fixed mindset) บุคคลที่เชื่อว่าพรสวรรค์หรือคุณลักษณะต่างๆ ของตนเองถูกกำหนดมาแล้วตั้งแต่เกิด เช่น ความฉลาด บุคลิกภาพ เป็นต้น ซึ่งไม่มีสิ่งใดสามารถเปลี่ยนแปลงได้ บุคคลที่มีพรสวรรค์เชื่อว่าไม่จำเป็นต้องใช้ความพยายามในการประสบความสำเร็จ พวกเขาจึงรู้สึกไม่ชอบเมื่อบุคคลอื่นมาตัดสินหรือประเมินตัวตนของเขา บุคคลเหล่านี้เชื่อว่าความพยายามเป็นสิ่งเลวร้ายเหมือนกับความล้มเหลว ดังนั้นถ้าบุคคลที่มีกรอบความคิดจำกัดประสบความล้มเหลวพวกเขาจะรู้สึกล้มเหลวอย่างถึงที่สุด โดยจะมองสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นตัวชี้วัดถึงความสามารถและความมีคุณค่าของตนเองโดยตรง ส่งผลให้บุคคลเหล่านี้กลัวการท้าทายและไม่เห็นคุณค่าของความพยายาม ไม่รู้สึกนับถือตนเองและไม่เคารพตนเอง

2) กรอบความคิดเติบโต (Growth mindset) บุคคลที่เชื่อว่าคุณสมบัติพื้นฐาน เช่น พรสวรรค์แต่แรกเริ่ม ความถนัด ความสนใจ อารมณ์ เป็นต้น สามารถพัฒนาได้จากความพยายาม บุคคลเหล่านี้เชื่อว่าคุณสมบัติต่างๆ สามารถเปลี่ยนแปลงและเติบโตได้จากการประยุกต์ใช้และจากประสบการณ์ บุคคลเหล่านี้เชื่อว่าศักยภาพที่แท้จริงของแต่ละบุคคลเป็นสิ่งที่ไม่มีใครรู้ได้ ดังนั้นถ้าบุคคลที่มีกรอบความคิดเติบโตประสบความล้มเหลวพวกเขาจะไม่ยอมแพ้ง่ายๆ พร้อมที่จะเสี่ยง เผชิญหน้ากับสิ่งที่ท้าทายและพยายามต่อไป ส่งผลให้พวกเขาตระหนักถึงคุณค่าสิ่งที่ท้าทายตนเองและความสำคัญของการพยายาม

1.4.3 การประเมินกรอบความคิด

ชัชวาลย์ ศิลปกิจ, อรวรรณ ศิลปกิจ, และรสสุคนธ์ ชมชื่น (2558, น. 168) ได้พัฒนาแบบวัดชุดความคิดและศึกษาความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งข้อคำถามมีทิศทางทั้งเชิงบวกและเชิงลบ โดยมาตรวัดระดับความคิดเห็น 6 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

ชนิตา รุ่งเรือง และเสรี ชัดแช้ม (2559, น. 8-9) ได้สรุปแนวทางการประเมินกรอบความคิดเติบโต ดังนี้

1) การใช้มาตรประมาณค่าของลิเคิร์ทที่สร้างขึ้นตามแนวคิดจากทฤษฎีความเชื่อที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาได้ของลักษณะหรือคุณลักษณะนั้นของบุคคลมาเป็นแนวทางในการสร้างมาตรวัด โดยมาตรวัดแต่ละชุดมีจำนวนข้อคำถามที่แตกต่างกันออกไป ตั้งแต่ 2 ข้อ ไปจนถึง 12 ข้อ

2) การพัฒนามาตรวัดกรอบความคิดในรูปแบบกระดาษ-ดินสอ

3) การจัดทำมาตรวัดกรอบความคิดในรูปแบบการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ออนไลน์ โดยมีข้อคำถามจำนวน 16 ข้อ ซึ่งสามารถรายงานผลการประเมินได้ทันที

4) การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองมาใช้ในการศึกษาการทำงานของสมองผ่านการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์

5) การนำเกมคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาลักษณะของผู้ที่มีกรอบความคิดแตกต่างกัน

1.4.4 แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อปรับเปลี่ยนกรอบความคิด

วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล (2562, น. 166-174) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างให้ผู้เรียนมี Growth Mindset ในลักษณะของการบูรณาการกับกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1) การให้ผู้เรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ของตนเอง โดยครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายและวิธีการเรียนรู้ให้มากที่สุด เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจภาย เพื่อให้ผู้เรียนใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มความสามารถจนประสบความสำเร็จ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและกระตุ้นความรู้สึกท้าทายในการเรียนรู้ เหมาะกับความสามารถของผู้เรียน โดยเน้นไปที่กระบวนการร่วมมือระหว่างผู้เรียน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนรู้รู้ร่วมกัน

3) การจัดกระบวนการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีสติและสมาธิ เน้นให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้มากกว่าผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้

ผู้เรียนกำหนดเวลาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง สนับสนุนวิธีการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การลงมือปฏิบัติจริง หากผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จหรือเกิดข้อผิดพลาด ผู้สอนควรให้โอกาสผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จากความผิดพลาด โดยใช้ความผิดพลาดนั้นมาปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ให้ดีขึ้น เช่น การสะท้อนคิด การถอดบทเรียน เป็นต้น

4) การประเมินผลการเรียนรู้ ใช้แนวทางการประเมินผลตามสภาพจริง โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศประคับประคองเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง เน้นที่กระบวนการใช้และความมุ่งมั่นพยายามของผู้เรียนมากกว่าผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อให้เกิดการสะท้อนคิดว่าความสำเร็จของตนเองเกิดจากความพยายาม หรือนำข้อผิดพลาดมาปรับปรุงมาพัฒนาการเรียนรู้ตนเองอย่างไร

5) การให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อนำไปสู่การปรับเปลี่ยนวิธีคิดและการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจงเป็นรูปธรรม เพื่อการพัฒนาตนเองของนักเรียน ครูไม่ใช้อคติส่วนตัวในการให้ข้อมูลย้อนกลับ

6) บทบาทของผู้สอนในการเสริมสร้าง Growth Mindset ครูผู้สอนควรส่งเสริม สนับสนุน ช่วยเหลือ ประคับประคองเป็นนั่งร้านทางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยใช้พลังคำถาม การชี้แนะเพื่อการรู้คิด

ชนิตา รุ่งเรือง และเสรี ชัดแช้ม (2559, น. 9-10) ได้สรุปแนวทางการปรับเปลี่ยนกรอบความคิด ดังนี้ (1) การให้ข้อมูลหรือความรู้เกี่ยวกับการทำงานของสมอง ซึ่งเป็นความสามารถของสมองในการพัฒนาและจัดระบบใหม่ โดยการใช้ความพยายามและการฝึกฝนอย่างหนัก (2) การเปลี่ยนกรอบความคิดในผู้ปกครองของเด็ก ซึ่งผู้ปกครองของเด็กที่ได้รับการอบรมโดยยึดตามทฤษฎีกรอบความคิดเติบโตในด้านเชาวน์ปัญญาจะส่งผลต่อคะแนนแรงจูงใจและพฤติกรรมการเรียนรู้โดยรวมของเด็ก

พวงชมพู โจนส์ (2559, น. 1-9) การปรับ Mindset ครูสามารถใช้สภาพแวดล้อมมาเป็นตัวช่วยปรับ โดยการปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อสิ่งที่อยากเรียนรู้ มีองค์ประกอบ 5 อย่าง ได้แก่ (1) หยุดเปรียบเทียบตนเองกับคนอื่น (2) ทุกอย่างไม่จำเป็นต้องสมบูรณ์แบบ ซึ่งความสมบูรณ์แบบเป็นหนึ่งที่กีดกันความสำเร็จ แต่ลองเปลี่ยนความคิดว่าเราได้พยายามทำให้ดีที่สุดแล้ว (3) หาหลักฐานเสริมความคิด เมื่อใดที่คิดว่าเราทำไม่ได้หรือไม่มีศักยภาพพอที่จะทำมันสำเร็จ เราต้องหยุดความคิดนี้แล้วหาหลักฐานมายืนยันว่าเราทำมันไม่ได้จริงหรือทำไม่ได้เพราะอะไร (4) ให้คำจำกัดความใหม่ของคำว่าผิดพลาด เพราะการกลัวความผิดพลาดทำให้หลายๆ คนไม่กล้าเสี่ยงหรือลองทำอะไรใหม่ๆ (5) อย่าสนใจความคิดของคนอื่นมากเกินไป เพราะในโลกเราปัจจุบันมีทั้ง

คนที่หวังดีและไม่หวังดีกับเรา ซึ่งสามารถจัดกิจกรรมการสร้างกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงที่ผู้เรียนสามารถสัมผัสได้จริง

มิลินทรา กวินกมลโรจน์ (2557, น. 134) ได้ให้แนวทางการปรับเปลี่ยนกรอบความคิด 2 ขั้นตอน คือ (1) พิจารณากรอบความคิดของตนว่ามีอะไรบ้าง ทั้งในทางบวกและทางลบ เช่น กรอบความคิดทางบวก คือ การมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ หรือกรอบความคิดทางลบ คือ ไม่ชอบการคำนวณเลข ไม่ชอบทำงานเป็นทีม (2) พิจารณากรอบความคิดทางลบว่าส่งผลไม่ดีต่อตัวเองอย่างไร โดยนำกรอบความคิดมาพิจารณาเพื่อหาแนวทางในการแก้ไข เช่น ไม่ชอบการคำนวณเลขส่งผลไม่ดีคือทำให้ไม่ชอบทำงานหรือเรียนรู้เกี่ยวกับตัวเลข จากนั้นให้ทบทวนกรอบความคิดในทางบวกที่ตรงข้ามกับทางลบอย่างค่อยเป็นค่อยไป และพิจารณาว่ากรอบความคิดทางบวกมีประโยชน์อะไรกับตัวเอง และพยายามปรับเปลี่ยนกรอบความคิดนั้นเป็นกรอบความคิดใหม่ของตัวเอง

ศูนย์จิตวิทยาการศึกษา (2560, น. 9-10) ได้เสนอแนวทางการสร้าง Growth Mindset ดังนี้

(1) ครูและผู้ปกครองควรเป็นตัวอย่างของการมี Growth Mindset คือ ไม่ย่อท้อต่อปัญหา รักที่จะเรียนรู้ไปพร้อมกับเด็ก มีความเชื่อว่าเด็กทุกคนพัฒนาได้ สอนอย่างตั้งใจ ให้เวลาและโอกาส กับเด็กทุกคนในการเรียนรู้

(2) สอนให้เด็กเข้าใจเรื่อง Growth Mindset ว่าคนเราสามารถพัฒนาศักยภาพและความสามารถได้

(3) ให้ความสำคัญกับกระบวนการในการเรียนหรือการทำงาน เพื่อให้เด็กเห็นว่าควรให้ความสำคัญกับความพยายามในการเรียนรู้มากกว่าผลลัพธ์หรือความฉลาด

(4) การสะท้อน (Feedback) ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้เด็กรู้ว่าอะไรที่ดีแล้ว อะไรที่ต้องพัฒนา หรือสิ่งที่ยังทำได้ไม่ดี ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร ซึ่งการสะท้อนที่ดี ได้แก่ (1) ผู้ให้การสะท้อนต้องคำนึงถึงประโยชน์ของผู้รับการสะท้อนเป็นหลัก โดยการสร้างบรรยากาศให้เป็นมิตร เกิดความไว้วางใจต่อกัน (2) ผู้ให้การสะท้อนควรมีเป้าหมายและประเด็นที่ชัดเจนว่าจะสะท้อนอะไร (3) ให้การสะท้อนที่ทักษะ กระบวนการ และความพยายามที่เป็นรูปธรรมและเฉพาะเจาะจงกับพฤติกรรมบอกสิ่งที่ทำได้ดีกับสิ่งที่ควรปรับปรุง (4) หลังจากสะท้อนแล้วควรสรุปประเด็นถึงสิ่งที่ควรเปลี่ยนแปลงและปรับปรุง

วิจารณ์ พาณิช (2561, น. 10-11) ได้ให้คำแนะนำการสร้างบรรยากาศเพื่อสร้างห้องเรียนแห่งความสุข ดังนี้

(1) สร้างบรรยากาศให้เด็กอยากรู้อยากเห็น ใฝ่รู้ใฝ่เรียน โดยจัดการเรียนรู้ที่มีความหมายเพื่อให้เด็กเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน

(2) สร้างให้เป็นพื้นที่ปลอดภัย มีความไว้วางใจกันระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับเพื่อน เพื่อนำไปสู่การร่วมคิดร่วมเรียนรู้ กล้าคิด กล้าพูดคุย

(3) สร้างให้เป็นห้องเรียนแห่งความเสมอภาคที่นักเรียนได้รับการปฏิบัติและความเอาใจใส่จากครูอย่างเท่าเทียม

(4) สร้างเป็นห้องเรียนแห่งโอกาส โดยครูรู้จุดเด่นหรือความสามารถของนักเรียนเป็นรายคน เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาต่อยอดได้ถูกจุด

1.4.5 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพกรอบความคิด

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดกรอบความคิดของนักเรียนเป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ท มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินกรอบความคิด ผู้วิจัยเลือกการประยุกต์ใช้แบบสอบถามฉบับภาษาอังกฤษของ Dweck, Mindset Quiz และประยุกต์แบบประเมินกรอบความคิดของ ชัชวาลย์ ศิลปะกิจ และคณะ เพื่อประเมินกรอบความคิด 3 มิติ คือ การรู้คิด อารมณ์ และพฤติกรรม เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของการใช้ภาษา

2) นำแบบประเมินกรอบความคิดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาลงคะแนนและให้ข้อเสนอแนะตามความเหมาะสมและความถูกต้องของการใช้ภาษา ตามมาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert scale) ซึ่งเป็นแบบประเมินค่าระหว่าง 1-4 (ไม่เห็นด้วยมากที่สุดถึงเห็นด้วยมากที่สุด) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2557, น. 9-53)

2.1) ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น +1

2.2) ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น 0

2.3) ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น -1

นำข้อเสนอแนะที่ได้จากการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.50-1.00

3) นำแบบประเมินชุดความคิดไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมายของข้อคำถาม ระยะเวลาที่เหมาะสม และนำไปแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง และหาค่าความสอดคล้องภายในด้วยวิธี

สัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha) และหาค่าความสัมพันธ์รายข้อกับข้อคำถามรวม (Corrected item total correlation: CITC) (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2557, น. 9-46)

4) นำแบบประเมินชุดความคิดที่แก้ไขปรับปรุงแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง และแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง

5) จัดทำแบบประเมินชุดความคิดที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1.5 การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์

1.5.1 การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต

การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต เกิดจากกระบวนการย่อยสารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ให้เป็นสารโมเลกุลขนาดเล็ก แล้วเซลล์ดูดซึมและนำไปใช้ได้ โดยการย่อยอาหารภายในเซลล์เป็นการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีฟาโกไซโทซิสแล้วสร้างเป็นฟูดแวคิวโอล ฟูดแวคิวโอลเข้าไปรวมกับไลโซโซมเพื่อย่อยแล้วเซลล์ดูดซึมไปใช้ และการย่อยอาหารภายนอกเซลล์โดยการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารนอกเซลล์ แล้วดูดซึมไปใช้ในภายหลัง เช่น จุลินทรีย์พวกแบคทีเรียและเห็ดรามีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ อะมีบาและพารามีเซียมและฟองน้ำมีการย่อยอาหารภายในเซลล์ ไฮดราและพลานาเรียมีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์และมีการย่อยอาหารภายในเซลล์

สัตว์เคี้ยวเอื้องมีส่วนของทางเดินอาหารที่ใช้เป็นบริเวณที่พักอาหารสำหรับจุลินทรีย์ในการย่อยเซลลูโลสโดยกระเพาะอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ กระเพาะผ้าขี้ริ้วหรือรูเมน กระเพาะรังผึ้งหรือเรติคิวลัม กระเพาะสามสิบกลีบหรือโอมาซัม และกระเพาะอาหารหรืออะโบมาซัม

อาหารที่คนกินเข้าไปจะผ่านทางเดินอาหาร โดยเริ่มตั้งแต่ ปาก คอหอย หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ไส้ตรง และทวารหนัก โดยในบริเวณช่องปากมีการย่อยอาหารเชิงกลโดยใช้ฟันบดเคี้ยวอาหาร และย่อยอาหารเชิงเคมีโดยเอนไซม์อะไมเลสย่อยแป้ง อาหารเคลื่อนที่ไปยังกระเพาะอาหารทำหน้าที่ย่อยโปรตีน อาหารเคลื่อนที่ผ่านกล้ามเนื้อหูรูดไปยังลำไส้เล็ก ซึ่งทำหน้าที่ย่อยอาหารอาหารทุกชนิดและดูดซึมสารอาหารทุกชนิด โดยมีเอนไซม์จากตับอ่อนและน้ำดีจากตับมาช่วยในการย่อยอาหาร

1.5.2 การสลายสารอาหารระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

สารอาหารที่ถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์มีกระบวนการสลายสารอาหารระดับเซลล์เพื่อเปลี่ยนพลังงานของพันธะเคมีของสารอาหารให้มาอยู่ในรูปสารประกอบพลังงานสูงที่เซลล์พร้อมจะนำพลังงานไปใช้ได้ ซึ่งการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน มี 2 แบบ คือ การสลาย

สารอาหารแบบใช้ออกซิเจน เป็นการสลายสารอินทรีย์ที่มีพลังงานสูงให้เป็นสารอนินทรีย์ที่มีพลังงานต่ำโดยใช้ออกซิเจน ซึ่งจะปลดปล่อยพลังงานจากสารอาหารออกมาทีละน้อยๆ เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อเซลล์ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ ไกลโคลิซิส วัฏจักรเครบส์ การถ่ายทอดอิเล็กตรอน และการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะทำให้ NADH และ $FADH_2$ ไม่สามารถถ่ายทอดอิเล็กตรอนให้กับตัวรับอิเล็กตรอนต่างๆ ได้ ดังนั้นเมื่อขาดออกซิเจน จึงไม่สามารถสร้าง ATP ได้ ส่งผลให้เกิดกระบวนการหมัก

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒผล (2562) ได้นำเสนอองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างกระบวนการทางความคิดเพื่อการเติบโต เพื่อให้ผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีกระบวนการทางความคิดเพื่อการเติบโต (growth mindset) เพื่อให้นักเรียนเชื่อว่าตนเองสามารถเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพได้อย่างต่อเนื่องด้วยความมุ่งมั่นและความพยายาม โดยผู้สอนต้องมีการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ของตนเอง มีการประเมินผลที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้และความมุ่งมั่นพยายามของผู้เรียน มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีกระบวนการทางความคิดเพื่อการเติบโตด้วยการนั่งร้านทางการเรียนรู้ (Scaffold) การใช้พลังคำถาม (power question) การชี้แนะเพื่อการรู้คิด (cognitive guided) และการสะท้อนคิดตนเอง (self-reflection) และที่สำคัญที่สุดผู้สอนต้องเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีคุณค่าและควรได้รับการยกย่อง ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ด้วยกระบวนการที่แตกต่างกัน ผู้เรียนทุกคนสามารถประสบความสำเร็จได้ และผู้เรียนทุกคนมีศักยภาพในการพัฒนาตนเองไปสู่ความสำเร็จ

ธนะดี สุริยะจันทร์หอม และอารยา ปิยะกุล (2561) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบ SPASA เพื่อเสริมสร้างโกรว์ธมายด์เซตสำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิชาชีพครูมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบโกรว์ธมายด์เซตก่อนและหลังการเข้ากิจกรรม พบว่านักศึกษามีโกรว์ธมายด์เซตสูงขึ้นหลังการเข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งสามารถจัดกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มองค์ประกอบที่พัฒนาได้ นักศึกษาที่มีความเชื่อว่าสติปัญญาของตนเพิ่มขึ้นได้มีแรงจูงใจในการเรียนมากกว่านักศึกษาที่มีความเชื่อว่าสติปัญญาของตนไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้ กลุ่มที่ 2 กลุ่มองค์ประกอบที่พัฒนาแต่ต้องอาศัยระยะเวลา และกลุ่มที่ 3 กลุ่มขององค์ประกอบที่ไม่ตอบสนองต่อโปรแกรมฝึกอบรมตามรูปแบบ ซึ่งอาจเกิดจากการที่นักศึกษาเกิดความพยายามในการทำงานที่มีความท้าทายแล้วเกิดความผิดพลาด ส่งผลให้นักศึกษารู้สึกไม่มั่นใจในความสามารถของตนเอง

มุทิตา อดทน, วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์, และจุฑามาศ แหนจอน (2561) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการพัฒนากรอบความคิดเติบโตในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการศึกษาพบว่าภายหลังสิ้นสุดการทดลองนักเรียนในกลุ่มทดลองมีกรอบความคิดเติบโตสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และและนักเรียนในกลุ่มทดลองมีกรอบความคิดเติบโตสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งโปรแกรมการพัฒนากรอบความคิดเติบโตที่ออกแบบนี้ประกอบด้วยหลักการทำงานของสมอง จิตใจ และการเรียนรู้เป็นหลัก ซึ่งช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปด้วยความเหมาะสมของแต่ละบุคคลและเกิดการพัฒนากรอบความคิดจากแบบจำกัดเป็นกรอบความคิดเติบโตได้ โดยเมื่อมีความพยายามในการเปลี่ยนกรอบความคิดจะต้องมีการพัฒนาระบบการให้รางวัลโดยให้รางวัลสำหรับความพยายามและการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหามากกว่าการให้รางวัลที่จะเป็นการตัดสินเพื่อประเมินศักยภาพของนักเรียน ดังนั้นการใช้โปรแกรมการพัฒนากรอบความคิดเติบโตสามารถพัฒนานักเรียนกลุ่มทดลองให้มีกรอบความคิดเติบโตสูงขึ้นและนักเรียนกลุ่มทดลองมีกรอบความคิดเติบโตสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

วนิดา พูลพันธ์ชู, ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์, และศุภชัย ทวี (2561) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการสอนอุปมาอุปไมย เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนเรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์มากที่สุด เนื่องจากธรรมชาติของเนื้อหามีความเป็นนามธรรม ส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนและไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน ภายหลังการจัดการเรียนรู้ มีนักเรียนร้อยละ 84.36 มีการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เกิดจากการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง การฝึกคิดอุปมาอุปไมยที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และการทำงานเป็นกลุ่ม

โชติภรณ์ ลีเวียง และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 1 คือนักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบาย ระบุสิ่งที่เป็นนามธรรม และระบุความสำคัญของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ ภายหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพบว่านักเรียนบางส่วนที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 1 และนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 2 แสดงว่าการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และปรับปรุงพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของตนให้สอดคล้องกับมโนมติทาง

วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความพึงพอใจ ด้านกิจกรรมการเรียนอยู่ในระดับมาก ด้านบรรยากาศอยู่ในระดับมาก และด้านประโยชน์ที่นักเรียนได้รับอยู่ในระดับมาก

ธนารัตน์ สังฆะมณี และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2559) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนในระดับที่คลาดเคลื่อนถึงระดับที่มีความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากนักเรียนอาจมีความคิด มุมมอง หรือประสบการณ์เดิมที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ซึ่งมโนมติที่มีอยู่เดิมอาจมีส่วนคลาดเคลื่อนไป และภายหลังที่มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานพบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับที่ถูกต้องมากขึ้นและมีความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลง เนื่องจากนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดทาวิทยาศาสตร์และพัฒนาตนเองให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น และนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ จำนวน 15 คน จากนักเรียนทั้งหมด 28 คน คิดเป็นร้อยละ 53.57 ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น

ชนิตา รุ่งเรือง และเสรี ชัดแช้ม (2559) ได้ทบทวนบทความวิจัยเกี่ยวกับกรอบความคิดเติบโต แนวทางใหม่แห่งการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ ในบุคคลที่มีกรอบความคิดแตกต่างกันจะส่งผลให้มีคุณลักษณะแตกต่างกันหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นความพยายาม ทัศนคติที่มีต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลว ความสามารถในการปรับตัว แต่การที่มนุษย์จะสามารถเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่มีต่อลักษณะของตนเองได้จะต้องมีความเกี่ยวเนื่องกับการทำงานของสมองและการพัฒนาได้ของสมอง ดังนั้นบุคคลที่เชื่อว่าตนเองสามารถเปลี่ยนแปลงความสามารถของตนเองได้จะเป็นบุคคลที่มีแรงจูงใจในการเรียนรู้และนำไปสู่การมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ไม่ว่าจะเป็นการแสวงหาความท้าทาย การจัดการกับอุปสรรค์ การปรับตัว และการเรียนรู้จากความผิดพลาด ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถเพิ่มศักยภาพของบุคคลได้และนำไปสู่ความสำเร็จในการทำงาน

ธณัฏฐา คงทน, บุญนาค สุขุมเมฆ, และชาตรี ฝ่ายคำตา (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเรื่องเคมีอินทรีย์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่าก่อนเรียนนักเรียน ร้อยละ 85.5 ไม่เข้าใจหรือไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแนวคิดที่นักเรียนไม่เข้าใจมากที่สุดคือการอ่านชื่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอน หมู่ฟังก์ชัน และสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ตามลำดับ และภายหลังที่มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องเคมีอินทรีย์เพิ่มขึ้นทุกๆ

แนวคิด โดยนักเรียนมีความเข้าใจสูงขึ้นมากที่สุดในเรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (ร้อยละ 64.1) รองลงมา คือ หมู่ฟังก์ชัน (ร้อยละ 61.5) สารประกอบอินทรีย์ (ร้อยละ 53.9) ไอโซเมอร์ (ร้อยละ 48.7) สารประกอบอินทรีย์ (ร้อยละ 46.2) และการสร้างพันธะของคาร์บอน (ร้อยละ 38.5) ซึ่งส่งผลมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยการ ให้ความสำคัญกับการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่ความสนใจลงมือปฏิบัติเพื่อหาความรู้ในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

ปิตุพงษ์ ท่าค้อ และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนามโนมติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลดิง พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจมโนมติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ร้อยละ 70 ของนักเรียนจัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีมโนมติและมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน เนื่องจากนักเรียนไม่เคยเรียนเนื้อเหล่านี้มาก่อน ภายหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียน ร้อยละ 80 สามารถพัฒนามโนมติไปสู่มโนมติที่ถูกต้องมากขึ้น มีนักเรียนร้อยละ 20 มีมโนมติที่ถูกต้องในทุกเรื่องโดยเฉพาะเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของคลอโรพลาสต์ การทำงานของสารสี ปฏิกิริยาแสง และปฏิกิริยา การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C3 C4 และ CAM โดยสามารถเขียนคำอธิบาย ให้เหตุผลหรือใช้แผนภาพประกอบถูกต้องตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์

นิภาภรณ์ จันทะโยธา และสุวัตร นานันท์ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาวิถีทางมโนมติวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนแบบแยกส่วน (ร้อยละ 50) และนักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับ 0 ภายหลังที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 32.35) มีวิถีทางมโนมติแบบก้าวหน้ามากและคงที่ (ร้อยละ 31.76) และนักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ 4 และผลจากการวัดความเข้าใจมโนมติหลังเรียน 1 เดือน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนมติชนิดมีมโนมติวิทยาศาสตร์

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา, และพจนารถ สุวรรณรุจิ (2558) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องโครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองอยู่ในกลุ่มที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับในทุกๆประเด็นที่ศึกษา โดยนักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 65.9 และเมื่อผ่าน

การเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้วพบว่าแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นและอยู่ในกลุ่มที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น โดยนักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้องลดลงเฉลี่ยร้อยละ 24.5 และมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 27.9 และเมื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนพบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับเพิ่มขึ้นในทุกๆ ประเด็นที่ศึกษา

ลัทธิวรรณ ศรีวิคำ, คเชนทร์ แดงอุดม, และธิติยา บงกชเพชร (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อมโนมติ เรื่อง ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่าภายหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่สมบูรณ์เพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียนร้อยละ 3.39 เป็นร้อยละ 52.11 มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์บางส่วนสูงขึ้นจากก่อนเรียนร้อยละ 15.28 เป็นร้อยละ 24.00 และนักเรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วนลดลงจากก่อนเรียนร้อยละ 10.89 เป็นร้อยละ 10.39 มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนลดลงจากก่อนเรียนร้อยละ 42.89 เป็นร้อยละ 10.89 และไม่มีมโนมติลดลงจากก่อนเรียนร้อยละ 26.67 เป็นร้อยละ 2.44 แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีส่วนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์มากขึ้นและมีความเข้าใจมโนมติคลาดเคลื่อนลดลง ยกเว้นมโนมติเรื่อง น้ำขึ้นน้ำลง และอุปราคา เป็นมโนมติที่มีนักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจมโนมติเพียงบางส่วนและมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน

อารยา ควัฒน์กุล, จันทร์พร พรหมมาศ, และภัทรภร ชัยประเสริฐ (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์ (2558) ได้ศึกษาการใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ผลการศึกษาพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องและคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะโคเวเลนต์ และหลังจากการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยกับพันธะโคเวเลนต์มากขึ้นและนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนลดลงร้อยละ 36.91 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบายสามารถแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องพันธะโคเวเลนต์ได้ และเทคนิคที่ช่วยแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เรื่องพันธะโคเวเลนต์ได้ดีที่สุดคือ การลงมือปฏิบัติทดลอง และการสังเกตจากสื่อ

โพธิศักดิ์ โพธิเสน (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานผลการศึกษาพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องและมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง จากนั้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน และแบ่งกลุ่มแนวคิดพบว่านักเรียนมีแนวคิดในหัวข้อต่างๆ ที่อยู่ในกลุ่มแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์ โดยมีนักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุดในหัวข้อ ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานก่อกัมมันต์ รองลงมาคือปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี และการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามลำดับ

ปาณิสรา ไม้รอด (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การแบ่งเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเรื่องการแบ่งเซลล์และภาพรวมของกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่ถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งในระหว่างการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนสังเกตของจริงและสร้างแบบจำลอง ปรับปรุงแบบจำลองด้วยตนเอง และยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิดควรใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การใช้คำถามปลายเปิดแบบเจาะลึกเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม ส่วนการประเมินควรใช้การวิเคราะห์เปรียบเทียบ อภิปรายความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง

ไตรรัตน์ รัตนเดช (2551) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ก่อนการ

จัดการเรียนการสอนนักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจ เนื่องจากเป็นแนวคิดที่มีแนวคิดย่อยจำนวนมากและยากแก่การเข้าใจ อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนของครูยังคงเน้นการเรียนการสอนแบบท่องจำมากกว่าการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายหลังการจัดกิจกรรมโดยการจัดกิจกรรมการร่วมกันออกแบบการค้นคว้าและการลงมือปฏิบัติ การได้ฝึกคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน การตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองได้ มีนักเรียนที่สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์อยู่ในกลุ่มแนวคิดที่ถูกต้องและถูกต้องบางส่วนมากขึ้น

Hochanadel and Finamore (2015) ได้ทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับกรอบความคิดคงที่และกรอบความคิดเติบโต และกรอบความคิดในการช่วยเหลือนักเรียนก้าวข้ามอุปสรรค โดยนักเรียนที่เชื่อว่าสติปัญญาสามารถเปลี่ยนแปลงได้มีความพยายามและประสบความสำเร็จมากกว่านักเรียนที่เชื่อว่าสติปัญญาไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อเผชิญกับความท้าทายหรืออุปสรรค ดังนั้นการพัฒนากรอบความคิดเติบโตสามารถพัฒนาได้โดยใช้การประเมินกรอบความคิด ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการพิจารณาว่านักเรียนมีความพยายามในการเรียนรู้ที่จะเผชิญกับความท้าทายการเรียนรู้อย่างไร ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงไม่ควรมุ่งเน้นเพียงแค่ให้นักเรียนการมีผลการเรียนดี แต่ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ท้าทายความสามารถของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนกระตือรือร้นในการหาวิธีการแก้ปัญหาและความรู้นั้นจะอยู่คงทนถาวร

O'Rourke, Haimovitz, Ballweber, Dweck, and Popovíc, (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแรงจูงใจที่คงทนถาวรในการใช้เกมเพื่อสร้างกรอบความคิดเติบโต โดยใช้วีดีโอเกมในการสร้างแรงจูงใจของนักเรียน เพื่อปรับเปลี่ยนโครงสร้างพื้นฐานทางสติปัญญาของนักเรียนให้คงทนถาวร จากการวิจัยพบว่า การใช้เกมสามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างพื้นฐานของนักเรียนบางส่วนได้สร้างกรอบความคิดเติบโต มีการให้คะแนนสมองเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากรอบความคิดเติบโต มีการกระตุ้นนักเรียนด้วยการใช้วิธีการที่หลากหลาย อีกทั้งการศึกษาเด็กจำนวน 15,000 คน แสดงให้เห็นว่ามีนักเรียนบางส่วนที่เมื่อใช้เกมแล้วแต่ยังไม่สามารถสร้างกรอบความคิดเติบโตได้ ดังนั้นหากมีการเพิ่มระยะเวลาอาจช่วยให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการสร้างกรอบความคิดเติบโตเพิ่มขึ้นได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ที่มีต่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์และเพื่อเปรียบเทียบกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นผู้วิจัยนำเสนอวิธีการดำเนินงานวิจัยในหัวข้อต่าง ๆ ตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย

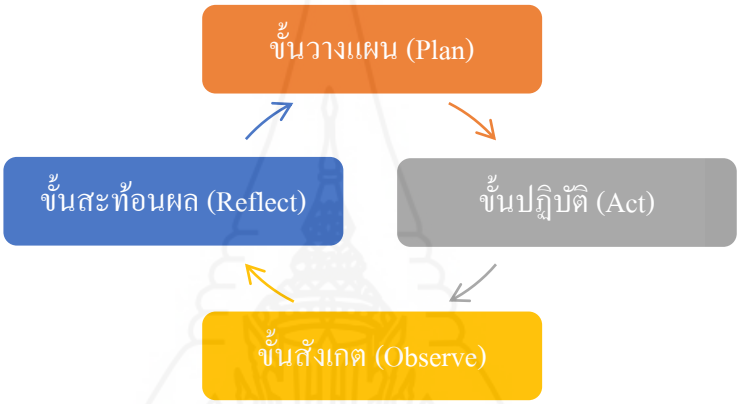
การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยต่อเนื่องกันไป 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นวางแผน (Plan) ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนากรอบความคิด และวางแผนการออกแบบแผนการเรียนรู้โดยการวิเคราะห์หลักสูตรและผลการเรียนรู้ และออกแบบแผนการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning) เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนากรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 แผน รวม 18 ชั่วโมง สร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ ที่เป็นข้อสอบคู่ขนาน เพื่อใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สร้างแบบบันทึกหลังสอน สร้างแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และสร้างแบบประเมินกรอบความคิด

1.2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ปฏิบัติการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการทำกิจกรรมระหว่างเรียน ทำแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้ ผู้วิจัยบันทึกหลังสอนทุกครั้งที่สอนจบในแต่ละคาบ และนักเรียนเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ภายหลังจบการเรียนในแต่ละแผนการเรียนรู้

1.3 ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่ดำเนินการเรียนการสอนด้วยตนเองและสังเกตจากการบันทึกวีดีโอ เช่น การทำกิจกรรม การตั้งคำถาม การตอบคำถาม และพฤติกรรมการแสดงออกทางกาย แล้วบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกหลังสอนทุกครั้งที่สอนจบในแต่ละคาบ

1.4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังสอนและแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงแผนการเรียนรู้ในครั้งถัดไป



ภาพที่ 3.1 แสดงวงจรการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 13 ห้องเรียน นักเรียน 451 คน โรงเรียนสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว โดยเป็นนักเรียนห้องเรียนปกติที่เรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้สำหรับการวิจัยนี้ ประกอบด้วย 3 เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังสอน และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ จำนวน 5 แผน จำนวน 18 ชั่วโมง โดยออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 บทบาทครู บทบาทนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1) การสร้างแบบจำลอง (Generating model)	- นำเข้าสู่บทเรียนด้วยแนวคิดที่ง่าย และสร้างประเด็นปัญหาที่กระตุ้นความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม ให้นักเรียนเกิดความสนใจเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อสะท้อนความคิดออกมาด้วยการเขียนอธิบายหรือวาดภาพ - การตั้งคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	- นักเรียนตั้งคำถามที่เกี่ยวกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันหรือความรู้เดิม เพื่อให้เกิดการอภิปรายระหว่างครูและนักเรียน - นักเรียนแสดงแบบจำลองทางความคิดด้วยการวาดภาพหรือเขียนอธิบาย อย่างสร้างสรรค์

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
2) การตรวจสอบข้อมูลและการประเมินแบบจำลอง (Data validation and Evaluating model)	- ส่งเสริมให้เกิดการศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการเปรียบเทียบข้อมูลกับเพื่อนเพื่อให้นักเรียนเห็นข้อบ่งพร่องหรือจุดดีจุดด้อยของแบบจำลองทางความคิดของตนเอง เพื่อปรับเปลี่ยนแนวคิดให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ - ครูตั้งคำถามที่ท้ายทายความสามารถของนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสนุกกับการเรียนรู้	- มีความรับผิดชอบต่อการทำงานกลุ่มเพื่อให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ - สืบค้นข้อมูลด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และแสดงข้อมูลในรูปแบบที่หลากหลาย - กล้าคิด กล้าพูด กล้าแสดงออก เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน
3) การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง (Model revision)	- ระหว่างจัดกิจกรรมครูสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อิสระ สนับสนุนให้นักเรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย - ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบแบบจำลองทางความคิดและการสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ไขแบบจำลองทางความคิดของตนเอง	- นักเรียนแสดงบทบาทเป็นครู โดยการถ่ายทอดแนวคิดของตนเองให้เพื่อนร่วมชั้นเข้าใจด้วยภาษาของตนเอง เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันและสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4) การขยายแบบจำลอง (Elaborating model)	- การตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สร้างสมมติฐาน ค้นหาคำตอบ และเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน - จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	- นักเรียนแสดงออกถึงแบบจำลองทางความคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้อธิบายเหตุการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันและสามารถอธิบายให้เพื่อนเข้าใจด้วยภาษาของตนเอง

เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์เพื่อศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนากรอบความคิด ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

เรื่อง	จำนวนแผน	จำนวนคาบ
1. การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสัตว์เซลล์เดียว	1	3
2. การย่อยอาหารของสัตว์	1	3
3. การย่อยอาหารของคน	1	4
4. การสลายสารอาหารในสภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ	1	4
5. การสลายสารอาหารในสภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ	1	4
รวม	5	18

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาเอกสาร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model – Based Learning)

(2) กำหนดจุดประสงค์ กรอบเนื้อหา เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดเรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ทั้งหมด 5 เนื้อหา คือ 1) การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสัตว์เซลล์เดียว 2) การย่อยอาหารของสัตว์ 3) การย่อยอาหารของคน 4) การสลายสารอาหารในสภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ 5) การสลายสารอาหารในสภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ

(3) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งแผนการเรียนรู้ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ภาระงานหรือชิ้นงาน กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบบฝึกหัด

(4) เสนอกรอบเนื้อหา กรอบแนวคิด และแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและความถูกต้องของภาษาที่ใช้ เวลาในการจัดกิจกรรม และการใช้กิจกรรมในเนื้อหา แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้จากการตรวจสอบมาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง

(5) นำแผนการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาลงคะแนนและให้ข้อเสนอแนะในด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้จากการตรวจพิจารณามาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง แล้วนำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นมาหาค่าเฉลี่ยความเหมาะสมในแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.39

(6) นำแผนการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง และแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง

(7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยแก้ไขปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2) แบบบันทึกหลังสอน

แบบบันทึกหลังสอนเป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ซึ่งครอบคลุมด้านเนื้อหา การจัดกิจกรรม การประเมินผล ซึ่งจะทำการบันทึกข้อมูลหลังสอนจบคาบทุกครั้ง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบบันทึกหลังสอน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบบันทึกหลังสอน

(2) กำหนดกรอบแนวคิดและประเด็นในการบันทึกหลังสอน

(3) สร้างแบบบันทึกหลังสอนตามกรอบแนวคิดตามการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

(4) เสนอแบบบันทึกหลังสอนให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกรอบแนวคิดและประเด็นที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา การจัดกิจกรรม การประเมินผล แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้จากการตรวจสอบมาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง

(5) นำแบบบันทึกหลังสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งและแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง แล้วนำไปใช้บันทึกหลังสอนทุกคาบ ซึ่งประเด็นที่บันทึก คือ 1) ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 2) ปัญหาหรืออุปสรรคจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 3) ข้อเสนอแนะหรือแนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนการสอนในครั้งต่อไป

3) แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยครอบคลุมด้านเนื้อหา การจัดกิจกรรม การประเมินผล ซึ่งสอดคล้องกับแบบบันทึกหลังสอนของผู้สอน โดยบันทึกในประเด็นต่างๆ คือ 1) สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 2) ปัญหาหรืออุปสรรคที่นักเรียนพบในการเรียนรู้ 3) สิ่งที่นักเรียนประทับใจหรือสิ่งที่นักเรียนอยากให้ครูปรับปรุงแก้ไขในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 4) สิ่งที่นักเรียนอยากเรียนรู้เพิ่มเติมหรือกิจกรรมที่นักเรียนอยากให้มีเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

3.1.1 แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยมีข้อคำถามแบบเขียนตอบ จำนวน 20 ข้อ เป็นข้อสอบคู่ขนานจำนวน 2 ฉบับ ซึ่งมีการวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียน ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 กรอบเนื้อหาที่ใช้สร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์

กรอบเนื้อหา	เวลา (คาบ)	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำความรู้ไปใช้	การวิเคราะห์
1. การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสัตว์เซลล์เดียว	3	2	2	-	-
2. การย่อยอาหารของสัตว์	3	1	2	-	-
3. การย่อยอาหารของคน	4	3	4	-	-
4. การสลายสารอาหารในสภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ	4	1	1	1	-
5. การสลายสารอาหารในสภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ	4	1	1	1	-
รวม	18	8	10	2	-

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

(2) กำหนดจุดประสงค์ กรอบแนวคิดที่ต้องการวัด และจัดทำตารางวิเคราะห์แนวคิดให้ครอบคลุมตามจุดประสงค์ทั้งหมด แล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

(3) สร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยเลือกใช้แบบวัดแนวคิดแบบเขียนตอบและกรอบแนวคิดคำตอบ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน จำนวน 2 ฉบับ

(4) นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของกรอบเนื้อหา กรอบแนวคิดคำตอบ ความถูกต้องของการใช้ภาษา แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้จากการตรวจสอบมาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง

(5) นำแบบวัดแนวคิดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาลงคะแนนและให้ข้อเสนอแนะในด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการตรวจพิจารณามาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง แล้วนำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในแต่ละองค์ประกอบของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ได้ค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00 และแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ได้ค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00 (ภาคผนวก ค) (6) นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมายของข้อคำถาม ระยะเวลาที่เหมาะสม และนำไปแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-1.00 จำนวน 20 ข้อ แบบวัดแนวคิดก่อนเรียนได้ค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.35-70 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.25-1.00 แบบวัดแนวคิดหลังเรียนได้ค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.38- 0.70 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.25-0.88 และหาค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยความเที่ยงของแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนเท่ากับ 0.86 และความเที่ยงของแบบวัดแนวคิดหลังเรียนเท่ากับ 0.90 (ภาคผนวก ค)

(7) นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง และแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง

(8) นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยแก้ไขปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2) แบบประเมินกรอบความคิด

แบบประเมินกรอบความคิด เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ซึ่งประกอบด้วย 3 มิติ คือ การรู้คิด อารมณ์ และพฤติกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินกรอบความคิด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินกรอบความคิด

(2) ผู้วิจัยได้แปลและเรียบเรียงแบบประเมินกรอบความคิดด้วยการประยุกต์แบบสอบถามฉบับภาษาอังกฤษของ Dweck, Mindset Quiz และประยุกต์แบบประเมินกรอบความคิดของ ชัชวาลย์ ศิลปะกิจ และคณะ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งเป็นแบบประเมินค่าระหว่าง 1-4 (ไม่เห็นด้วยมากที่สุดถึงเห็นด้วยมากที่สุด) ประกอบด้วยกรอบความคิดเติบโต จำนวน 10 ข้อ และกรอบความคิดจำกัด จำนวน 10 ข้อ แล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของการใช้ภาษา

(3) นำแบบประเมินกรอบความคิดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาลงคะแนนและให้ข้อเสนอแนะในด้านความสอดคล้องแล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้จากการ

ตรวจพิจารณามาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง แล้วนำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าระหว่าง 0.67-1.00 (ภาคผนวก ค)

(4) นำแบบประเมินชุดความคิดไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมายของข้อคำถาม ระยะเวลาที่เหมาะสม และนำไปแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง และหาค่าความสอดคล้องภายในด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha) ได้ค่าเท่ากับ 0.69 และหาค่าความสัมพันธ์รายข้อกับข้อคำถามรวม (Corrected item total correlation: CITC) ในแต่ละองค์ประกอบของแบบประเมินกรอบความคิด ข้อ 9 และข้อ 13 มีค่าสูงสุด คือ 0.64 และ 0.52 ตามลำดับ ส่วนข้อ 5 และข้อ 16 มีค่าต่ำสุดคือ 0.09 และ 0.07 ตามลำดับ (ภาคผนวก ค)

(5) นำแบบประเมินชุดความคิดที่แก้ไขปรับปรุงแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง และแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง

(6) นำแบบประเมินชุดความคิดที่ผู้วิจัยแก้ไขปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนากรอบความคิด เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 5 แผนการเรียนรู้ ใช้ระยะเวลาวิจัยรวมทั้งหมด 18 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังรายละเอียดดังนี้

4.1 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการหายใจระดับเซลล์โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน มีขั้นตอนดังนี้

1) ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 18 คาบเรียน

2) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ โดยการสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนหรือพฤติกรรมต่างๆ ที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วบันทึกหลังการสอนเมื่อสิ้นสุดคาบเรียนทุกครั้ง

3) ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้เพื่อสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนทุกแผนการเรียนรู้

(4) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยและแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อลงข้อสรุปวิธีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการหายใจระดับเซลล์โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานในครั้งต่อไป

4.2 การวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ และวัดกรอบความคิดของนักเรียน มีขั้นตอนดังนี้

(1) ให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์และทำแบบประเมินกรอบความคิดก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้เวลาในการทำแบบวัดและแบบประเมิน 100 นาที

(2) ตรวจแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนและนำมาจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่กำหนด และประเมินกรอบความคิดเพื่อจำแนกนักเรียนที่มีกรอบความคิดเติบโตกับนักเรียนที่มีกรอบความคิดจำกัด

(3) ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 18 คาบเรียน คาบละ 50 นาที ในระหว่างเรียนให้นักเรียนทำกิจกรรมเดี่ยว กิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนนักเรียน ผู้วิจัยบันทึกสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนลงในแบบบันทึกหลังสอนทุกครั้งที่เรียนจบทุกคาบเรียน เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในคาบเรียนต่อไป

(4) ให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนทุกแผน โดยผู้วิจัยอ่านข้อมูลที่นักเรียนบันทึกการเรียนรู้อย่างละเอียด วิเคราะห์เพื่อสรุปข้อดี ข้อเสีย ปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดจากการเรียนรู้

(5) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ครบทั้ง 18 คาบเรียน ให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ และทำแบบประเมินกรอบความคิดอีกครั้ง

(6) ตรวจแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนและนำมาจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่กำหนด และประเมินกรอบความคิดหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบกรอบความคิดของนักเรียนที่มีกรอบความคิดเติบโตกับนักเรียนที่มีกรอบความคิดจำกัด

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

5.1 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน มีขั้นตอนดังนี้

5.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจากแบบบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย และแบบบันทึกการเรียนรู้ที่สะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนมาตีความและลงข้อสรุป

5.1.2 นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาตีความและลงข้อสรุปเป็นประเด็นต่างๆ เพื่อหาข้อสรุปร่วมของข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางการพัฒนาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

5.2 การวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และการวัดชุดความคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ มีขั้นตอนดังนี้

5.2.1 วิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ และวิเคราะห์แบบประเมินกรอบความคิดของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อนำข้อมูลมาเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพในการลงข้อสรุปเกี่ยวกับกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกรอบความคิดของนักเรียน

5.2.2 จัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 5 กลุ่มโดยประยุกต์มาจากแนวคิดของ Haidar (1997) คือ 1) แนวคิดถูกต้อง (Scientific Conception : SC) หมายถึง เขียนคำตอบถูกต้อง อธิบายเหตุผลถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ และสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding : PU) หมายถึง เขียนคำตอบถูกต้องบางส่วน หรืออธิบายเหตุผลถูกต้องบางส่วน และสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน 3) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Complete Misunderstanding : PU&CM) หมายถึง เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนบางส่วน อธิบายเหตุผลคลาดเคลื่อนบางส่วน หรืออธิบายเหตุผลแต่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ 4) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Complete Misunderstanding : CM) หมายถึง เขียนคำตอบไม่ถูกต้อง หรืออธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 5) ไม่มีแนวคิด (No Conception : NC) หมายถึง ไม่เขียนคำตอบหรือตอบว่าไม่ทราบหรืออธิบายคำตอบแต่ไม่ตรงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และแบ่งกรอบความคิดของนักเรียนตามแนวคิดของ Carol Dweck

(2012) ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กรอบความคิดยึดติดแท้จริง (Strong Fixed Mindset: SFM) คือ บุคคลที่เชื่อว่าคุณสมบัติพื้นฐาน สามารถพัฒนาได้จากความพยายาม 2) กรอบความคิดเติบโตและกรอบความคิดยึดติดบางส่วน (Growth Mindset with some Fixed ideas: GMF) 3) กรอบความคิดยึดติดและกรอบความคิดเติบโตบางส่วน (Fixed Mindset with some Growth ideas: FMG) 4) กรอบความคิดเติบโตแท้จริง (Strong Growth mindset: SGM) คือ บุคคลที่เชื่อว่าพรสวรรค์หรือคุณลักษณะต่างๆ ของตนเองถูกกำหนดมาแล้วตั้งแต่เกิด ซึ่งไม่มีสิ่งใดสามารถเปลี่ยนแปลงได้

5.2.3 เสนอการจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกรอบความคิดของนักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนที่ผู้วิจัยจัดกลุ่มแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและตรวจสอบความถูกต้อง โดยผู้วิจัยให้เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การแบ่งประเภทกรอบความคิด เพื่อประกอบการพิจารณา แล้วนำผลการจัดจำแนกกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขจัดกลุ่มใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อสรุปประเด็นหรือการแบ่งกลุ่มมีความสอดคล้องกัน

5.2.4 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติเชิงบรรยาย (Descriptive statistics) ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละเรื่องและข้อมูลเชิงคุณภาพในการลงข้อสรุป

5.2.5 เปรียบเทียบกลุ่มแนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์และการประเมินกรอบความคิด โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test for dependent sample) ว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

5.2.6 ผู้วิจัยวิเคราะห์แบบบันทึกการเรียนรู้เพื่อศึกษาพฤติกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ หรือพฤติกรรมที่เป็นอุปสรรคหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในครั้งต่อไป

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ที่มีต่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้ว เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ และเพื่อเปรียบเทียบกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

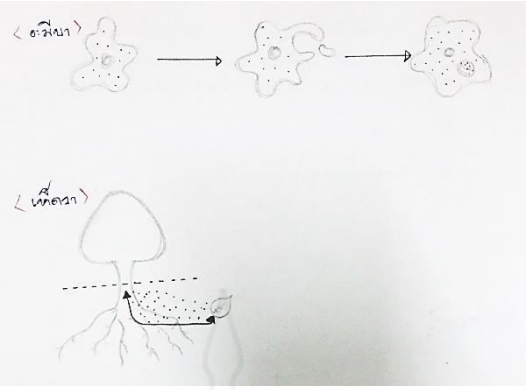
ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

ผู้วิจัยศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกหลังสอนและแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง

ตรวจสอบความรู้และใช้คำถามกระตุ้นความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการกินและการย่อยอาหารของคน เห็ดรา วาฬ อะมีบา แบคทีเรีย ความสำคัญของน้ำย่อย โดยใช้สื่อวิดีโอและรูปภาพ จากนั้นให้นักเรียนสร้างแบบจำลองโดยการวาดภาพการย่อยอาหารของราและอะมีบา ตามความเข้าใจของนักเรียน (โดยไม่เปิดหนังสือหรือสมุดหรือโทรศัพท์มือถือ)



ภาพที่ 4.1 แสดงแบบจำลองการย่อยอาหารของเห็ดและอะมีบาของนักเรียนคนที่ 27

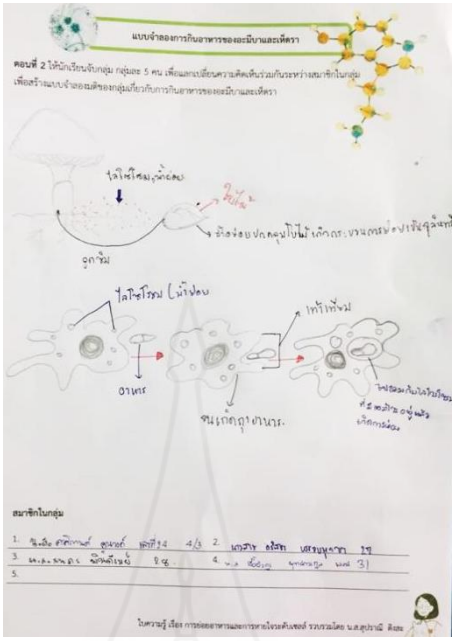
ขั้นที่ 2 การตรวจสอบข้อมูลและการประเมินแบบจำลอง

นักเรียนศึกษาความรู้เกี่ยวกับการย่อยอาหารของเห็ด รา แบคทีเรีย อะมีบา และบันทึกผลโดยการวาดภาพและเขียนคำอธิบาย

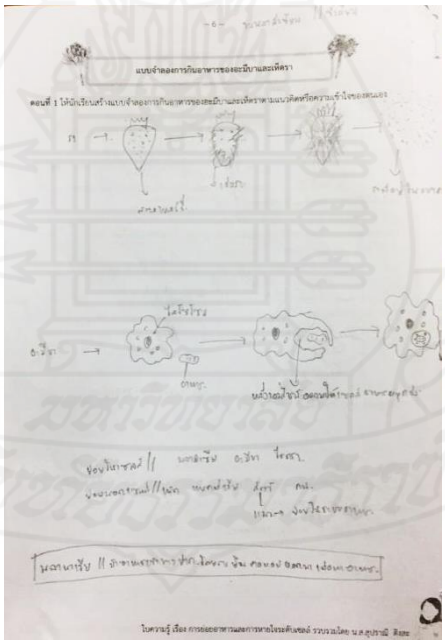
ภาพที่ 4.2 นักเรียนศึกษาความรู้จากหนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 1 (สสวท.)

ขั้นที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง

ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองมติของกลุ่ม แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน และกลับไปแก้ไขแบบจำลองในขั้นที่ 1 ให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (โดยไม่เปิดหนังสือหรือสมุดหรือโทรศัพท์มือถือ)



ภาพที่ 4.3 แสดงแบบจำลองมติของกลุ่ม 7 การย่อยอาหารของเห็ดและอะมีบา



ภาพที่ 4.4 แสดงการแก้ไขแบบจำลองการย่อยอาหารของราและอะมีบาของนักเรียนคนที่ 30

ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง

เชื่อมโยงความรู้ในชีวิตประจำวันโดยให้นักเรียนดูรูปภาพขนมปังขึ้นราและอธิบายการย่อยอาหารของราขนมปัง และมอบหมายแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เกี่ยวกับการย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว พบว่า การให้นักเรียนดูวิดีโอและใช้คำถามกระตุ้นความรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนสามารถวาดภาพและเขียนอธิบายได้บางส่วน หรือ เขียนอธิบายและวาดภาพไม่ได้ ภายหลังการเรียนรู้และการทำงานกลุ่ม นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ แล้วให้นักเรียนสร้างแบบจำลองมติของกลุ่ม จากนั้นกลับไปแก้ไขแบบจำลองที่ตนเองสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (โดยไม่เปิดหนังสือหรือสมุดหรือโทรศัพท์มือถือ) เมื่อใช้คำถามที่เชื่อมโยงกับความรู้หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันนักเรียนบางคนสามารถนำความรู้มาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ แต่บางคนไม่สามารถอธิบายได้ ดังตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

“ครูสอนวาดรูปและอธิบายขั้นตอนการย่อยอาหารของอะมีบาและพารามีเซียมทำให้เข้าใจง่ายขึ้น” (นักเรียนคนที่ 31)

“ครูให้ดูวิดีโอ แล้วคอยทบทวนและถามคำถามเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น” (นักเรียนคนที่ 2)

“ครูสอนเข้าใจ แต่อยากให้ช้าๆ บ้างค่ะ หนูตามไม่ทัน” (นักเรียนคนที่ 23)

จากการวิเคราะห์บันทึกหลังสอนและแบบบันทึกการเรียนรู้ สิ่งที่ผู้สอนทำได้ดีคือการใช้วิดีโอ เพื่อกระตุ้นความสนใจ และใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้ สิ่งที่ผู้สอนควรปรับปรุงคือการพูดช้าลง การใช้คำถามที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์มากขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์

ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง

ให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในวิดีโอและใช้คำถามกระตุ้นความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน และให้นักเรียนสร้างแบบจำลองโดยการวาดภาพการย่อยอาหารของสัตว์และวัว (โดยไม่เปิดหนังสือหรือสมุดหรือโทรศัพท์มือถือ)

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบข้อมูลและการประเมินแบบจำลอง

ให้นักเรียนดูวิดีโอและเขียนอธิบายการย่อยอาหารของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย และวัว และใช้คำถามหลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจมากขึ้น และจดบันทึกโดยการวาดภาพและเขียนอธิบาย

ขั้นที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง

ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น แล้วสร้างแบบจำลองมติของกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนกลับไปแก้ไขแบบจำลองของตนเองในขั้นตอนที่ 1 ให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง

ครูตั้งคำถามที่หลากหลายเพื่อทบทวนความรู้ เปรียบเทียบการย่อยอาหารและระบบทางเดินอาหารของสัตว์ และมอบหมายแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนอธิบายการย่อยอาหารของฟองน้ำ พลานาเรีย และวัว ได้บางส่วน เช่น อวัยวะต่าง ๆ ที่ใช้ในการย่อย แต่ไม่สามารถลงรายละเอียดการย่อยอาหารได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น ผู้สอนควรปรับปรุงการใช้คำถามเจาะจงคำตอบเพื่อลงรายละเอียดให้ชัดเจน หรือเมื่อผู้สอนตั้งคำถามควรให้นักเรียนเขียนคำตอบลงให้สมุดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้คิดและลงมือทำ จากนั้นสุ่มคำตอบและเสริมแรงโดยให้รางวัลเป็นคะแนน ดังตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

“ครูวาดรูปเป็นตัวอย่าง แล้วอธิบายเพิ่ม ถ้าไม่เข้าใจครูก็จะเปลี่ยนคำถามไปเรื่อยๆ จนกว่าจะอธิบายให้ครูฟังได้” (นักเรียนคนที่ 29)

“ไม่ค่อยเข้าใจการย่อยของวัว ชื่อมันจำยาก” (นักเรียนคนที่ 24)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง

ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการย่อยอาหารของคน โดยใช้คำถามง่ายๆ แล้วให้นักเรียนสร้างแบบจำลองการย่อยและการดูดซึมอาหารของคนโดยการเขียนอธิบายหรือวาดรูปและเขียนอธิบายตามความเข้าใจของนักเรียน

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบข้อมูลและการประเมินแบบจำลอง

นักเรียนศึกษาความรู้เกี่ยวกับการย่อยอาหารของคน และจดบันทึกการทำงานของอวัยวะย่อยอาหาร เขียนชื่อเอนไซม์และหน้าที่จาก ช่องปาก กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับอ่อน และการดูดซึมคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ที่ผนังลำไส้เล็ก

ขั้นที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง

นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น สร้างแบบจำลองมติของกลุ่มเรื่องการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารของคน นำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนกลับไปแก้ไขแบบจำลองของตนเองในขั้นตอนที่ 1

ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง

ครูตั้งคำถามที่กระตุ้นเน้นการเปรียบเทียบการทำงานของอวัยวะ เอนไซม์ และการดูดซึมสารอาหารของคน และมอบหมายแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายระบบทางเดินอาหารและการย่อยอาหารได้บางส่วน แต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดการทำงานของอวัยวะนั้นๆ ได้ครบถ้วน เช่น เพอริตัลซิสเกิดขึ้นได้อย่างไร และไม่สามารถอธิบายการดูดซึมสารอาหารที่ผนังลำไส้เล็กได้ครบถ้วน อีกทั้งนักเรียนบางคนไม่สามารถจดจำชื่อและหน้าที่ของเอนไซม์ได้ ดังนั้น ในการสอนครั้งต่อไปผู้สอนควรให้นักเรียนท่องจำชื่อและหน้าที่เอนไซม์ พร้อมระบุแหล่งที่หลั่งเอนไซม์นั้นๆ ออกมา ดังตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

“จำชื่อเอนไซม์ไม่ได้ มีเยอะเกินไป อยากให้ครูมีเทคนิคการจำชื่อเอนไซม์” (นักเรียนคนที่ 8)

“ไม่ค่อยเข้าใจการดูดซึมโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมันที่ลำไส้เล็ก อยากให้ครูอธิบายและตั้งคำถามซ้ำๆ ทบทวนความรู้” (นักเรียนคนที่ 3)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน

ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง

ตั้งคำถามกระตุ้นความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างพลังงานของร่างกาย และให้นักเรียนดูวิดีโอเพื่อกระตุ้นความสนใจ จากนั้นให้นักเรียนเขียนอธิบายการสร้างพลังงานของร่างกายตามความเข้าใจของนักเรียน

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบข้อมูลและการประเมินแบบจำลอง

ให้นักเรียนศึกษาความรู้และบันทึกข้อมูล จากนั้นผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับการสลายสารอาหารระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน

ขั้นที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง

ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองมติของกลุ่ม (โดยเปิดหนังสือเรียนและสมุดได้) ผู้สอนสุ่มแบบจำลองมติของกลุ่มออกมา 2 กลุ่ม เพื่ออภิปรายร่วมกัน จากนั้นให้นักเรียนกลับไปแก้ไขแบบจำลองของตนเองในขั้นตอนที่ 1

ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง

เชื่อมโยงความรู้เข้ากับชีวิตประจำวันเกี่ยวกับประโยชน์ในการรับประทานอาหารเช้าของนักเรียน และมอบหมายแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถจดจำชื่อสารต่างๆ ในการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนได้ทั้งหมด ส่งผลให้ไม่สามารถเขียนขั้นตอนการสลายสารอาหารระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจนได้ครบถ้วน ดังนั้น ผู้สอนจึงควรใช้เทคนิคการถามคำถามซ้ำๆ หรือให้นักเรียนออกเสียงบ่อยๆ แล้วให้นักเรียนเขียนสรุปแล้วอธิบายให้ผู้สอนฟังนอกเวลาเรียน อาจอธิบายเป็นกลุ่มหรือเดี่ยวก็ได้ ดังตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

“ชื่อสารเยอะเกินไป ไม่เคยได้ยินชื่อมาก่อน จำได้แต่จำได้ไม่หมด ทำให้เขียนขั้นตอนไม่ถูก” (นักเรียนคนที่ 5)

“จำขั้นตอนและบริเวณที่เกิดขึ้นได้ แต่จำชื่อสารไม่ได้” (นักเรียนคนที่ 20)

“จำผลผลิตของแต่ละขั้นตอนได้ไม่หมด อยากให้ครูช่วยหาเทคนิคการจำให้ค่ะ” (นักเรียนคนที่ 28)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

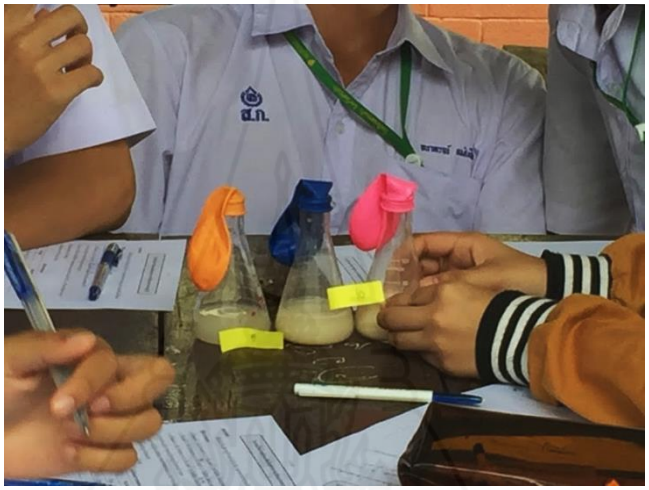
ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง

ให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์จากวิดีโอเกี่ยวกับการหมักข้าวหมาก ผลไม้ดอง และรากพืชบกที่แช่อยู่ในน้ำ แล้วใช้คำถามที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ

แล้วให้นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับการหมักไวน์ การทำข้าวหมาก แล้วให้นักเรียนสร้างแบบจำลองการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบข้อมูลและการประเมินแบบจำลอง

ให้นักเรียนศึกษาความรู้และจดบันทึก โดยผู้สอนอธิบายและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย แล้วให้นักเรียนทำการทดลองการหมักแอลกอฮอล์ของยีสต์และการหมักข้าวหมาก



ภาพที่ 4.5 การทดลองการหมักแอลกอฮอล์ของยีสต์

ภาพที่ 4.6 ทดลองการหมักข้าวหมาก

ขั้นที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง

ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นเกี่ยวกับการหมักแอลกอฮอล์ของยีสต์และการหมักข้าวหมากว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร แล้วให้นักเรียนบันทึกผลการหมักข้าวหมากทุก 24 ชั่วโมง จากนั้นสร้างแบบจำลองมติของกลุ่ม แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายร่วมกัน

ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง

ผู้สอนใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงให้เข้ากับชีวิตประจำวัน เกี่ยวกับการออกกำลังกายจนปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ การเน่าเปื่อยของรากพืชบกที่แช่น้ำ และมอบหมายแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายการสลายสารอาหารระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน สามารถจดจำชื่อสารและผลผลิตในแต่ละขั้นตอนได้ เนื่องจากการได้ลงมือปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน อีกทั้งสามารถอธิบายปรากฏการณ์คล้ายกันที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวันของตนเองได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทนถาวร แต่มีนักเรียนบางคนที่ไม่สามารถอธิบายได้ ดังนั้น ผู้สอนควรให้นักเรียนกลุ่มนั้นฝึกเขียน อธิบาย และใช้คำถามง่ายๆ ที่นักเรียนกลุ่มนั้นจะตอบได้ เนื่องจากการสลายสารอาหารระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจนมีขั้นตอนไม่มาก ดังตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

“การทดลองหมักแอลกอฮอล์ของยีสต์ทำให้รู้ว่าแก๊สที่เกิดขึ้นมาคือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เหมือนกับที่คนหายใจออกมา ทำให้ลูกโป่งใหญ่ขึ้น” (นักเรียนคนที่ 22)

“การทำข้าวหมาก ทำให้เข้าใจขั้นตอนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนมากขึ้น เพราะใช้ข้าวเหนียวหมักทำให้เปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลและแอลกอฮอล์” (นักเรียนคนที่ 34)

จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ในทุกแผนผู้วิจัยสรุปผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ดังนี้รายละเอียดต่อไปนี้ 1) เริ่มจากการให้นักเรียนสังเกตสื่อวีดีโอ รูปภาพหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ซึ่งการดูสื่อวีดีโอหรือรูปภาพช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น จากนั้นตั้งคำถามที่คาดว่านักเรียนจะตอบคำถามได้จากการสังเกตหรือจากประสบการณ์เดิมของนักเรียน โดยใช้คำถามที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยเกี่ยวกับเรื่องที่จะได้เรียนรู้ และสามารถสร้างแบบแบบจำลอง

(Generating model) ทางความคิดของตนเองได้ 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้หรือการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบข้อมูลและการประเมินแบบจำลอง (Data validation and Evaluating model) ที่นักเรียนสร้างขึ้นในครั้งแรก เช่น การทำกิจกรรมกลุ่ม การอภิปรายกลุ่มย่อย การปฏิบัติการทางชีววิทยา การนำเสนอหน้าชั้นเรียน เป็นต้น 3) ให้นักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองมติของกลุ่มและร่วมกันการอภิปราย เพื่อสร้างความเข้าใจของนักเรียนให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเป็นที่ยอมรับของกลุ่ม และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนในห้องเรียน และปรับเปลี่ยนแนวคิดให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์และความรู้มากขึ้นให้นักเรียนปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง (Model revision) ที่ตนเองสร้างขึ้นในขั้นการสร้างแบบจำลอง เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการสร้างองค์ความรู้ของตนเองและมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายกลุ่มช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงออก ฝึกการเป็นผู้นำและเป็นผู้ตามที่ดี และเป็นการฝึกยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น การสร้างแบบจำลองและการแก้ไขแบบจำลองช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ของตนเองที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 4) ยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับเรื่องที่เรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นขยายแบบจำลอง (Elaborating model) โดยใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับแบบจำลองของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางและเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทน ซึ่งการปฏิบัติการชีววิทยาช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวันได้ดีขึ้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ จึงเป็นหน้าที่ของผู้วิจัยที่ต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจำลองเป็นฐาน เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้เป็นของตนเองเพื่อเปลี่ยนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์

ผู้วิจัยสรุปผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนากรอบความคิดเติบโต ดังรายละเอียดต่อไปนี้ 1) พฤติกรรมของครูมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน 2) การสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ โดยครูสร้างบรรยากาศของห้องเรียนกัลยาณมิตร เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกไว้วางใจและมีเจตคติที่ดีต่อครูผู้สอน ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เพื่อให้นักเรียนกล้าคิด กล้าพูดคุย กล้าแสดงออก และแสดงพฤติกรรมอย่างเหมาะ โดยครูจะต้องแสดงให้นักเรียนรู้สึกได้ว่าครูเอาใจใส่นักเรียนทุกคน ไม่ลำเอียงและรักเด็กนักเรียนทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน 3) กล้ายอมรับและพร้อมจะเรียนรู้ ในขณะจัดการเรียนการสอน

เมื่อมีนักเรียนเกิดความสงสัยและมีคำถามที่ครูไม่สามารถตอบได้ในทันที ซึ่งคำถามนั้นอาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนก็ได้ ครูจะต้องกล้ายอมรับและแสดงออกให้นักเรียนเห็นว่าครูไม่ได้รู้ทุกอย่างและพร้อมที่จะเรียนรู้ไปพร้อมกับนักเรียน โดยครูและนักเรียนจะต้องไปสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ และนำมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างครูและนักเรียนในคาบเรียนต่อไป เมื่อนักเรียนฝึกการสืบค้นและครูให้คำชี้แนะเป็นประจำ จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเองและเข้าใจถึงการพัฒนาการของสมอง 4) การตั้งเป้าหมาย ครูมอบหมายงานที่เหมาะสมกับวัยและคาดว่านักเรียนสามารถทำงานได้ตามเป้าหมาย โดยให้นักเรียนตั้งเป้าหมายการทำงานด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้หรือความพยายามนั้นมีความหมายและมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจเมื่อสามารถทำงานบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ 5) การให้คำชื่นชม ซึ่งเป็นแรงเสริมทางบวก โดยให้คำชื่นชมอย่างพอเหมาะและเจาะจงการชื่นชมกระบวนการเรียนรู้และความพยายามมากกว่าความสามารถหรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น เช่น ในการตอบคำถามในชั้นเรียนเมื่อมีนักเรียนที่ตอบคำถาม ซึ่งอาจตอบถูกหรือผิดก็ได้ ครูต้องชื่นชมความพยายามในการตอบคำถาม แต่หากมีนักเรียนบางคนแสดงพฤติกรรมไม่เหมาะสม เช่น การหัวเราะหรือใช้คำพูดดูหมิ่นเพื่อน เป็นต้น ครูจะใช้คำพูดเพื่อปรับเปลี่ยนความคิดโดยใช้คำว่า “ยัง” เติมลงไปในประโยค เช่น “นักเรียนยังไม่รู้จักการย่อยอาหารของพลานาเรียเลย” เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนรู้สึกว่าถ้ามีความพยายามในการเรียนรู้และฝึกฝนให้มากพอจะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ 6) การให้ข้อมูลสะท้อนกลับ เมื่อมอบหมายงานแล้วมีนักเรียนบางคนที่ไม่สามารถทำงานให้บรรลุตามเป้าหมายได้ ครูจะให้คำชี้แนะและสร้างความเชื่อมั่นว่านักเรียนสามารถทำงานบรรลุตามเป้าหมาย ถ้านักเรียนมีความพยายามมากพอ โดยแสดงความเชื่อมั่นว่าทุกคนมีศักยภาพแตกต่างกัน แต่ทุกคนสามารถทำงานให้บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ด้วยการพัฒนาตนเอง แล้วให้ข้อมูลสะท้อนกลับโดยเจาะจงที่พฤติกรรมการทำงานอย่างทันที เช่น ในการทำงานกลุ่มจะมีนักเรียนบางคนที่แสดงพฤติกรรมไม่เหมาะสมหรือการไม่ช่วยเหลืองานของกลุ่มเป็นประจำ ครูจะสอบถามถึงพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกว่าพฤติกรรมนั้นส่งผลดีต่อตนเองและสมาชิกในกลุ่มอย่างไร นักเรียนจะปรับเปลี่ยนพฤติกรรมนั้นอย่างไร เพื่อให้นักเรียนมีพฤติกรรมไปในทิศทางที่ดีขึ้น ส่วนนักเรียนที่ทำงานบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือช่วยงานกลุ่มสม่ำเสมอ ครูจะให้คำแนะนำเพื่อพัฒนาพฤติกรรมในการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อความพยายามในการเรียนรู้และการฝึกฝนที่เพียงพอ

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 2 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน และแบบวัดแนวคิดหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดที่มีลักษณะคู่ขนาน ได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

แนวคิด	n	Mean	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	40	16.45	9.32	12.259*	.000
หลังเรียน	40	44.08	15.64		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนเรียน โดยวิเคราะห์คำตอบเชิงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ และนำคำตอบของนักเรียนมาพิจารณาจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

แนวคิดย่อยทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์				
	SC	PU	PU&CM	CM	NC
การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	0.00	4.38	11.88	11.25	72.50
การย่อยอาหารของสัตว์	0.00	3.33	28.33	22.50	45.83
การย่อยอาหารของคน	0.00	1.43	26.43	18.21	53.93
การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน	0.00	14.17	25.00	20.83	40.00
การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน	0.00	5.00	40.00	10.83	44.17
รวมเฉลี่ย	0.00	5.66	26.33	16.72	51.29

หมายเหตุ : SC หมายถึง แนวคิดถูกต้อง PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU&CM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน CM หมายถึง แนวคิดไม่ถูกต้อง NC หมายถึง ไม่มีแนวคิด

จากตารางที่ 4.2 พบว่าก่อนการจัดการเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 51.29 รองลงมาคือ นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนร้อยละ 26.33 เมื่อพิจารณาแนวคิดย่อย พบว่า นักเรียนไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ร้อยละ 72.50 รองลงมาคือเรื่องการย่อยอาหารของคน ร้อยละ 53.93 เรื่องการย่อยอาหารของสัตว์ ร้อยละ 45.83 เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ร้อยละ 44.17 และไม่มีแนวคิดเรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจนน้อยที่สุด ร้อยละ 40.00

ผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนหลังเรียน โดยวิเคราะห์คำตอบเชิงเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ และนำคำตอบของนักเรียนมาพิจารณาจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

แนวคิดย่อยทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละของนักเรียนในกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์				
	SC	PU	PU&CM	CM	NC
การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	18.13	55.00	7.50	8.13	11.25
การย่อยอาหารของสัตว์	5.83	56.67	22.50	7.50	7.50
การย่อยอาหารของคน	13.21	29.64	15.36	15.00	26.79
การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน	25.83	30.00	10.00	14.17	20.00
การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน	32.50	17.50	8.33	11.67	30.00
รวมเฉลี่ย	19.10	37.76	12.74	11.29	19.11

หมายเหตุ : SC หมายถึง แนวคิดถูกต้อง PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU&CM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน CM หมายถึง แนวคิดไม่ถูกต้อง NC หมายถึง ไม่มีแนวคิด

จากตารางที่ 4.3 พบว่าหลังการจัดการเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 37.76 รองลงมา คือ นักเรียนไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 19.11 และนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง ร้อยละ 19.10 เมื่อพิจารณาแนวคิดย่อย พบว่า นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์ ร้อยละ 56.67 รองลงมาคือ เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ร้อยละ 55.00 เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน ร้อยละ 30.00 เรื่อง การย่อยอาหารของคน ร้อยละ 29.64 และนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ร้อยละ 32.50

ตารางที่ 4.4 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

กลุ่มแนวคิด	ตัวอย่างกลุ่มคำตอบ	ร้อยละจำนวนของนักเรียน
แนวคิดถูกต้อง (SC)	- เห็ดราปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารให้เป็นโมเลกุลเล็กๆ แล้วดูดซึมสารอาหารเข้าไปในเซลล์ เป็นการย่อยแบบภายนอกเซลล์	18.13
แนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)	- เห็ดราย่อยอาหาร โดยการปล่อยเอนไซม์มาย่อยอาหารขนาดใหญ่ให้เล็กลง	55.00
แนวคิดคลาดเคลื่อน (PU&CM)	- ปล่อยไลโซโซมออกมาย่อยอาหารแล้วดูดซึมอาหาร - ปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยจุลินทรีย์ภายนอกเซลล์ให้มีโมเลกุลขนาดเล็กและดูดซึมเข้าสู่เซลล์	7.50
แนวคิดไม่ถูกต้อง (CM)	- ย่อยโดยใช้เซลล์และมีการย่อยเชิงเคมี - ปล่อยน้ำและดูดซึม	8.13
ไม่มีแนวคิด (NC)	-	11.25

จากการวิเคราะห์คำตอบแนวคิดย่อยของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง ร้อยละ 18.13 และมีนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 55.00 โดยนักเรียนเขียนอธิบายการย่อยอาหารของเห็ดรา พารามีเซียมได้ แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบการย่อยอาหารของแบคทีเรียกับอะมีบาได้ถูกต้องทั้งหมด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“เห็ดราปล่อยน้ำย่อยออกมานอกเซลล์ แล้วพอได้โมเลกุลเล็กๆ แล้วก็จะดูดซึมเข้าไปในตัวเอง” (คำตอบข้อที่ 1 นักเรียนคนที่ 4)

“พารามีเซียมจะใช้ขนในการโบกพัดอาหารเข้าสู่ปากแล้วจะย่อยจนเสร็จก็จะขับออกมาทางปาก” (คำตอบข้อที่ 2 นักเรียนคนที่ 15)

“พารามีเซียมจะมีขนรอบ ๆ ไว้โบกพัดอาหารเข้าสู่เซลล์ เมื่ออาหารเข้าสู่เซลล์จะถูกย่อย เมื่อย่อยเสร็จกากอาหารก็จะถูกขับออกมา” (คำตอบข้อที่ 2 นักเรียนคนที่ 32)

“อะมีบาใช้เท้าเทียมในการโบกพัดอาหาร และย่อยภายในเซลล์ แบคทีเรียย่อยภายนอกเซลล์” (คำตอบข้อที่ 3 นักเรียนคนที่ 18)

ตารางที่ 4.5 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์

กลุ่มแนวคิด	ตัวอย่างกลุ่มคำตอบ	ร้อยละจำนวนของนักเรียน
แนวคิดถูกต้อง (SC)	- พลานาเรียใช้ปากยื่นออกมาจับอาหารเข้าปาก แล้วปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยอาหารในช่องกลางลำตัว และเป็นการย่อยอาหารแบบนอกเซลล์	5.83
แนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)	- พลานาเรียยื่นคอหอยออกมาเพื่อดูดออาหารเข้ามาแล้วย่อยภายในเซลล์	56.67
แนวคิดคลาดเคลื่อน (PU&CM)	- พลานาเรียนำอาหารเข้าข้างลำตัว ย่อยและคายกากอาหารออกทางเดิมข้างลำตัว	22.50
แนวคิดไม่ถูกต้อง (CM)	- พลานาเรียนำอาหารเข้าทางปากและออกทางทวารหนัก	7.50
ไม่มีแนวคิด (NC)	-	7.50

จากการวิเคราะห์คำตอบแนวคิดย่อยของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 56.67 เนื่องจากนักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการย่อยอาหารของพลานาเรียได้ แต่ไม่ครบถ้วน รองลงมาคือมีแนวคิดคลาดเคลื่อน ร้อยละ 22.50 เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถอธิบายการย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องและเปรียบเทียบระบบทางเดินอาหารของสัตว์ได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“อะมีบาจะโอบอาหารไว้ในตัวเองเพื่อย่อย พลานาเรียจะยื่นคอหอยออกมาเพื่อกินอาหารส่วนปลาจะใช้ปากกินอาหาร ซึ่งอะมีบาและพลานาเรียมีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ แต่ปลามีทางเดินอาหารสมบูรณ์” (คำตอบข้อที่ 4 นักเรียนคนที่ 4)

“พลานาเรียนำอาหารเข้าทางปาก มีการย่อยภายนอกเซลล์และขับกากอาหารออกทางเดิม” (คำตอบข้อที่ 5 นักเรียนคนที่ 16)

“พลานาเรียดูดซึมอาหารโดยยื่นส่วนต่าง ๆ ของร่างกายออกมาเพื่อดูดสารอาหารเพื่อนำไปย่อยแล้วจึงปล่อยของเสียออกมา” (คำตอบข้อที่ 5 นักเรียนคนที่ 22)

“ปาก > คอหอย > กระเพาะอาหาร > ลำไส้เล็ก > ลำไส้ใหญ่ > ทวารหนัก” (คำตอบข้อที่ 6 นักเรียนคนที่ 7, 10, 12, 13, 17)

ตารางที่ 4.6 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การย่อยอาหารของคน

กลุ่มแนวคิด	ตัวอย่างกลุ่มคำตอบ	ร้อยละจำนวนของนักเรียน
แนวคิดถูกต้อง (SC)	- ข้าวหมูแดงถูกย่อยเชิงกลโดยการบดเคี้ยวของฟัน อะไมเลสย่อยข้าวเป็นน้ำตาลเป็นการย่อยเชิงเคมี	13.21
แนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)	- เกิดการย่อยเชิงกลทั้งข้าวและหมูแดง มีการย่อยเชิงเคมีคือใช้เอนไซม์ในน้ำลายย่อยข้าว	29.64
แนวคิดคลาดเคลื่อน (PU&CM)	- อะไมเลสย่อยข้าวหมูแดงเป็นการย่อยเชิงเคมี	15.36
แนวคิดไม่ถูกต้อง (CM)	- เอนไซม์อะไมเลสย่อยน้ำตาลให้เป็นกลูโคส	15.00
ไม่มีแนวคิด (NC)	- นักเรียนไม่เขียนคำตอบ	26.79

จากการวิเคราะห์คำตอบแนวคิดย่อยของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารของคน พบว่า นักเรียนไม่มีแนวคิด ร้อยละ 26.79 เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายการย่อยและการดูดซึมสารอาหารของคน จดจำชื่อเอนไซม์หรือการทำงานของเอนไซม์ได้ และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 29.64 เนื่องจากนักเรียนสามารอธิบายกระบวนการย่อยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และลิพิด ภายในช่องปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็กและกระบวนการดูดซึมสารอาหารที่ลำไส้เล็กถูกต้องบางส่วน แต่ไม่สามารถเขียนอธิบายได้ทั้งหมด ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ใช้ฟันบดเคี้ยวข้าวหมูแดง และเอนไซม์อะไมเลสออกมาย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ” (คำตอบข้อที่ 7 นักเรียนคนที่ 7)

“อาหารย่อยที่ปากผ่านหลอดอาหารไปยังกระเพาะเกิดการย่อยโปรตีนแล้วไปดูดซึมที่ลำไส้เล็ก” (คำตอบข้อที่ 8 นักเรียนคนที่ 10)

“ต่าง เพราะกระเพาะย่อยโปรตีนเพียงอย่างเดียว ลำไส้เล็กย่อยอาหารทุกชนิด โดยมีเอนไซม์ต่าง ๆ ออกมาย่อยให้เป็นน้ำตาล” (คำตอบข้อที่ 9 นักเรียนคนที่ 29)

“แตกต่างกัน เพราะในช่องปากมีเอนไซม์อะไมเลสย่อยแป้งเป็นน้ำตาลกลูโคส ในลำไส้เล็กย่อยอาหารทุกอย่าง” (คำตอบข้อที่ 10 นักเรียนคนที่ 30)

“ปากมีเอนไซม์อะไมเลสย่อยแป้ง ในกระเพาะอาหารมีเอนไซม์ย่อยโปรตีนจากไข่ตุ๋น และในลำไส้เล็กมีเอนไซม์ย่อยแป้งและโปรตีน” (คำตอบข้อที่ 11 นักเรียนคนที่ 12)

“ไมโครวิลลัสจะดูดซึมโปรตีนเข้าเส้นเลือดดำ และดูดซึมไขมันเข้าสู่หลอดน้ำเหลือง” (คำตอบข้อที่ 12 นักเรียนคนที่ 40)

“แตกต่าง ข้าวเหนียวจะย่อยเป็นแป้งและสเต็กอกไก่จะย่อยได้โปรตีนแล้วถูกดูดซึมเข้าสู่เส้นเลือด ส่วนไขมันจะถูกดูดซึมเข้าสู่หลอดน้ำเหลือง จากนั้นจะเข้าสู่หัวใจ แล้วนำไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย” (คำตอบข้อที่ 13 นักเรียนคนที่ 10)

ตารางที่ 4.7 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน

กลุ่มแนวคิด	ตัวอย่างกลุ่มคำตอบ	ร้อยละจำนวนของนักเรียน
แนวคิดถูกต้อง (SC)	- 1. ขั้นไกลโคไลซิสได้ 2NADH, 2ATP, กรดไพรูวิก 2 โมเลกุล แล้วกรดไพรูวิกเปลี่ยนอะซิทิลโคเอนไซม์เอ 2 โมเลกุล, 2NADH, CO_2 2. อะซิทิลโคเอนไซม์เอเข้าสู่วัฏจักรเครบส์จะได้ $6NADH+2FADH_2+4CO_2+2ATP$ 3. NADH และ $FADH_2$ จะเข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเพื่อเปลี่ยนเป็น ATP มีออกซิเจนมารับอิเล็กตรอนเป็นตัวสุดท้ายได้น้ำ	25.83
แนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)	- ขั้นไกลโคไลซิส ได้ 2NADH, 2ATP, $2CO_2$ วัฏจักรเครบส์ได้ 2ATP, 6NADH, $2FADH_2$, $4CO_2$ และการถ่ายทอดอิเล็กตรอน จะเปลี่ยน NADH และ $FADH_2$ เป็น ATP ได้ 34ATP รวมทั้งหมดได้ 36ATP	30.00
แนวคิดคลาดเคลื่อน (PU&CM)	- ขั้นไกลโคไลซิส ได้ 2ATP, วัฏจักรเครบส์ได้ 2ATP, ETC ได้ 32ATP รวมทั้งหมดได้ 36ATP	10.00
แนวคิดไม่ถูกต้อง (CM)	- เกิดขึ้นที่เซลล์สมอง มี 1 ขั้นตอน โดย NADH = 3ATP และ $FADH_2$ = 2ATP สุทธิได้ 38 ATP	14.17
ไม่มีแนวคิด (NC)	- ได้สารฟอสเฟต, NADH, $FADH_2$	20.00

จากการวิเคราะห์คำตอบแนวคิดย่อยของนักเรียน เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน พบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง ร้อยละ 25.83 และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ร้อยละ 30.00 โดยนักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการสลายสารอาหารระดับเซลล์และบอกชื่อสารได้ถูกต้องหรือถูกต้องบางส่วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

“ไกลโคไลซิส ได้ 2ATP, 2NADH, 2$FADH_2$, 2Pyruvate แล้ว 2Pyruvate เปลี่ยนเป็น 2 Acetyl CoA เข้าสู่วัฏจักรเครบส์ ได้ 2ATP, 6NADH, 2$FADH_2$, 4CO_2 ขั้นการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ 6ATP, 2NADH, 2$FADH_2$” (คำตอบข้อที่ 14 นักเรียนคนที่ 36)

“ไกลโคไลซิสได้ 2ATP, 2NADH, 2Pyruvate ขั้นสร้าง Acetyl CoA ได้ 1 Acetyl CoA, 2ATP, 2NADH ขั้น ETC ได้ 32ATP, H_2O” (คำตอบข้อที่ 14 นักเรียนคนที่ 30)

“เกิดขึ้นที่เยื่อหุ้มของไมโทคอนเดรีย โดย 1Glucose จะได้ 2 Acetyl CoA เข้าสู่วัฏจักรเครบส์ แล้วได้ 2ATP, 6NADH, 2$FADH_2$, 4CO_4” (คำตอบข้อที่ 15 นักเรียนคนที่ 14)

“ร่างกายจะใช้คาร์โบไฮเดรตสร้างเป็นพลังงานหมด แล้วจะไปดึงไขมันมาสร้างเป็นพลังงานต่อไป แล้วค่อยไปดึงโปรตีนมาสร้างเป็นพลังงานต่อไป” (คำตอบข้อที่ 16 นักเรียนคนที่ 27)

ตารางที่ 4.8 กลุ่มแนวคิดของนักเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แนวคิดย่อย เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน

กลุ่มแนวคิด	ตัวอย่างกลุ่มคำตอบ	ร้อยละจำนวนของนักเรียน
แนวคิดถูกต้อง (SC)	- เซลล์รากพืชจะเปลี่ยนกลูโคสให้เป็น 2ATP, 2NADH และ 2Pyruvate แต่ไม่มีออกซิเจนทำให้เกิดการหมัก Pyruvate เปลี่ยนเป็นกรดแลกติค ทำให้รากพืชเน่าเปื่อย เพราะไม่สามารถรักษาสมดุลกรดในรากพืชได้	32.50
แนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU)	- เซลล์รากพืชเกิดการหมัก เพราะไม่มีออกซิเจนในการสร้างพลังงาน	17.50
แนวคิดคลาดเคลื่อน (PU&CM)	- รากพืชไม่สามารถหายใจได้ จึงเกิดการเน่าเปื่อย	8.33
แนวคิดไม่ถูกต้อง (CM)	- รากพืชไม่มีออกซิเจนใช้สร้างพลังงาน	11.67
ไม่มีแนวคิด (NC)	- ต้นไม้ไม่ตาย	30.00

จากการวิเคราะห์คำตอบแนวคิดย่อยของนักเรียน เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้อง ร้อยละ 32.50 รองลงมา คือ นักเรียนไม่มีแนวคิด ร้อยละ 30.00 โดยนักเรียนไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนและไม่สามารถประยุกต์ความรู้กับชีวิตประจำวันได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

"พืชไม่ปรับตัว ต้นไม้ไม่เป็นอะไร" (คำตอบข้อที่ 17 นักเรียนคนที่ 15)

"ได้ 1NADH ได้ 3ATP, 1$FADH_2$ ได้ 2ATP" (คำตอบข้อที่ 18 นักเรียนคนที่ 23)

"การหมักจะได้ ATP และแอลกอฮอล์ที่สามารถกินได้" (คำตอบข้อที่ 20 นักเรียนคนที่ 7)

จากการวิเคราะห์และเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยใช้การจัดการเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของตนเองจากที่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วนเพิ่มขึ้น ร้อยละ 13.53 เมื่อพิจารณาแนวคิดย่อย พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตนเองเพิ่มขึ้นสูงสุดจากที่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน เรื่อง การย่อยอาหารของคน ร้อยละ 24.29 รองลงมาคือ เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ร้อยละ 17.50 เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์ ร้อยละ 10.84 เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน ร้อยละ 10.00 และมีนักเรียนที่สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของตนเองจากที่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจนไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องเพิ่มขึ้น ร้อยละ 11.67

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ผู้วิจัยศึกษากรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้แบบประเมินกรอบความคิดเพื่อวัดกรอบความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

แนวคิด	n	Mean	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	40	37.98	4.36	4.721*	.000
หลังเรียน	40	40.75	5.10		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ค่าเฉลี่ยกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.10 การจัดประเภทกรอบความคิดของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

ประเภทกรอบความคิด	จำนวนนักเรียน (คน(ร้อยละ))	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
กรอบความคิดเติบโตที่แท้จริง	2 (5.00)	9 (22.50)
กรอบความคิดเติบโตและมีกรอบความคิดยึดติดบางส่วน	33 (82.50)	28 (70.00)
กรอบความคิดยึดติดและมีกรอบความคิดเติบโตบางส่วน	5 (12.50)	3 (7.50)
กรอบความคิดยึดติดที่แท้จริง	0 (0.00)	0 (0.00)

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มีกรอบความคิดเติบโตและมีกรอบความคิดยึดติดบางส่วน ร้อยละ 82.50 รองลงมาคือมีกรอบความคิดยึดติดและมีกรอบความคิดเติบโตบางส่วน ร้อยละ 12.50 มีกรอบความคิดเติบโตที่แท้จริง ร้อยละ 5.00 และไม่มีนักเรียนที่มีกรอบความคิดยึดติดที่แท้จริง ภายหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีกรอบความคิดเติบโตและมีกรอบความคิดยึดติดบางส่วน ร้อยละ 70.00 รองลงมาคือ มีกรอบความคิดเติบโตที่แท้จริง ร้อยละ 22.50 และมีกรอบความคิดยึดติดและมีกรอบความคิดเติบโตบางส่วน ร้อยละ 7.50

จากการวิเคราะห์และเปรียบเทียบกรอบความคิดของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายบุคคล ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (ภาคผนวก ง) พบว่า มีนักเรียน จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 72.50 มีกรอบความคิดไม่เปลี่ยนแปลง และมีนักเรียน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 27.50 มีกรอบความคิดเปลี่ยนแปลง เมื่อพิจารณานักเรียนที่มีกรอบความคิดเปลี่ยนแปลงรายบุคคล พบว่า มีนักเรียน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 ที่มีกรอบความคิดเติบโตและมีกรอบความคิดยึดติดบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นนักเรียนที่มีกรอบความคิดเติบโตที่แท้จริง มีนักเรียน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 ที่มีกรอบความคิดยึดติดและมีกรอบความคิดเติบโตบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นนักเรียนที่มีกรอบความคิดเติบโตและมีกรอบความคิดยึดติดบางส่วน และมีนักเรียน จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.50 ที่มีกรอบความคิดเติบโตและมีกรอบความคิดยึดติดบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นนักเรียนที่มีกรอบความคิดยึดติดและมีกรอบความคิดเติบโตบางส่วน

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ที่มีต่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้ว ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์การวิจัยไว้ คือ เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ และเพื่อเปรียบเทียบกรอบความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้ว ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 นักเรียน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling)

เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลในครั้งนี้ มี 2 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบบบันทึกหลังสอน แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ได้แก่ แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ แบบประเมินกรอบความคิด

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์และประเมินกรอบความคิดก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน วิเคราะห์คำตอบของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อจัดกลุ่มแนวคิดและตรวจแบบประเมินกรอบความคิดเพื่อจำแนกกรอบความคิด หลังจากนั้นจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์และแบบประเมินกรอบความคิด เพื่อนำผลไปเปรียบเทียบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกรอบความคิด ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ผู้วิจัยเขียนบันทึกหลังสอนและให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาแนวทางการจัดการเรียนรู้เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

ผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ เพื่อจำแนกแนวคิดทาง

วิทยาศาสตร์ ออกเป็น 5 กลุ่ม และวิเคราะห์แบบประเมินกรอบความคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อจำแนกกรอบความคิด ออกเป็น 4 กลุ่ม จากนั้นเปรียบเทียบกลุ่มแนวคิดของนักเรียนและกรอบความคิดเติบโต ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test for dependent sample ว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร และวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานจากแบบบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนที่สะท้อนการเรียนรู้

1. สรุปการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์และกรอบความคิดเติบโตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินกรอบความคิดของนักเรียน สามารถสรุปเป็น 1) คะแนนเฉลี่ยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ค่าเฉลี่ยกรอบความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระแก้วที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และกรอบความความคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ก่อนการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหาร เนื่องจากนักเรียนอาจมีแนวคิด มุมมองหรือประสบการณ์เดิมที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ซึ่งแนวคิดที่มีอยู่เดิมอาจมีส่วนคลาดเคลื่อนไป (ธนารัตน์ สังฆะมณีและไพโรจน์ เติมเตชาพงศ์, 2560) นักเรียนไม่สามารถวาดภาพหรือระบุสิ่งที่เป็นนามธรรม (โชติภรณ์ ลีเวียง และไพโรจน์ เติมเตชาพงศ์, 2560) หรือเขียนอธิบายการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ได้ อาจเกิดจากนักเรียนไม่เคยเรียนเนื้อหาเหล่านี้มาก่อน

(ปิตุพงษ์ ท่าค้อ และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์, 2559) หรือนักเรียนไม่รู้จักสิ่งมีชีวิตบางชนิด หรือไม่เข้าใจและไม่มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการย่อยและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ หรือไม่เข้าใจสื่อและเนื้อหาที่ครูผู้สอนให้วิเคราะห์ก่อนการสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง ส่งผลให้ไม่สามารถวาดภาพหรือเขียนอธิบายการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ได้ ถึงอย่างไรก็ตามหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกๆ แนวคิดย่อย โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วนสูงสุดเรื่องการย่อยอาหารของสัตว์ รองลงมา คือ การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสัตว์เซลล์เดียว การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจน และการย่อยอาหารของคน เนื่องจากนักเรียนสามารถสร้างคำตอบหรือความรู้หรือแบบจำลองทางความคิดของตนเองจากสื่อที่ครูเลือกมากระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยมีครูคอยชี้แนะหรือตั้งคำถามที่ท้าทายพฤติกรรมที่จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ หรือ การสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจประกอบกับการใช้คำถามที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และลงมือสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเอง (ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา, และพจนารถ สุวรรณรุจิ, 2558) ซึ่งนักเรียนมีโอกาสตรวจสอบแบบจำลองทางความคิดของตนเองว่าสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ เพื่อจะได้ทราบข้อบกพร่องของแบบจำลองทางความคิดของตนเองจนนำไปสู่การแก้ไขแบบจำลองทางความคิดให้มีความสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งอาจมีนักเรียนบางคนไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาเรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ได้ เนื่องจากธรรมชาติของเนื้อหามีความเป็นนามธรรมสูง ส่งผลให้นักเรียนบางส่วนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (วนิดา พูลพันธ์ชู, ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์ และศุภชัย ทวี, 2561) ถึงอย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยทำการทดลองการหมักของยีสต์และการทำข้าวหมาก ซึ่งการทำงานกลุ่มจะทำให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาเพื่อออกแบบการทดลองร่วมกันภายในกลุ่มและร่วมกันสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อคาดคะเนผลการทดลองที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (นิภาภรณ์ จันทะโยธา และสุวัตร นานันท์, 2558) ส่งผลให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้หรือความคิดเห็นซึ่งกันและกันได้อย่างอิสระ มีการเปรียบเทียบข้อมูลหรือแบบจำลองทางความคิดของตนเองกับเพื่อน ซึ่งนำไปสู่การแก้ไขข้อมูลหรือแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้มีความสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับธณัฏฐา คงทน, บุญนาค สุขุมเมฆ, และชาตรี ฝ่ายคำตา (2559) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้นักเรียนได้สังเกตผลที่เกิดขึ้น นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ส่งผลให้นักเรียนประเมินแบบจำลองและ

ปรับเปลี่ยนแนวคิดของตนเองให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งการนำความรู้ไปใช้และให้เหตุผลในสถานการณ์ที่สอดคล้องกับแบบจำลองของนักเรียนจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างสมบูรณ์ (อารยา ควัฒน์กุล, จันทร์พร พรหมมาศ, ภัทรภร ชัยประเสริฐ, 2559) หรือเชื่อมโยงเข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับแบบจำลองทางความคิดที่นักเรียนสร้างขึ้น จะทำให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแบบจำลองทางความคิดให้มีความสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิดควรจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน เน้นกระบวนการสร้าง แสดงออก และอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลอง เพื่อให้เกิดการทดสอบและการประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้น (ลัทธวรรณ ศรีวิคำ, คเชนทร์ แดงอุดม, และธิติยา บงกชเพชร, 2558) การใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การใช้คำถามปลายเปิดแบบเจาะลึกเพื่อตรวจสอบความรู้เดิม ส่วนการประเมินควรใช้การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ อภิปรายความถูกต้องและความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทางความคิด (ปาณิสรา ไม้รอด, 2557) ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจคงทน เนื่องจากสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนากรอบความคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีกรอบความคิดเติบโตและกรอบความคิดยึดติดบางส่วน และไม่มีนักเรียนคนใดที่มีกรอบความคิดยึดติดที่แท้จริง แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าศักยภาพหรือคุณลักษณะของตนเองสามารถพัฒนาได้ผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาสมองเพื่อปรับเปลี่ยนความเชื่อของตนเองให้เป็นบุคคลที่มีกรอบความคิดเติบโต ซึ่งกรอบความคิดที่มีอยู่อาจเกิดจากการอบรมเลี้ยงดูของบุคคลในครอบครัว รูปแบบการดำรงชีวิต ฐานะทางเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ประสบการณ์ที่ได้รับ ส่งผลต่อความคิด ความเชื่อที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการแสดงออก (Dweck, 2006) ภายหลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติ และวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีกรอบความคิดคงเดิม นักเรียนไม่สามารถเปลี่ยนกรอบความคิดได้ อาจเกิดการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ระยะเวลาที่น้อยเกินไป ส่งผลให้นักเรียนไม่มีแรงจูงใจมากเพียงพอเพื่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนกรอบความคิด (O'Rourke, Haimovitz, Ballweber, Dweck, Popovíc, 2014) สอดคล้องกับธนะดี สุริยะจันทร์หอมและอารยา ปิยะกุล (2561) ที่พบว่า ความคิด ความเชื่อของแต่ละบุคคลเกิดจากการสะสมประสบการณ์ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงกรอบความคิด อาจต้องอาศัยแรงบันดาลใจจากความสำเร็จของผู้อื่นและต้องอาศัยระยะเวลาที่เพียงพอให้เกิดการปรับเปลี่ยนกรอบความคิด ถึงอย่างไรก็ตามยังมีนักเรียน ร้อยละ 27.50 ที่มีการเปลี่ยนแปลงกรอบความคิด โดยพิจารณานักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนที่มี

กรอบความคิดเติบโตและมีกรอบความคิดยึดติดบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นนักเรียนที่มีกรอบความคิดเติบโตอย่างแท้จริง ร้อยละ 17.50 นักเรียนที่มีกรอบความคิดเติบโตและมีกรอบความคิดยึดติดบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นนักเรียนที่มีกรอบความคิดยึดติดและมีกรอบความคิดเติบโตบางส่วน ร้อยละ 7.50 นักเรียนที่มีกรอบความคิดยึดติดและมีกรอบความคิดเติบโตบางส่วนเปลี่ยนไปเป็นนักเรียนที่มีกรอบความคิดเติบโตและมีกรอบความคิดยึดติดบางส่วน ร้อยละ 2.50 ซึ่งกรอบความคิดที่แตกต่างกันของนักเรียนอาจเกิดจากการแสดงพฤติกรรมของครูที่มีอิทธิพลและส่งผลต่อนักเรียนไม่ว่าจะเป็นคุณลักษณะทางบวกหรือทางลบก็ตาม ตรงกับ Dweck (2006) ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงกรอบความคิดว่าการเปลี่ยนแปลงกรอบความคิดไม่ได้เป็นเรื่องง่ายหรือยาก แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงความคิดของบุคคลให้พร้อมกับความท้ายทายและการใช้ความพยายามเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างแท้จริง ถึงอย่างไรก็ตามนักเรียนที่มีทั้งกรอบความคิดเติบโตและกรอบความคิดยึดติด จะส่งผลแตกต่างกันต่อรูปแบบในการเรียนรู้ เป้าหมายในชีวิต และพฤติกรรมที่แสดงออกเมื่อเผชิญกับปัญหาอุปสรรคหรือสถานการณ์ที่ท้าทาย ดังนั้นในส่วนกรอบความคิดเติบโตของนักเรียนจะส่งผลให้นักเรียนมีมุมมองเกี่ยวกับตนเองในด้านบวก เชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง เรียนรู้สิ่งใหม่อยู่เสมอ มุ่งมั่นในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนความรู้กับบุคคลอื่น ใช้กระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายและยืดหยุ่น สะท้อนคิดเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและการพัฒนาตนเอง เป็นผู้นำทางความคิดให้บุคคลอื่นให้เกิดการเรียนรู้และการพัฒนา (วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล, 2562) มีความกระตือรือร้น ใส่ใจกับงานที่ทำ สนุกกับการแก้ปัญหา การเรียนรู้ และการพัฒนาสิ่งใหม่ๆ และท้าทาย และเมื่อมีปัญหาอุปสรรคหรือสถานการณ์ที่ท้าทายจะมีมุมมองต่อปัญหานั้นว่าเป็นโอกาสในการเรียนรู้เพื่อให้ตนเองเกิดการพัฒนา (Dweck, 2006 และพวงชมพู โจนส์, 2559) ในส่วนกรอบความคิดยึดติดจะส่งผลต่อความเชื่อว่าทักษะของตนเองไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ตั้งใจทำงานกลุ่มต่ำ ไม่มีความพยายามในการเรียนรู้ เมื่อเผชิญปัญหาอุปสรรคหรือสถานการณ์ที่ท้าทาย จะหลีกเลี่ยง อุปสรรค หลีกหนีจากสถานการณ์ที่อาจก่อให้เกิดความผิดพลาด และมีแนวโน้มการแสวงหาสิ่งที่ง่าย สอดคล้องกับมุทิตา อดทน, วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์ และจุฑามาศ แหนจอน (2561) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางสมองช่วยส่งเสริมให้นักเรียนปรับเปลี่ยนเป็นบุคคลที่มีกรอบความคิดเติบโตได้ นักเรียนบางคนที่พยายามในการทำงานที่ท้ายทายความสามารถแล้วเกิดความผิดพลาดจะส่งผลให้นักเรียนไม่มีความมั่นใจในศักยภาพของตนเอง อย่างไรก็ตามกรอบความคิดเติบโตสามารถพัฒนาศักยภาพของบุคคลได้ตามศักยภาพสูงสุดของแต่ละบุคคลเท่านั้น (Dweck, 2006) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากรอบความคิดควรจัดกิจกรรมที่นักเรียนสนใจ นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการวางแผนและเลือกรูปแบบการเรียนรู้

และวางเป้าหมายในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยให้ระยะเวลาในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ในระหว่างการจัดการเรียนการสอน ครูควรเพิ่มคำถามที่กระตุ้นความรู้สึกท้าทาย เพื่อให้นักเรียนกล้าคิด กล้าตอบคำถาม เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน เพื่อให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสิ่งที่ทำได้ดีและสิ่งที่ควรปรับปรุงของข้อมูลที่ตนเองมีอยู่ เพื่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

3.1.2 ผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่ามีนักเรียนบางส่วนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนเรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน เนื่องจากเนื้อหาที่เป็นนามธรรมสูง ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถสร้างความเข้าใจให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ง่าย ดังนั้น ผู้สอนควรสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อหาสาเหตุที่นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกรอบความคิดเติบโตของผู้เรียน ควรใช้ระยะเวลามากกว่า 1 ปี และมีการติดตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนคุ้นเคยกับรูปแบบการเรียนการสอน โดยครูมีบทบาทเป็นผู้นำด้านความคิด สร้างความเชื่อมั่นให้นักเรียนเชื่อในศักยภาพของตนเองและสามารถใช้ศักยภาพที่มีอยู่อย่างเต็มความสามารถ ดังนั้น ควรจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน การจัดกิจกรรมกลุ่มควรเน้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากกว่าการแข่งขัน และครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้เลือกวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและตั้งเป้าหมายการทำงานและรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง เมื่อนักเรียนทำผิดพลาดครูควรให้คำชี้แนะหรือให้ข้อมูลสะท้อนแก่นักเรียนโดยระบุพฤติกรรมที่ทำได้เกิดความผิดพลาด แล้วควรแก้ไขความผิดพลาดนั้นอย่างไร ถ้านักเรียนทำงานได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ครูควรให้ข้อมูลสะท้อนแก่นักเรียนที่สามารถส่งเสริมพฤติกรรมให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อความพยายามในการเรียนรู้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2558). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

กฤษณา โภคพันธ์. (2554). *การพัฒนาแนวคิดเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ และเจคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานความรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. (2557). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน* (หน่วยที่ 9, น. 6-86). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2557). การรู้วิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์* (หน่วยที่ 4, น. 19-41). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชนิตา รุ่งเรือง และเสรี ชัดแช้ม. (2559). กรอบความคิดเติบโต: แนวทางใหม่แห่งการพัฒนาศักยภาพมนุษย์. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *14*(1), 1-12.

ชัชวาล ศิลปกิจ, อรวรรณ ศิลปกิจ และรสสุคนธ์ ชมชื่น. (2558). ความตรงของแบบวัดชุดความคิด. *วารสารสุขภาพจิตแห่งประเทศไทย*, *23*(3), 166-174.

ชัยวิชิต เชียรชนะ. (2560). การสร้างและการพัฒนาโมเดล/รูปแบบ/แบบจำลอง/ตัวแบบ. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย*, *9*(1), 1-11.

ชาตรี ฝ่ายคำตา และภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, *29*(2), 86-99.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2551). แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี*, *19*(2), 10-28.

ชิรวัฒน์ นิจเนตร. (2560). การวิจัยพัฒนารูปแบบทางสังคมศาสตร์และการศึกษา. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, *4*(2), 71-102.

ชื่นจิต แสนสุด. (2553). *การพัฒนาแนวคิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจคติต่อการเรียนการสอนพันธุกรรมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ความรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

โชติภรณ์ ลีเวียงและไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ใน *รายงานสืบเนื่องการประชุมสัมมนาวิชาการ* ครั้งที่ 17, (น. 963-974). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

ดิเรก วรรณเศียร. (2549). แบบจำลอง (Model). *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, 1*(1), 83-89.

ไตรรัตน์ รัตนเดช. (2551). *การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ทิศนา แขมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธณัฏฐา คงทน, บุญนาค สุขุมเมฆ และ ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2559). การพัฒนาแนวคิดเรื่องเคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 62-76.

ธนะดี สุริยะจันทร์หอม และอารยา ปิยะกุล. (2561). ผลการใช้รูปแบบ SPASA เพื่อเสริมสร้างโกร์ธมายด์เซตสำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิชาชีพครู. *วารสารราชพฤกษ์*, *16*(3), 56-63.

ธนารัตน์ สังฆะมณี และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์. (2559). การเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ* ครั้งที่ 39, (น. 96-102). สมุทรปราการ: มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ.

ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์. (2558). แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*, *16*(4), 202-209.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2557). การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ: สถิติบรรยายและสถิติพาราเมตริก. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. (หน่วยที่ 10, น. 4-45). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นิภาภรณ์ จันทะโยธา และสุวัตร นานันท์. (2558). การพัฒนาวิถีทางมโนมติวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ* ครั้งที่ 34, (น. 1977-1985). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2557). การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 2. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์* (หน่วยที่ 9, น. 9-17). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. (2552). *การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ปิตุพงษ์ ท่าค้อ และไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์. (2559). การพัฒนามโนมติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลดิง. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *38*(3), 94-104.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2558). แนวการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*, *9*(1), 136-154.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2559). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 10(1), 211-214.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2559). การวิจัยเชิงทดลองและการวิจัยและพัฒนา. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน* (หน่วยที่ 4, น. 41-47). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. (2551). การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแนวคิด. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 31(1), 27-35.

ปัทมาภรณ์ ศรีราษฎร์ และ นันทรัตน์ เจริญกุล. (2561). แนวทางการพัฒนากรอบความคิดแบบเติบโตของครู. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, *13*(1), 389-399.

ปาณิสรา ไม้รอด. (2557). *การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน.*(วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

พวงชมพู โจนส์. (2559). การสร้างกระบวนการทางความคิด (Mindset) สำหรับบุคลากรในสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา. *วารสารธุรกิจปริทัศน์*, *8*(1), 1-9.

โพธิศักดิ์ โพธิเสน และชาตรี ฝ่ายคำตา. (2560). ฉันควรพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร?: การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 8(1), 101-122.

โพธิศักดิ์ โพธิเสน. (2558). *การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่องโครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*, *1*(1), 97-124.

มิลินทรา กวินกมลโรจน์. (2557). *การวิจัยและพัฒนากระบวนการชี้แนะที่อิงทฤษฎีการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับชุดความคิดด้านการจัดการเรียนการสอนของครูประถมศึกษา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

มุทิตา อดทน, วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์ และจุฑามาศ แหนจอน. (2561). ผลของโปรแกรมการพัฒนากรอบความคิดเติบโตในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *24*(2), 182-194.

จินดารัตน์ โพธิ์นอก. (21 มีนาคม 2557). มโนทัศน์. [เว็บบล็อก]. สืบค้นจาก http://www.royin.go.th/?page_id=130.

ราชบัณฑิตยสภา. (22 มิถุนายน 2561). กรอบคิดติดยึด,ชุดความคิด (mindset). [เว็บบล็อก]. สืบค้นจาก https://www.facebook.com/206167399441363.

ลัทธวรรณ ศรีวิคำ, คเชนทร์ แดงอุดม และธิติยา บงกชเพชร. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อมโนมติเรื่องปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *นเรศวรวิจัย วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ* 12, 1418-1428.

เลิศบุศยา ไทยเจริญ. (2558). *การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ วิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

วชิร ศรีคุ้ม. (2561). แนวคิดคลาดเคลื่อนกับ การพัฒนาสื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. *นิตยสาร สสวท.*, *47*(215), 5-7.

วนิดา พูลพันธ์ชู, ติยะภรณ์ เหลืองพิพัฒน์ และศุภชัย ทวี. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการสอนอุปมาอุปไมย เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, *13*(37), 133-148.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2553). การวิจัยพัฒนารูปแบบ. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, *2*(4), 1-15.

วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล. (2562). การจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างกระบวนการทางความคิดเพื่อการเติบโต. *สิกขาวารสารศึกษาศาสตร์*, *6*(1), 52-60.

วิจารณ์ พาณิช. (2561). *สูตรห้องเรียนสุขสนุกสอน* [แผ่นพับ].

ศูนย์จิตวิทยาการศึกษา มูลนิธิยุวสถิรคุณ. (2560). *อัจฉริยะหรือพรสวรรค์ ไม่สำคัญ...เท่า GROWTH MINDSET*. สืบค้นจาก http://www.cepthailand.org/.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579*. สืบค้นจาก https://www.moe.go.th › moe › news › detail.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2560). *หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (ม.ป.ป.). *สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๖๔*. แผ่นพับ. (ม.ป.ท.) .

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). *ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561)*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิก.

_____. (2557). บทวิเคราะห์การศึกษาไทยในโลกศตวรรษที่ 21. *วารสารวิจัยการศึกษา*, 2(4), 1-3.

_____. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2579*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิก.

สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (ม.ป.ป.). *ปฏิรูปการศึกษา ปฏิรูปประเทศไทย*. แผ่นพับ. (ม.ป.ท.) .

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). *แนวทางการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สิทธิศักดิ์ พสุมาตร์. (2558). การใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะโคเวเลนต์. (ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). สืบค้นจาก https://www.tci-thaijo.org/index.php/jliwu/article/download/95050/74234/.

สุนันท์ สีพาย และไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2561). เปลี่ยนผ่านการศึกษาไทยสู่ การศึกษา 4.0. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *24*(2), 13-27.

อารยา ควัฒน์กุล. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเรื่องสารชีวโมเลกุลด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

อารยา ควัฒน์กุล, จันทร์พร พรหมมาศ, และภัทรภร ชัยประเสริฐ. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเรื่องสารชีวโมเลกุลด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์*, *26*(2), 42-55.

Adadan, E., K.C. Trundle, & K.E. Irving. (2009). Exploring Grade 11 Students' Conceptual Pathways of the Particulate Nature of Matter in the Context of Multirepresentational Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8): 1004-1035.

Clement, John. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *INT. J. SCI. EDUC*, 22(9), 1041-1053.

Dweck, C. S. (2007). *เปลี่ยน Mindset ชีวิตเปลี่ยน* แปลจาก [Mindset, The New Psychology of Success] (วิโรจน์ ประสิทธิ์วรนันท์, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: ส.เอเซียเพรส (1989).

Dweck, C. S. (2007). *Mindset: The new psychology of success*. New York: Random House.

Dweck, C. S. (2015). Carol Dweck Revisits the 'Growth Mindset'. *Education week*, *35*(5), 20-24.

Haidar. A.H. (1997). Prospective Chemistry Teacher' Conception of the Conservation of Matter and Related Concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, *34*(2), 181-197.

Hochanadel, A., & Finamore, D. (2015). Fixed And Growth Mindset In Education And How Grit Helps Students Persist In The Face Of Adversity. *Journal of International Education Research*, *11*(1), 47-50.

Masters, G. N. (2013). Towards a growth mindset in assessment. สืบค้นจาก https://works.bepress.com/geoff_masters/174/.Mindset assessment profile tool. สืบค้นจาก https://achieve.lausd.net/cms/lib/CA01000043/Centricity/Domain/173/MindsetAssessmentProfile.pdf.

Yeager, D. S., & Dweck, C. S. (2012). Mindsets that promote resilience: When students believe that personal characteristics can be developed. *Educational Psychologist*, *47*(4), 302-314.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและแผนการจัดการเรียนรู้

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำ พิจารณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ แก้ไขเพิ่มเติมเนื้อหา ความตรงของเนื้อหา ให้คำแนะนำในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการหายใจระดับเซลล์ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีรายนามดังนี้

1. นายนิรุตติ์ วงศ์คำชัย	ครูอันดับ คศ. 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว
2. นายณฤทธิ์ วรงค์	ครูอันดับ คศ. 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว
3. นายตรีชาวัชร์ คณาพงษ์วราภัทร์	ครูอันดับ คศ. 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ตามความเข้าใจของตนเอง

1. จุลินทรีย์พวกแบคทีเรียนำอาหารเข้าสู่เซลล์และมีกระบวนการย่อยอาหารอย่างไร
2. อะมีบา นำอาหารเข้าสู่เซลล์และมีกระบวนการย่อยอาหารอย่างไร
3. กระบวนการย่อยอาหารของเห็ดราแตกต่างจากอะมีบาอย่างไร
4. นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการสูงกว่าพารามีเซียมมีระบบทางเดินอาหารอย่างไร
5. ไฮดรา นำอาหารเข้าสู่เซลล์และมีกระบวนการย่อยอาหารอย่างไร
6. กระบวนการย่อยอาหารของกระบือมีลักษณะอย่างไร
7. ถ้านักเรียนรับประทานข้าวมันไก่จะเกิดการย่อยอาหารในช่องปากอย่างไร
8. การรับประทานลูกชิ้นหมูปิ้งจะเกิดการย่อยอย่างไรในกระเพาะอาหาร
9. การย่อยคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะอาหารเหมือนหรือต่างจากการย่อยอาหารในลำไส้เล็กอย่างไร
10. การย่อยลิพิดในช่องปากเหมือนหรือต่างจากการย่อยอาหารในลำไส้เล็กอย่างไร
11. เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนในช่องปาก ในกระเพาะอาหาร และในลำไส้เล็ก มีเอนไซม์อะไรบ้าง และเอ็นไซม์เหล่านั้นช่วยย่อยอาหารอย่างไร
12. ถ้านักเรียนรับประทานกากหมูทอดจนกระทั่งการย่อยสิ้นสุดลง ไมโครวิลลัสจะดูดซึมลิพิดเข้าสู่กระแสเลือดได้อย่างไร
13. การดูดซึมคาร์โบไฮเดรตเข้าสู่กระแสเลือดเหมือนหรือต่างจากการดูดซึมโปรตีนอย่างไร
14. การสลายกลูโคส 1 โมเลกุล แบบมีออกซิเจนเกิดขึ้นที่เซลล์กล้ามเนื้อ มีขั้นตอนอะไรบ้าง และแต่ละขั้นตอนได้สารอะไรบ้าง
15. การสลายกลูโคส 1 โมเลกุล แบบใช้ออกซิเจนมีขั้นตอนอะไรบ้าง และในแต่ละขั้นตอนจะได้สารอะไรบ้าง
16. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงควรรับประทานอาหารเช้าทุกวัน หากไม่รับประทานอาหารร่างกายจะปรับตัวอย่างไร
17. การสลายสารอาหารระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดขึ้นในเซลล์ใดบ้าง และมีขั้นตอนอะไรบ้าง
18. การสลายกลูโคส 1 โมเลกุล แบบไม่ใช้ออกซิเจน เกิดขึ้นในเซลล์ยีสต์มีขั้นตอนอะไรบ้าง และในแต่ละขั้นตอนได้สารอะไรบ้าง
19. เพราะเหตุใดจึงเกิดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ หลังออกกำลังกายอย่างหักโหม

20. ผลที่เกิดจากกลูโคส 1 โมเลกุล เข้าสู่กระบวนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ และเข้าสู่กระบวนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ มีขั้นตอนอะไรบ้าง และแต่ละขั้นตอนได้สารใดบ้าง

แบบวัดแนวคิดหลังเรียนเรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ตามความเข้าใจของตนเอง

1. เห็ดรา นำอาหารเข้าสู่เซลล์และมีกระบวนการย่อยอาหารอย่างไร
2. พารามีเซียม นำอาหารเข้าสู่เซลล์และมีกระบวนการย่อยอาหารอย่างไร
3. กระบวนการย่อยอาหารของแบคทีเรียต่างจากอะมีบาอย่างไร
4. นักเรียนคิดว่าพลานาเรียมีระบบทางเดินอาหารต่างจากพารามีเซียมอย่างไร
5. พลานาเรียนำอาหารเข้าสู่เซลล์และมีกระบวนการย่อยอาหารอย่างไร
6. อธิบายระบบทางเดินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง
7. ถ้านักเรียนรับประทานข้าวหมูแดงจะเกิดการย่อยอาหารในช่องปากอย่างไร
8. การรับประทานข้าวไข่เจียวจะเกิดการย่อยอย่างไรในกระเพาะอาหาร
9. ถ้านักเรียนรับประทานมันฝรั่งต้มจะเกิดการย่อยในกระเพาะอาหารเหมือนหรือต่างจากการย่อยอาหารในลำไส้เล็กอย่างไร
10. การรับประทานขาหมูพะโล้จะเกิดการย่อยในช่องปากเหมือนหรือต่างจากการย่อยอาหารในลำไส้เล็กอย่างไร
11. เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยข้าวไข่ตุ๋นในช่องปาก ในกระเพาะอาหาร และในลำไส้เล็ก มีเอนไซม์อะไรบ้าง และเอ็นไซม์เหล่านั้นช่วยย่อยอาหารอย่างไร
12. ถ้านักเรียนรับประทานหมูสามชั้นทอดเข้าไป จนกระทั่งการย่อยสิ้นสุดลง ไมโครวิลลัสจะดูดซึมลิพิดเข้าสู่กระแสเลือดได้อย่างไร
13. ถ้าการย่อยข้าวเหนียวมูลสิ้นสุดลง สารอาหารจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดเหมือนหรือต่างจากการดูดซึมสารอาหารจากสเต็กอกไก่อย่างไร
14. ถ้าการสลายกลูโคส 1 โมเลกุลแบบใช้ออกซิเจนเกิดขึ้นที่เซลล์สมอง จะมีขั้นตอนอะไรบ้าง และแต่ละขั้นตอนได้ผลผลิตอะไรบ้าง
15. การสลายกลูโคส 1 โมเลกุล แบบใช้ออกซิเจนในเซลล์ในวัฏจักรเครบส์ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง และเกิดขึ้นบริเวณใดของเซลล์
16. นักเรียนคิดว่าจะเกิดเหตุการณ์ใด ถ้านักเรียนลดความอ้วนหรือลดน้ำหนักโดยการอดอาหารเป็นเวลานาน
17. ในกรณีที่พืชถูกแช่อยู่ในน้ำหรือน้ำท่วมเป็นระยะเวลานาน จะทำให้รากได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ นักเรียนคิดว่าเซลล์รากพืชจะปรับตัวอย่างไร

18. การสลายกลูโคส 1 โมเลกุล แบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อลายมีขั้นตอนอะไรบ้าง และในแต่ละขั้นตอนได้สารอะไรบ้าง

19. เพราะเหตุใดภายหลังการออกกำลังกายอย่างหักโหม นักเรียนอาจจะมีอาการปวดเมื่อยร่างกาย แต่เมื่อเวลาผ่านไป 2–3 วัน อาการปวดเมื่อยร่างกายจะหายไป

20. ผลที่เกิดจากกลูโคส 1 โมเลกุล เข้าสู่กระบวนการสลายสารอาหารระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่เซลล์ยีสต์ มีขั้นตอนอะไรบ้าง และแต่ละขั้นตอนได้สารใดบ้าง อย่างละเท่าใด

แบบประเมินกรอบความคิด

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมิน เพื่อประเมินกรอบความคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ เรื่อง การย่อยอาหารและการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

2. ให้นักเรียนอ่านข้อความแล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับความคิดเห็นของตัวเองมากที่สุด โดยมีน้ำหนักคะแนน ดังนี้

ระดับคะแนน 4 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับคะแนน 3 หมายถึง เห็นด้วย
ระดับคะแนน 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยมากที่สุด

ข้อที่	รายการประเมินชุดความคิด	ระดับความคิดเห็น				หมายเหตุ
		4	3	2	1	
1	ความรู้ของฉันเกี่ยวกับเรื่องนี้มีน้อยมาก อาจทำให้ฉันเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้ได้ไม่เต็มความสามารถของฉัน					
2	ไม่สำคัญว่าฉันจะมีความรู้เรื่องนี้แค่ไหน แต่ฉันสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้ แม้เพียงเล็กน้อย					
3	ฉันสามารถเปลี่ยนแปลงความรู้ของฉันได้ตลอดเวลา					
4	ฉันเป็นคนประเภทหนึ่งที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความรู้หรือความเชื่อบางอย่างที่เคยมีได้					
5	ฉันสามารถเปลี่ยนแปลงความรู้พื้นฐานบางอย่างเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้					
6	ฉันสามารถเรียนรู้ทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ได้					

ข้อที่	รายการประเมินชุดความคิด	ระดับความคิดเห็น				หมายเหตุ
		4	3	2	1	
7	คนที่เกิดมาพร้อมพรสวรรค์ด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น จึงจะเป็นคนที่เรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เก่งอย่างแท้จริง					
8	การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะเป็นเรื่องที่ง่ายมาก ถ้าฉันมาจากวัฒนธรรมที่เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์					
9	ถ้าฉันพยายามเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างหนัก จะยิ่งทำให้ฉันเรียนรู้เรื่องนั้นได้เป็นอย่างดี					
10	ไม่สำคัญว่าฉันเคยเรียนรู้อะไรมาก่อน แต่ฉันสามารถเรียนรู้เรื่องนี้เพิ่มเติมได้					
11	การพยายามเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มักทำให้ฉันเครียดและฉันจะหลีกเลี่ยงสิ่งนั้น					
12	บางคนเป็นคนจิตใจดี บางคนเป็นคนจิตใจไม่ดี แต่สิ่งเหล่านั้นก็ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงคนอื่นได้					
13	ฉันยินดีที่พ่อแม่ โค้ช และครู วิจารณ์ความสามารถของฉันในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์					
14	ฉันรู้สึกโกรธบ่อยครั้ง เมื่อมีคนวิจารณ์ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของฉัน					
15	มนุษย์ทุกคนที่ไม่เคยประสบอุบัติเหตุทางสมองหรือมีข้อบกพร่องทางสมองตั้งแต่กำเนิดสามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวได้เหมือนกัน					

ข้อที่	รายการประเมินชุดความคิด	ระดับความคิดเห็น				หมายเหตุ
		4	3	2	1	
16	ฉันสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้ แต่ฉันไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความรู้เดิมที่ฉันเคยมีได้					
17	ฉันสามารถทำบางสิ่งที่แตกต่างได้ แต่บางส่วนที่สำคัญในตัวฉันไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้					
18	โดยทั่วไปมนุษย์เป็นคนดี แต่บางครั้งต้องตัดสินใจทำบางสิ่งที่น่ากลัว					
19	เพราะฉันชอบเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ นั่นจึงเป็นเหตุผลที่สำคัญที่ทำให้ฉันเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ของโรงเรียน					
20	คนที่เก่งจริง ไม่จำเป็นต้องใช้ความพยายามมาก					

บันทึกหลังสอน

คาบที่..... ชั้น..... เวลา..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....
หน่วยที่..... เรื่อง.....

1. ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาหรืออุปสรรคจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะหรือแนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนการสอนในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(.....)

ตำแหน่ง .....

แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

รายวิชา ชีววิทยา 1 รหัสวิชา ว30241 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ-สกุล ผู้บันทึก..... ชั้น/ห้อง..... เลขที่.....

เรื่องที่เรียน..... วันที่.....

สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

ปัญหาหรืออุปสรรค ที่นักเรียนพบในการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่นักเรียนประทับใจหรือสิ่งที่นักเรียนอยากให้ครูปรับปรุง แก้ไข ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่นักเรียนอยากเรียนรู้เพิ่มเติมหรือกิจกรรมที่นักเรียนอยากให้มีเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชา ชีววิทยา 1 รหัสวิชา ว30241 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 4 ระบบย่อยอาหารและการหายใจระดับเซลล์ จำนวน 18 ชั่วโมง

เรื่องที่ 1 การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา

เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการย่อยอาหารภายในเซลล์ และการย่อยอาหารภายนอกของสิ่งมีชีวิต

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายกระบวนการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตบางชนิดได้
2. เปรียบเทียบการย่อยอาหารภายในเซลล์และการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้
3. เปรียบเทียบระบบทางเดินอาหารของสิ่งมีชีวิตบางชนิดได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

4. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการย่อยอาหารของจุลินทรีย์ และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดได้
5. สร้างแบบจำลองการย่อยอาหารภายในเซลล์ และการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

6. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ ซักถามในประเด็นที่สงสัย ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม และมีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างแบบจำลอง

3. สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด)

สิ่งมีชีวิตต้องการสารอาหารและพลังงานจากอาหาร เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ ของเซลล์ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจึงมีการนำอาหารเข้าสู่เซลล์และการย่อยอาหารแตกต่างกัน การสืบค้นข้อมูลและการสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับการย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และมีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างแบบจำลอง

4. สาระการเรียนรู้

การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต เกิดจากกระบวนการย่อยสารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ให้เป็นสารโมเลกุลขนาดเล็ก แล้วเซลล์สามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ ซึ่งการย่อยอาหารแบ่งตามตำแหน่งการย่อยได้ 2 ประเภท คือ การย่อยอาหารภายในเซลล์และการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ หรือแบ่งตามรูปแบบการย่อยได้ 2 ประเภท คือ การย่อยเชิงกลและการย่อยเชิงเคมี โดยสิ่งมีชีวิตมีทางเดินอาหาร 2 แบบ คือ มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์และมีทางเดินอาหารสมบูรณ์ โดยจุลินทรีย์และเห็ดรา มีกระบวนการย่อยสลายสารอาหารภายนอกเซลล์ ส่วนอะมีบาและพารามีเซียม เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีการย่อยอาหารภายในเซลล์

5. สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร การตอบคำถาม — สังเกตจากพฤติกรรมการเรียนรู้ เช่น การตั้งคำถาม
2. ความสามารถในการคิด สร้างแบบจำลอง — การแก้ปัญหาได้ทันเหตุการณ์ การทำแบบฝึกหัด การ
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา — การทำกิจกรรม การทำแบบวัดแนวคิด

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. <u>ซื่อสัตย์สุจริต</u> — สังเกตจากพฤติกรรมการเรียนรู้ เช่น การตั้งคำถาม การตอบคำถาม
2. <u>มีวินัย</u> — การเชื่อมโยงความรู้ในชีวิตประจำวันหรือเนื้อหาวิชาอื่นๆ การทำแบบฝึกหัด
3. <u>ใฝ่เรียนรู้</u> — การทำกิจกรรม การสร้างแบบจำลองอย่างสร้างสรรค์
4. <u>มุ่งมั่นในการทำงาน</u> — การทำแบบวัดแนวคิด การอาสาช่วยเหลือเพื่อน และครู

5. มีจิตสาธารณะ การทบทวนความรู้ การอ่านหนังสือก่อนเรียนเนื้อหานั้นๆ

7. ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. แบบฝึกหัดเรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
2. กิจกรรม แบบจำลองการย่อยอาหารของอะมีบาและเห็ดรา (กิจกรรมเดี่ยวและกิจกรรมกลุ่ม)
3. แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน
4. สมุดบันทึก

ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดก่อนเรียน เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต จำนวน 22 ข้อ เวลา 100 นาที

8. กิจกรรมการเรียนรู้

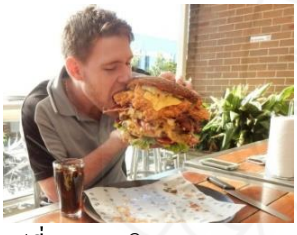
รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model – Based Learning)

คาบเรียนที่ 1 – 2

ขั้นที่ 1 การสร้างแบบจำลอง

1. ยกตัวอย่าง ภาพการกินอาหารของสิ่งมีชีวิต 3 ชนิด ดังนี้



รูปที่ 1.1 การกินอาหารของคน

รูปที่ 1.2 การกินอาหารของวาฬ

รูปที่ 1.3 การกินอาหารของเห็ด

โดยใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน ดังนี้

1.1 นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด คน วาฬ เห็ด จึงต้องกินอาหาร (แนวคำตอบ เพื่อดำรงชีวิต เมื่อสิ่งมีชีวิตนำอาหารเข้าสู่ร่างกายจะเกิดการย่อยและดูดซึมสารอาหารไปใช้ เพื่อสร้างพลังงานให้สิ่งมีชีวิต ซึ่งสิ่งมีชีวิตสามารถนำพลังงานไปใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้)

1.2 นักเรียนคิดว่า เมื่อสิ่งมีชีวิตนำอาหารเข้าสู่ร่างกายจะเกิดกระบวนการใดภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต (แนวคำตอบ เกิดการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร ซึ่งเป็นกระบวนการย่อยสารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ให้เป็นสารโมเลกุลขนาดเล็ก แล้วเซลล์สามารถดูดซึมสารอาหารและนำไปใช้ได้)

2. ให้นักเรียนสังเกตและร่วมกันอภิปรายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในวีดีโอทั้ง 2 วีดีโอ

รูปที่ 1.4 วีดีโอเรื่อง Rhizopus stolonifer infected strawberries

รูปที่ 1.5 วีดีโอเรื่อง Amoeba eats two paramecia (Amoeba's lunch) [Amoeba Endocytosis Part 1]

โดยใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน ดังนี้

2.1 สิ่งที่ปรากฏในวีดีโอคืออะไร (แนวคำตอบ สตรอเบอร์รี่มีเชื้อราขึ้น และ อะมีบา)

2.2 นักเรียนคิดว่าเกิดปรากฏการณ์ใดขึ้นในวีดีโอ (แนวคำตอบ การกินอาหารของราและอะมีบา)

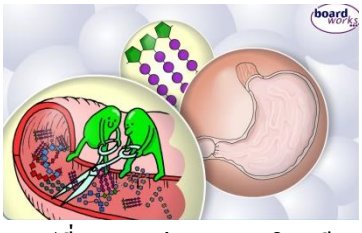
2.3 นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างไร (แนวคำตอบ รามีการหลั่งสารออกมาย่อย สตรอเบอร์รี่และดูดซึมสารอาหารไปใช้ ส่วนอะมีบาจะนำอาหารเข้าสู่เซลล์ โดยการสร้างเป็นถุงและย่อยอาหารภายในเซลล์)

2.4 นักเรียนคิดว่าการย่อยอาหารของราและอะมีบา แตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ การกินอาหารของราเป็นการย่อยภายนอกเซลล์ โดยการปล่อยเอนไซม์ออกมาเพื่อย่อยอาหารแล้วดูดซึมไปใช้ ส่วนการกินอาหารของอะมีบาเป็นการย่อยภายในเซลล์ โดยการนำอาหารเข้าไปในฟูดแวคิวโอล แล้วรวมกลุ่มกับไลโซโซม ซึ่งมีเอนไซม์เพื่อย่อยอาหาร)

2.5 น้ำย่อยหรือเอนไซม์ มีความสำคัญอย่างไรในการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต (แนวคำตอบ เอนไซม์จะช่วยย่อยสารโมเลกุลขนาดใหญ่ให้เป็นสารโมเลกุลขนาดเล็ก จนเซลล์สามารถดูดซึมไปใช้ได้)

3. ยกตัวอย่าง ภาพการกินอาหารของสิ่งมีชีวิต ดังนี้

รูปที่ 1.6 การย่อยอาหารเชิงกล ที่มา https://sciencing.com/chemical-digestion-occur-5652171.html



รูปที่ 1.7 การย่อยอาหารเชิงเคมี ที่มา https://slideplayer.com/slide/5662282/

3.1 รูปภาพทั้ง 2 มีความแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ รูปที่ 1.6 เป็นการย่อยอาหารเชิงกลโดยการบดเคี้ยวของฟัน และรูปที่ 1.7 เป็นการย่อยเชิงเคมี โดยมีเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยอาหาร)

3.2 นักเรียนคิดว่าถ้าคนกินคุกกี้ ร่างกายจะมีการย่อยอาหารครั้งแรกเหมือนภาพใด (แนวคำตอบ รูปที่ 1.6 เป็นการย่อยเชิงกล โดยการบดเคี้ยวของฟัน)

3.3 เมื่ออาหารลงไปถึงลำไส้เล็กจะมีการย่อยอย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ การย่อยเชิงกลโดยการบีบตัวของทางเดินอาหาร และการย่อยเชิงเคมีโดยการปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อย)

3.4 นักเรียนคิดว่าการย่อยข้าวเหนียวในช่องปากแตกต่างกับการย่อยในกระเพาะอาหารของคนอย่างไร (แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยการย่อยในช่องปากเป็นการย่อยเชิงกลโดยใช้ฟันบดเคี้ยว และมีการย่อยเชิงเคมีโดยมีเอนไซม์อะไมเลสช่วยย่อยแป้ง แต่การย่อยในกระเพาะอาหารเป็นการย่อยเชิงกลโดยการบีบตัวของทางเดินอาหารเท่านั้น)

4. จากการศึกษาการย่อยอาหารของราและอะมีบา นักเรียนจะวาดภาพแบบจำลองการกินอาหารของราและอะมีบาอย่างไร (แนวคำตอบ ให้นักเรียนวาดภาพแบบจำลองทางความคิดของตนเอง ตามความเข้าใจของตัวเอง) (10 นาที)

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบข้อมูลและการประเมินแบบจำลอง

5. ยกตัวอย่าง ภาพการกินอาหารของคนและสัตว์ จากข้อ 1. โดยใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน ดังนี้

5.1 นักเรียนคิดว่าการกินอาหารของสิ่งมีชีวิตทั้ง 3 ชนิดนี้ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ แตกต่างกัน ซึ่งคนกินโดยการกัด บด เคี้ยว, วาฬกินโดยการกรอง, เห็ดรากินโดยการดูดซึมสาร)

6. ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 (10 นาที) และให้นักเรียนดูวีดีโอ Amoeba eats two paramecia (Amoeba's lunch) [Amoeba Endocytosis Part 1] และParamecium eating pigmented yeast ซึ่งเกี่ยวกับการกินอาหารของอะมีบาและพารามีเซียม (3 นาที) โดยใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน ดังนี้

6.1 จากการดูวีดีโอ นักเรียนคิดว่าอะมีบาและพารามีเซียมมีการกินอาหารเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ เหมือนกัน คือ มีการย่อยอาหารในเซลล์ แต่ต่างกันที่วิธีการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ โดยอะมีบาจะมีการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีฟาโกไซโทซิสและพิโนไซโทซิส ส่วนพารามีเซียมใช้ซิเลียที่อยู่บริเวณร่องปากโบกพัดอาหารเข้า สู่เซลล์)

6.2 จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวการย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว นักเรียนคิดว่าเห็ดรา และอะมีบา มีการย่อยอาหารแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยเห็ดรามีการย่อยอาหารนอกเซลล์ โดยการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารให้มีโมเลกุลเล็กจนเซลล์สามารถดูดซึมไปใช้ได้ ส่วนอะมีบามีการย่อยอาหารภายในเซลล์ โดยการนำอาหารเข้าสู่เซลล์

ด้วยวิธีฟาโกไซโทซิสและพิโนไซโทซิส แล้วสร้างเป็นฟูดแวคิวโอลเข้าไปในเซลล์ แล้วเข้าไปรวมกลุ่มกับไลโซโซม ซึ่งมีเอนไซม์ที่ช่วยย่อยอาหาร)

6.3 ให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีการย่อยอาหารภายในเซลล์และนอกเซลล์ มา 3 – 5 ตัวอย่าง (แนวคำตอบ สิ่งมีชีวิตที่มีการย่อยอาหารในเซลล์ ได้แก่ อะมีบา พารามีเซียม ฟองน้ำ ไฮดรา ส่วนสิ่งมีชีวิตที่มีการย่อยอาหารนอกเซลล์ ได้แก่ พลานาเรีย ไส้เดือนดิน สัตว์มีกระดูกสันหลัง)

6.4 นักเรียนคิดว่ามนุษย์มีการย่อยอาหารภายในเซลล์หรือภายนอกเซลล์ (แนวคำตอบ มีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ เพราะมีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยในทางเดินอาหารแล้วดูดซึมสารอาหารไปใช้)

6.5 นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีระบบทางเดินอาหารแบบใด (แนวคำตอบ ไม่มีทางเดินอาหาร)

6.6 นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการสูงกว่าสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พลานาเรียและแมลง มีระบบทางเดินอาหารหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ มีระบบทางเดินอาหารแตกต่างกัน)

6.7 ให้นักเรียนดูวิดีโอ 7. Insect digestive and excretory system และ พลานาเรีย (Planaria) ซึ่งเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารของแมลงและพลานาเรีย และใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน ดังนี้

6.7 1 นักเรียนคิดว่าทางเดินอาหารของแมลงและพลานาเรียแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ ต่างกัน โดยแมลงมีทางเข้า – ออก อาหารคนละทาง คือ มีปากและทวารหนัก จึงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์ ส่วนพลานาเรีย มีทางเข้า – ออกอาหารทางเดียว จึงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีระบบทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์)

6.7 2 นักเรียนคิดว่าคนมีระบบทางเดินอาหารอย่างไร (แนวคำตอบ มีระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์)

คาบเรียนที่ 3

ขั้นที่ 3 การปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลอง

7. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 – 8 คน เพื่อสร้างแบบจำลองมติของกลุ่ม ให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้ว โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลกับสมาชิกในกลุ่ม โดยนักเรียนสามารถแก้ไขภาพวาดแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับการกินอาหารของอะมีบาและรา เพิ่มเติมในข้อ 4 ได้ (ให้เวลา 10 นาที) (แนวคำตอบ ให้นักเรียนวาดภาพแบบจำลองทางความคิดของอะมีบาและรา ให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้ศึกษา ค้นคว้า จากขั้นที่ 2 เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น)

โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียน ดังนี้

7.1 แบบจำลองมติของกลุ่มเกี่ยวกับการกินอาหารของราและอะมีบา ที่กลุ่มของนักเรียนสร้างขึ้น สามารถนำไปใช้อธิบายการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นได้หรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ ได้ สามารถนำแบบจำลองการกินอาหารของรา ไปอธิบายการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ได้ เช่น การย่อยอาหารที่ลำไส้เล็กของมนุษย์ที่มีการหลั่งน้ำย่อยออกมาเพื่อย่อยอาหารและมีการดูดซึมสารอาหารไปใช้ ซึ่งเป็นการย่อยเชิงเคมี ส่วนแบบจำลองการย่อยอาหารของอะมีบา นำไปอธิบายการย่อยอาหารภายในเซลล์ เช่น การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ได้แก่ พารามีเซียม ยูกลีนา)

8. สุ่มนักเรียน 3 กลุ่ม เพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน และอภิปรายผลการสร้างแบบจำลองมติของห้องเกี่ยวกับการย่อยอาหารของราและอะมีบา ในประเด็นการย่อยอาหารในเซลล์และนอกเซลล์ ให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกลุ่ม และมีความสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูคอยชี้แนะและให้คำแนะนำการสร้างแบบจำลองมติของห้องเรียนให้สำเร็จ

ขั้นที่ 4 การขยายแบบจำลอง

9. ครูมีตัวอย่างขนมปังที่มีราสีดำขึ้น (ซึ่งวางทิ้งไว้ที่มุมห้อง เป็นเวลา 7 วัน) และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียน ดังนี้

9.1 นักเรียนเห็นอะไรบนขนมปัง (แนวคำตอบ ราสีดำบนขนมปัง)

9.2 เหตุใดจึงเกิดราดำบนขนมปัง (แนวคำตอบ เพราะราดำกำลังย่อยขนมปัง)

9.3 การย่อยอาหารของราดำขนมปังเป็นการย่อยอาหารภายในเซลล์หรือการย่อยอาหารภาย นอกเซลล์ เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ เป็นการย่อยอาหารนอกเซลล์ เพราะมีการหลั่งเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารแล้วค่อยดูดซึมสารอาหารไปใช้)

9.4 นักเรียนคิดว่าถ้าหากวางขนมปังชิ้นนี้ไว้อีก 30 วันจะเกิดอะไรขึ้น (แนวคำตอบ ขนมปังจะหายไปทั้งชิ้นและเหลือทิ้งไว้แค่รอยสีดำของราขนมปัง)

9.5 ในชีวิตประจำวันของนักเรียนสามารถพบเจอการย่อยอาหารในเซลล์หรือนอกเซลล์ การย่อยเชิงกลหรือการย่อยเชิงเคมี หรือพบเจอสิ่งมีชีวิตที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ หรือไม่ ให้นักเรียนยกตัวอย่างมา 3 – 5 ตัวอย่าง และอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้สอดคล้องกับเรื่องที่เรียน (แนวคำตอบ ให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระ และครูให้คำชี้แนะให้คำตอบเป็นไปในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน)

11. มอบหมายงานให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1.1 เรื่อง การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

12. มอบหมายให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาที่เรียน และอ่านเนื้อหาเรื่องที่จะเรียนในคาบเรียนหน้า เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์

9. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้น ม. 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สสวท.
2. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้น ม. 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สสวท. (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
3. สื่อการเรียนรู้ Power Point เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
4. วีดีโอ จาก www.youtube.com มีชื่อเรื่อง ดังนี้
    1) Amoeba eats two paramecia (Amoeba's lunch) [Amoeba Endocytosis Part 1]
    2) Rhizopus stolonifer infected strawberries
    3) Nutrition in amoeba – Feeding & Digestion process / Science for kid / Educational Videos by Mocomi
    4) Paramecium eating pigmented yeast
    5) พลานาเรีย (Planaria)
    6) 7. Insect digestive and excretory system
5. ห้องสมุดโรงเรียนสระแก้ว
6. อินเทอร์เน็ต

10. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายกระบวนการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตบางชนิดได้ 2. เปรียบเทียบการย่อยอาหารภายในเซลล์และการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้ 3. เปรียบเทียบระบบทางเดินอาหารของสิ่งมีชีวิตบางชนิดได้	- ตรวจสอบจากแบบฝึกหัด ข้อที่ 1, 3 - ตรวจสอบจากแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 1 - ตรวจสอบจากแบบฝึกหัด ข้อที่ 2 - ตรวจสอบจากแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 2 - ตรวจสอบจากแบบฝึกหัด ข้อที่ 2, 4	- แบบฝึกหัดเรื่องการย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว - แบบวัดแนวคิด	4 = เขียนคำตอบถูกต้อง อธิบายเหตุผลถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์และสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 3 = เขียนคำตอบถูกต้องบางส่วนหรืออธิบายเหตุผลถูกต้องบางส่วนและสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน 2 = เขียนคำตอบคลาดเคลื่อนบางส่วน อธิบายเหตุผลคลาดเคลื่อนบางส่วน หรืออธิบายเหตุผลแต่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
	- ตรวจสอบจากแบบวัดแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 3		1 = เขียนคำตอบไม่ถูกต้อง หรืออธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 0 = ไม่เขียนคำตอบหรือตอบว่าไม่ทราบหรืออธิบายคำตอบแต่ไม่ตรงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 4. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการย่อยอาหารของจุลินทรีย์ และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดได้	1. ตรวจสอบจากสมุดบันทึก 2. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	1. สมุดบันทึก 2. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	2 = สืบค้นข้อมูลได้ครบถ้วนสมบูรณ์ 1 = สืบค้นข้อมูลได้บางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน 0 = ไม่สืบค้นข้อมูล
5. สร้างแบบจำลองการย่อยอาหารภายในเซลล์ และการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้	1. ตรวจสอบจากกิจกรรม แบบจำลองการกินอาหารของอะมีบาและเห็ดรา	1. กิจกรรมแบบจำลองการกินอาหารของอะมีบาและเห็ดรา	4 = สร้างแบบจำลองการย่อยอาหารได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ 3 = สร้างแบบจำลองการย่อยอาหารได้ถูกต้องบางส่วน 2 = สร้างแบบจำลองการย่อยอาหารได้ถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน 1 = สร้างแบบจำลองการย่อยอาหารคลาดเคลื่อน 0 = สร้างแบบจำลองไม่ถูกต้องหรือไม่สร้างแบบจำลองการย่อยอาหาร
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 6. มีความสนใจใฝ่รู้ กระตือรือร้น ซักถามในประเด็นที่สงสัย มีความรับผิดชอบ ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างแบบจำลอง	1. ตรวจสอบจากกิจกรรม 2. ตรวจสอบจากสมุดบันทึก 3. ตรวจสอบจากแบบฝึกหัด 4. ตรวจสอบจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน	1. กิจกรรมเรื่องแบบจำลองการย่อยอาหารของอะมีบาและรา 2. สมุดบันทึก 3. แบบฝึกหัด 4. แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน	2 = ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมตลอดคาบเรียน 1 = ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในคาบเรียนเป็นบางครั้ง 0 = ไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
	5. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล 6. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายกลุ่ม	5. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล 6. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	

แบบฝึกหัด

เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามตามความเข้าใจของนักเรียน

1. การย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารคืออะไร

การย่อยอาหาร คือ การย่อยอาหารชิ้นใหญ่ให้เป็นอาหารชิ้นเล็ก หรือ การย่อยสลายสารอาหารโมเลกุลขนาดใหญ่ให้เป็นสารอาหารโมเลกุลขนาดเล็ก

การดูดซึมสารอาหาร คือ การดูดซึมสารอาหารที่ย่อยให้มีโมเลกุลขนาดเล็กแล้วสามารถดูดซึมเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดที่ผนังลำไส้เล็กได้

2. การย่อยอาหารของอะมีบาแตกต่างจากการย่อยอาหารของแบคทีเรีย อย่างไร

อะมีบานำอาหารเข้าสู่เซลล์ในรูปถุงอาหารแล้วรวมกับไลโซโซมซึ่งมีเอนไซม์ย่อยอาหาร ส่วนกากอาหารขับออก ซึ่งเป็นอาการย่อยอาหารภายในเซลล์

แบคทีเรียปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอาหารให้มีโมเลกุลขนาดเล็กแล้วดูดซึมสารอาหารเข้าสู่เซลล์ ซึ่งเป็นอาการย่อยอาหารภายนอกเซลล์

3. จากภาพ นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นคืออะไร นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวได้อย่างไร

กองเศษใบไม้และมูลวัว รดน้ำ

เวลาผ่านไป 7 วัน

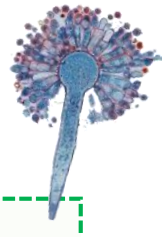
เวลาผ่านไป 1 – 2 เดือน

เกิดจากการย่อยสลายสารอาหารของจุลินทรีย์หรือเห็ดรา โดยการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยเศษใบไม้ขนาดใหญ่ให้เป็นสารอินทรีย์ขนาดเล็กจากนั้นจึงดูดซึมสารอาหารเข้าสู่เซลล์

4. วาดภาพและอธิบายการนำอาหารเข้าสู่เซลล์และการย่อยอาหารของพารามีเซียมและเห็ดรา

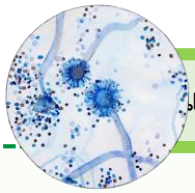
แผนภาพ	แผนภาพ
พารามีเซียมใช้ซิเลียบริเวณร่องปากโบกพัดอาหารเข้าสู่เซลล์โดยวิธีฟาโกไซโทซิสในรูปถุงอาหารแล้วรวมกับไลโซโซมเพื่อย่อยสารอาหารให้มีขนาดเล็กแล้วนำไปใช้ทั่วเซลล์ ส่วนกากอาหารที่เหลือขับออก ซึ่งเป็นอาการย่อยอาหารภายในเซลล์ คำอธิบาย	เห็ดรามีการย่อยสลายอาหารโดยการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายอาหารขนาดใหญ่ให้เป็นโมเลกุลขนาดเล็กแล้วดูดซึมสารอาหารเข้าสู่เซลล์ ซึ่งเป็นอาการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ คำอธิบาย
แผนภาพและคำอธิบายการย่อยอาหารของพารามีเซียม	แผนภาพและคำอธิบายการย่อยอาหารของเห็ดรา

แบบจำลองการกินอาหารของอะมีบาและเห็ดรา

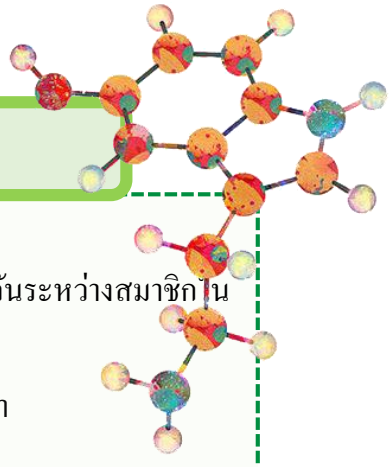


ตอนที่ 1 ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองการกินอาหารของอะมีบาและเห็ดราตามแนวคิดหรือความเข้าใจของตนเอง

มหาวิทยาลัยศิลปากร



แบบจำลองการกินอาหารของอะมีบาและเห็ดรา



ตอนที่ 2 ให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม

เพื่อสร้างแบบจำลองมติของกลุ่มเกี่ยวกับการกินอาหารของอะมีบาและเห็ดรา

สมาชิกในกลุ่ม

1.	2.
3.	4.
5.	

แบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม แล้ว ✓ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ที่	พฤติกรรม / ชื่อ-สกุล	ความสนใจ				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การยอมรับฟังคนอื่น				ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย				รวม	หมายเหตุ
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	20	
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							

เกณฑ์การวัดผล

การให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

ดีมาก = 4 สนใจฟัง กระตือรือร้น ไม่พูดคุยในชั้นเรียน ตั้งคำถามที่ดีและตอบคำถามถูกต้อง
ส่งงานครบ ตรงต่อเวลา

ดี = 3 สนใจฟัง พูดคุยในชั้นเรียนบางครั้ง ตั้งคำถามและตอบคำถามบางครั้ง ส่งงานครบ ตรงต่อเวลา

ปานกลาง = 2 มีการตั้งคำถามน้อย ไม่ค่อยสนใจฟัง ไม่ค่อยตอบคำถาม ส่งงานครบ ไม่ตรงต่อเวลา

ปรับปรุง = 1 เข้าชั้นเรียน ส่งงานไม่ครบ ไม่ตรงเวลา ไม่ส่งงาน

ลงชื่อ.....ผู้สังเกต

(.....)

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

แบบประเมินพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม แล้ว ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ที่	ชื่อ-สกุล/สมาชิกกลุ่ม	พฤติกรรม																				รวม	หมายเหตุ
		ความร่วมมือ				การแสดงความคิดเห็น				การรับฟังความคิดเห็น				ความตั้งใจในการทำงาน				การมีส่วนร่วมในการอภิปราย					
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	20	
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							

เกณฑ์การให้คะแนน

ดีมาก = 4 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์90-100% หรือปฏิบัติบ่อยครั้ง

ดี = 3 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์70-89% หรือปฏิบัติบางครั้ง

ปานกลาง = 2 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์50-69% หรือปฏิบัติครั้งเดียว

ปรับปรุง = 1 ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ 50% หรือไม่ปฏิบัติเลย

ลงชื่อ.....ผู้สังเกต

(.....)

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

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างนำเสนอผลงาน แล้ว ✓ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

พฤติกรรม / ชื่อ-สกุล	ชั้น	เลขที่	บุคลิกการแต่งกาย	มารยาทในการพูด	การใช้ภาษา	วิธีการนำเสนอ	เนื้อหาที่นำเสนอ	รวม	หมายเหตุ
			5	5	5	5	5	25	
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
7.									
8.									
9.									
10.									

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

……

เกณฑ์การสังเกต

เกณฑ์ผ่าน 15 คะแนน

บุคลิก การแต่งกาย : มีความเชื่อมั่นในตนเอง แต่งกายสะอาด ถูกระเบียบ เสื้อไม่หลุดลุ่ย ลอยชาย

มารยาทในการพูด : มองหน้าและสบตาผู้ฟัง ไม่เหน็บแนม เสียดสีผู้อื่น

การใช้ภาษา : ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ร ล คำควบกล้ำ ถ้อยคำข้อความสุภาพ

วิธีการนำเสนอ : น่าสนใจหลากหลาย เช่น ใช้รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม ไม่เยิ่นเย้อ

เนื้อหาที่นำเสนอ : มีสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง ใช้เวลาตามที่กำหนด

ลงชื่อ……ผู้สังเกต

(……)

……/……/…….

แบบประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม

วันที่..... เดือน..... พ.ศ. .....

กลุ่มที่..... ชั้น.....

คำชี้แจง ให้นักเรียน ✓ ลงในช่องการประเมินการทำงานของสมาชิกในกลุ่มที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน
มากที่สุด

ที่	ชื่อ-สกุล	เลขที่	ภาระงานในกลุ่ม	การประเมิน			หมายเหตุ
				ดีมาก	ปานกลาง	ปรับปรุง	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
ลงชื่อ.....นักเรียนผู้ประเมิน							

เกณฑ์การวัดผล

การให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

ดีมาก = 3 เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม ทำงานช่วยเหลือเพื่อนอย่างกระตือรือร้น เต็มใจให้ความช่วยเหลือ

ปานกลาง = 2 เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม ทำงานช่วยเหลือเพื่อนเป็นบางอย่าง ไม่ค่อยเต็มใจให้ความช่วยเหลือ

ปรับปรุง = 1 เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม ไม่ช่วยเหลืองานเพื่อน

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ประสิทธิภาพของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์

ตารางที่ ง.1 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ (ก่อนเรียน)

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
1	1	1	1	3	1.00
2	1	1	0	2	0.67
3	0	1	1	2	0.67
4	1	1	1	3	1.00
5	1	1	0	2	0.67
6	1	1	1	3	1.00
7	1	1	1	3	1.00
8	1	1	1	3	1.00
9	1	1	1	3	1.00
10	1	0	1	2	0.67
11	1	1	0	2	0.67
12	0	1	1	2	0.67
13	1	0	1	2	0.67
14	1	0	1	2	0.67
15	1	0	1	2	0.67
16	1	1	1	3	1.00
17	1	1	0	2	0.67
18	1	1	1	3	1.00
19	1	1	1	3	1.00
20	0	1	1	2	0.67

ตารางที่ ง.2 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ (หลังเรียน)

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
1	1	1	1	3	1.00
2	1	1	0	2	0.67
3	1	0	1	2	0.67
4	1	1	1	3	1.00
5	1	1	1	3	1.00
6	1	1	1	3	1.00
7	0	1	1	2	0.67
8	1	1	1	3	1.00
9	1	1	1	3	1.00
10	1	0	1	2	0.67
11	1	1	0	2	0.67
12	0	1	1	2	0.67
13	1	0	1	2	0.67
14	1	1	1	3	1.00
15	1	1	1	3	1.00
16	1	0	1	2	0.67
17	1	1	1	3	1.00
18	1	1	1	3	1.00
19	1	1	1	3	1.00
20	1	0	1	2	0.67

ตารางที่ ง.3 แสดงค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)

ก่อนเรียน			หลังเรียน		
ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.68	0.88	1	0.60	0.25
2	0.53	0.38	2	0.55	0.50
3	0.48	0.63	3	0.63	0.63
4	0.58	0.38	4	0.60	0.50
5	0.55	0.50	5	0.55	0.25
6	0.58	0.38	6	0.50	0.25
7	0.75	0.50	7	0.70	0.25
8	0.63	0.38	8	0.63	0.38
9	0.65	0.75	9	0.38	0.63
10	0.50	0.75	10	0.45	0.25
11	0.53	0.88	11	0.43	0.63
12	0.50	0.50	12	0.38	0.63
13	0.50	0.25	13	0.48	0.38
14	0.60	1.00	14	0.65	0.75
15	0.50	0.50	15	0.65	0.25
16	0.80	0.25	16	0.63	0.38
17	0.40	0.75	17	0.68	0.88
18	0.53	0.63	18	0.60	0.50
19	0.70	0.50	19	0.65	0.25
20	0.35	0.75	20	0.53	0.88

ตารางที่ ง.4 แสดงค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ด้วยโปรแกรม SPSS

Case Processing Summary

		n	%
Cases	Valid	40	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	40	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

ตารางที่ ง.4 แสดงค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ด้วยโปรแกรม SPSS (ต่อ)

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.860	20

ตารางที่ ง.4 แสดงค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ด้วยโปรแกรม SPSS (ต่อ)

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
1	15.75	76.449	.512	.851
2	16.30	85.036	.180	.861
3	15.80	76.677	.624	.846
4	16.03	79.615	.400	.855
5	15.90	79.836	.401	.855
6	15.67	80.481	.400	.855
7	15.10	77.374	.515	.850
8	15.52	80.102	.376	.856
9	15.63	76.599	.622	.847
10	15.90	77.374	.567	.849
11	15.85	74.849	.777	.841
12	15.85	79.515	.443	.853
13	15.80	77.754	.549	.849
14	15.33	78.738	.406	.855
15	15.75	80.346	.416	.854
16	14.48	82.769	.186	.864
17	15.73	76.820	.493	.851
18	15.38	77.984	.376	.858
19	14.90	82.554	.247	.860
20	15.90	78.708	.496	.851

ตารางที่ ง.5 แสดงค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ด้วยโปรแกรม SPSS

Case Processing Summary

		n	%
Cases	Valid	40	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	40	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

ตารางที่ ง.5 แสดงค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ด้วยโปรแกรม SPSS (ต่อ)

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.900	20

ตารางที่ ง.5 แสดงค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยโปรแกรม SPSS (ต่อ)

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
1	41.03	235.512	.340	.900
2	41.48	222.871	.539	.895
3	41.43	219.533	.624	.893
4	41.95	223.279	.524	.896
5	41.68	226.533	.535	.896
6	41.98	232.333	.393	.899
7	41.20	233.959	.418	.899
8	42.25	224.090	.440	.898
9	42.28	223.179	.508	.896
10	42.05	221.433	.594	.894
11	42.30	215.549	.631	.893
12	42.53	212.922	.692	.891
13	42.65	218.182	.533	.896
14	41.35	227.105	.413	.899
15	41.38	214.958	.630	.893
16	41.63	224.138	.512	.896
17	42.40	213.426	.633	.893
18	42.05	212.818	.603	.894
19	41.25	222.449	.460	.898
20	42.60	215.477	.547	.896

ประสิทธิภาพของแบบประเมินกรอบความคิด

ตารางที่ ง.6 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของประเมินกรอบความคิด

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
1	1	1	1	3	1.00
2	1	0	1	2	0.67
3	1	1	1	3	1.00
4	1	1	1	3	1.00
5	1	1	1	3	1.00
6	1	1	1	3	1.00
7	1	1	1	3	1.00
8	1	1	0	2	0.67
9	0	1	1	2	0.67
10	0	1	1	2	0.67
11	1	1	1	3	1.00
12	0	1	1	2	0.67
13	1	1	1	3	1.00
14	1	1	1	3	1.00
15	1	1	0	2	0.67
16	1	1	1	3	1.00
17	0	1	1	2	0.67
18	0	1	1	2	0.67
19	1	1	1	3	1.00
20	1	1	1	3	1.00

ตารางที่ ง.7 ตารางแสดงค่าความสอดคล้องภายใน (Cronbach’s alpha) ของแบบประเมินกรอบความคิด

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.690	.689	20

ตารางที่ ง.8 ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์รายข้อกับข้อคำถามรวม (CITC) ของแบบประเมินกรอบความคิด

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
mindset1	66.75	15.269	.215	.	.723
mindset2	66.75	13.679	.200	.	.685
mindset3	66.77	14.025	.105	.	.694
mindset4	66.75	13.885	.143	.	.690
mindset5	66.70	14.113	.085	.	.696
mindset6	66.93	13.969	.128	.	.691
mindset7	66.75	12.808	.448	.	.660
mindset8	66.75	12.962	.403	.	.664
mindset9	66.73	12.204	.635	.	.640
mindset10	66.85	13.105	.361	.	.669
mindset11	66.73	13.128	.358	.	.669
mindset12	66.80	12.882	.423	.	.662
mindset13	66.75	12.551	.524	.	.651
mindset14	66.75	13.936	.130	.	.692
mindset15	66.80	13.087	.364	.	.668
mindset16	66.88	14.163	.070	.	.697
mindset17	66.85	12.849	.436	.	.661
mindset18	66.83	13.533	.239	.	.681
mindset19	66.77	13.563	.230	.	.682
mindset20	66.83	13.533	.239	.	.681

ตารางที่ ง.9 เปรียบเทียบกรอบความคิดรายบุคคล ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

ลำดับที่	ประเภทกรอบความคิด		การเปลี่ยนแปลง
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
นักเรียนคนที่ 1	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 2	FMG	GMF	เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 3	FMG	FMG	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 4	GMF	SGM	เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 5	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 6	GMF	SGM	เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 7	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 8	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 9	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 10	GMF	SGM	เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 11	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 12	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 13	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 14	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 15	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 16	GMF	SGM	เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 17	FMG	FMG	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 18	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 19	SGM	SGM	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 20	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 21	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 22	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 23	GMF	FMG	เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 24	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ ง.10 เปรียบเทียบกรอบความคิดรายบุคคล ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (ต่อ)

ลำดับที่	ประเภทกรอบความคิด		การเปลี่ยนแปลง
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
นักเรียนคนที่ 25	FMG	GMF	เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 26	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 27	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 28	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 29	GMF	SGM	เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 30	GMF	SGM	เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 31	FMG	GMF	เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 32	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 33	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 34	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 35	GMF	SGM	เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 36	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 37	SGM	SGM	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 38	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 39	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง
นักเรียนคนที่ 40	GMF	GMF	ไม่เปลี่ยนแปลง

หมายเหตุ : SGM หมายถึง กรอบความคิดเติบโตที่แท้จริง GMF หมายถึง กรอบความคิดเติบโตและมีกรอบความคิดยึดติดบางส่วน FMG หมายถึง กรอบความคิดยึดติดและมีกรอบความคิดเติบโตบางส่วน SFM หมายถึง กรอบความคิดยึดติดที่แท้จริง

ตารางที่ ง.11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน

นักเรียนคนที่	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน	การย่อยอาหาร			การสลายสารอาหารระดับเซลล์		คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน	การย่อยอาหาร			การสลายสารอาหารระดับเซลล์	
		จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	สัตว์	คน	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน		จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	สัตว์	คน	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน
1	7	NU	NU	NU	CM	CM	27	NU	PU&CM	CM	PU&CM	PU
2	19	NU	CM	CM	PU&CM	PU&CM	40	PU	PU&CM	PU&CM	CM	CM
3	8	NU	NU	NU	CM	CM	37	PU	PU&CM	CM	PU&CM	PU
4	35	PU&CM	CM	PU&CM	PU&CM	PU&CM	70	SC	PU	SC	SC	SC
5	22	CM	CM	PU&CM	NU	CM	38	PU&CM	PU&CM	PU&CM	PU&CM	PU&CM
6	13	NU	CM	CM	PU&CM	CM	37	PU	PU	CM	PU&CM	PU&CM
7	26	CM	CM	CM	PU&CM	PU&CM	49	PU	PU	PU&CM	PU&CM	PU
8	34	PU&CM	PU&CM	PU&CM	CM	PU&CM	64	PU	PU	PU	PU	SC
9	16	CM	CM	CM	CM	CM	40	PU	PU	PU&CM	PU&CM	CM
10	34	CM	PU&CM	PU&CM	PU&CM	PU&CM	48	PU	PU	PU&CM	PU&CM	PU

ตารางที่ ง.11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน	การย่อยอาหาร			การสลายสารอาหารระดับเซลล์		คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน	การย่อยอาหาร			การสลายสารอาหารระดับเซลล์	
		จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	สัตว์	คน	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน		จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	สัตว์	คน	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน
11	12	NU	CM	CM	NU	CM	17	CM	CM	CM	NU	NU
12	20	CM	CM	CM	CM	CM	40	PU	PU	PU	CM	NU
13	32	PU&CM	PU&CM	CM	PU&CM	PU&CM	57	SC	PU	PU	PU&CM	CM
14	6	NU	NU	NU	NU	CM	15	CM	CM	CM	PU&CM	NU
15	19	CM	CM	CM	CM	CM	40	PU	PU	CM	PU&CM	CM
16	10	NU	CM	NU	CM	CM	29	PU&CM	PU&CM	PU&CM	NU	CM
17	18	NU	CM	PU&CM	NU	CM	44	CM	PU	PU	PU&CM	PU
18	4	NU	NU	NU	CM	CM	32	PU&CM	PU	NU	PU&CM	PU&CM

ตารางที่ ง.11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน	การย่อยอาหาร			การสลายสารอาหารระดับเซลล์		คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน	การย่อยอาหาร			การสลายสารอาหารระดับเซลล์	
		จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	สัตว์	คน	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน		จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	สัตว์	คน	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน
19	10	NU	NU	NU	PU&CM	CM	38	PU	PU	CM	PU&CM	PU
20	27	CM	CM	PU&CM	PU&CM	CM	60	PU	PU	PU	PU	PU
21	15	CM	NU	CM	PU&CM	CM	62	PU	PU&CM	PU	PU	SC
22	15	NU	NU	CM	CM	PU&CM	57	PU	PU	PU	PU	PU&CM
23	3	NU	NU	NU	NU	CM	9	CM	NU	NU	NU	CM
24	10	CM	NU	NU	CM	NU	31	PU	PU&CM	NU	PU&CM	NU
25	10	NU	NU	NU	CM	CM	13	PU&CM	PU&CM	NU	NU	NU
26	13	NU	CM	NU	CM	CM	37	PU&CM	PU&CM	PU&CM	CM	CM

ตารางที่ ง.11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน	การย่อยอาหาร			การสลายสารอาหารระดับเซลล์		คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน	การย่อยอาหาร			การสลายสารอาหารระดับเซลล์	
		จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	สัตว์	คน	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน		จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	สัตว์	คน	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน
27	34	CM	PU&CM	CM	PU	PU&CM	67	PU	PU	PU	PU	SC
28	26	NU	PU&CM	CM	CM	PU&CM	43	PU	PU&CM	PU&CM	PU&CM	PU&CM
29	7	NU	CM	CM	NU	NU	74	SC	PU	SC	SC	SC
30	3	NU	CM	NU	NU	NU	71	PU	PU	SC	SC	SC
31	7	NU	CM	NU	CM	NU	59	PU	PU	PU&CM	SC	SC
32	25	CM	CM	CM	PU&CM	CM	45	PU	CM	CM	SC	SC
33	17	NU	CM	CM	CM	PU&CM	41	PU	PU&CM	PU&CM	CM	PU&CM
34	10	NU	CM	NU	PU&CM	CM	55	SC	PU	PU&CM	PU	SC

ตารางที่ ง.11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การเรียนเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน	การย่อยอาหาร			การสลายสารอาหารระดับเซลล์		คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน	การย่อยอาหาร			การสลายสารอาหารระดับเซลล์	
		จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	สัตว์	คน	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน		จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	สัตว์	คน	มีออกซิเจน	ไม่มีออกซิเจน
35	22	CM	CM	CM	PU&CM	PU&CM	41	SC	PU&CM	PU&CM	PU	NU
36	16	PU&CM	CM	CM	NU	NU	44	PU	PU	CM	PU&CM	PU
37	23	CM	PU&CM	CM	CM	CM	53	PU	PU	PU&CM	PU	PU
38	6	NU	NU	NU	CM	CM	44	PU	PU	PU&CM	PU&CM	PU&CM
39	10	NU	CM	NU	CM	CM	45	PU	PU&CM	CM	SC	CM
40	14	CM	CM	NU	CM	CM	50	SC	PU	CM	SC	PU

หมายเหตุ : SC หมายถึง แนวคิดถูกต้อง PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU&CM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน CM หมายถึง แนวคิดไม่ถูกต้อง NC หมายถึง ไม่มีแนวคิด

ตารางที่ ง.12 ตารางการวิเคราะห์แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน-หลังเรียน จากโปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics

		Mean	n	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pretest	16.45	40	9.320	1.474
	Posttest	44.08	40	15.642	2.473

ตารางที่ ง.12 ตารางการวิเคราะห์แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน-หลังเรียน จากโปรแกรม SPSS (ต่อ)

Paired Samples Correlations

		n	Correlation	Sig.
Pair 1	Pretest & Posttest	40	.440	.004

ตารางที่ ง.12 ตารางการวิเคราะห์แบบวัดแนวคิดก่อนเรียน-หลังเรียน จากโปรแกรม SPSS (ต่อ)

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	Pretest - Posttest	-27.625	14.252	2.253	-32.183	-23.067	-12.259	39	.000

ตารางที่ ง.13 ตารางการวิเคราะห์แบบประเมินกรอบความคิดจากโปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics

		Mean	n	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ชุดความคิด ก่อนเรียน	37.98	40	4.365	.690
	ชุดความคิด หลังเรียน	40.75	40	5.108	.808

ตารางที่ ง.13 ตารางการวิเคราะห์แบบประเมินกรอบความคิดจากโปรแกรม SPSS (ต่อ)

Paired Samples Correlations

		n	Correlation	Sig.
Pair 1	ชุดความคิด ก่อนเรียน & ชุดความคิด หลังเรียน	40	.702	.000

ตารางที่ ง.13 ตารางการวิเคราะห์แบบประเมินกรอบความคิดจากโปรแกรม SPSS (ต่อ)

Paired Samples Test

Pair 1	ชุดความคิด ก่อนเรียน - ชุดความคิด หลังเรียน	-2.775	3.718	.588	-3.964	-1.586	-4.721	39	.000

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวสุปราณี ติงสะ
วัน เดือน ปีเกิด	29 พฤษภาคม 2533
สถานที่เกิด	อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ
ประวัติการศึกษา	การศึกษาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์)
	ปี พ.ศ. 2557 จากมหาวิทยาลัยบูรพา
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนสระแก้ว ตำบลสระแก้ว
	อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว 27000
ตำแหน่ง	ครู คศ. 1