

การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด
เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ปริญญานิพนธ์

ของ

เพชรสิรินทร์ ตุ่นคำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

มิถุนายน 2559

การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด
เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ปริญญานิพนธ์

ของ

เพชรสิรินทร์ ตุ่นคำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

มิถุนายน 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด
เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทคัดย่อ

ของ

เพชรสิรินทร์ ตุ่นคำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

มิถุนายน 2559

เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ที่ปรึกษาปรินญานิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเชาว์ ดอนพุดชา.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมขององค์ประกอบชุดกิจกรรมอยู่ในระดับมาก จากนั้นหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 และ 0.72 ตามลำดับ และค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 จากการศึกษาศึกษาพบว่า เมื่อนำชุดกิจกรรมที่พัฒนาไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 42 คน พบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 80.72 /71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 70/70 ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีเยี่ยม และทักษะชีวิตและอาชีพอยู่ในระดับดีมาก

DEVELOPMENT OF STEM ACTIVITY PACKAGES IN CHEMISTRY ON BIOMOLECULES:
PROTEIN AND LIPID TO ENHANCE 21ST CENTURY SKILLS FOR HIGH SCHOOL

AN ABSTRACT
BY
PHETSIRIN TUNKHAM

Presented in Partial Fulfillment of Requirements for the
Master of Education Degree in Chemistry
at Srinakharinwirot University
June 2016

Phetsirin Tunkham. (2016). *Development of STEM Activity Packages in Chemistry on Biomolecules: Protein and Lipid to Enhance 21st Century Skills for High School*. Master thesis, M.Ed. (Chemistry). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Dr. Piyarat Dornbundit, Asst. Prof. Dr. Suchao Donpudsa.

This study aimed to develop STEM education activity packages on biomolecules, such as proteins and lipids for high school education and study the academic achievement levels and the 21st century skills of the students. The results of the evaluation of the experts revealed that the employment of STEM activity packages were correlated with high test scores. The reliability of an achievement test on biomolecules such as proteins and lipids. The scores of the learning and innovation skills on the creativity test were 0.93 and 0.72, respectively. The STEM activity package efficiency E1/E2 was 80.72 /71.79, which was under the threshold of 70/70. The STEM activity packages were used in one classroom, consisting of 42 Grade 12 students in the first semester of the 2015 academic year at Bodindecha (Sing Singhaseni) school. The results revealed a statistically significant difference in terms of academic achievement. Furthermore, after using the STEM activity packages the learning, innovation skills and creativity of the students were at a level of .05. Moreover, the 21st century skills in information media and technology skills of students ranged from an excellent level with life and career skills at a very good level after using the STEM activity packages.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปริญทร์ ชัยวิสุทธิทางกุล)

วันที่ เดือน พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลัก

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดรบบัณฑิต)

(รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์)

.....ที่ปรึกษาร่วม

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเชาว์ ดอนพุดชา)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดรบบัณฑิต)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเชาว์ ดอนพุดชา)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ)

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัย

จาก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดรบัตตติต ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเชาว์ ดอนพุดชา กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์ ที่ให้ความกรุณาในการเป็นประธานในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ ให้ความกรุณาในการเป็นกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ อาจารย์ ดร.ศิริขวัญ พลประทีป และอาจารย์ชนิษฐา ญาณสิทธิ์ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา และคณะครูอาจารย์ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ที่ให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลอง และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ที่ได้อำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือ และให้ความร่วมมือในการดำเนินการทดลอง ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณกัลยาณมิตรทุกท่านที่อยู่เคียงข้างกันเสมอมาทั้งในยามทุกข์และสุข คอยให้กำลังใจ และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และสมาชิกครอบครัวทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นกำลังใจตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

เพชรศิริรินทร์ ตุ่นคำ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	2
	ความสำคัญของการวิจัย.....	3
	ขอบเขตของการวิจัย.....	3
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
	สมมติฐานในการวิจัย.....	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด.....	9
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา.....	14
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม.....	19
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21.....	26
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	43
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	51
	การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	51
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	52
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	66
	การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	83
	ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	83
	สมมติฐานในการวิจัย.....	83

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5	
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	83
วิธีดำเนินการวิจัย.....	84
สรุปผลการวิจัย.....	88
อภิปรายผลการวิจัย.....	89
ข้อเสนอแนะ.....	96
บรรณานุกรม.....	97
ภาคผนวก.....	107
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย.....	108
ภาคผนวก ข ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม.....	110
ภาคผนวก ค ผลคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการประเมิน และการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....	126
ภาคผนวก ง ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	139
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	167

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด	51
2 แสดงแบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design	66
3 แสดงคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบท้ายกิจกรรมระหว่างใช้ ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี และร้อยละคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 42 คน.....	73
4 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21.....	74
5 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแบ่งลำดับขั้น ของพฤติกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ บลูม ของนักเรียนที่ได้รับการจัด การเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21.....	75
6 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	78
7 แสดงคะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำร้อยละ และระดับทักษะ ด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	81

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
8 แสดงคะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และระดับทักษะ ชีวิตและอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	82
9 แสดงค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	111
10 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมของ องค์ประกอบชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	113
11 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	115
12 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด.....	117
13 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบทักษะ การเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์.....	119
14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินและ เกณฑ์การให้คะแนน ทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และด้านทักษะ ชีวิตและอาชีพ.....	120
15 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_H) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด.....	121

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์.....	123
17 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	124
18 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม สะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิดเพื่อส่งเสริม ทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	127
19 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรม สะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะ ในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	129
20 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรม สะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะ ในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	131
21 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรม สะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะ ในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	133
22 แสดงผลการวิเคราะห์ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	135
23 แสดงผลการวิเคราะห์ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะชีวิตและอาชีพ ของนักเรียน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและ ลิพิด เพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	137

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
2 กรอบเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.....	27
3 กรอบเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.....	28
4 ตัวอย่างเนื้อหาเรื่อง โปรตีน ในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด.....	55
5 ตัวอย่างปฏิบัติการย่อยเรื่อง การทดสอบโปรตีน.....	55
6 ตัวอย่างเนื้อหาเรื่อง ลิพิด ในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด.....	57
7 ตัวอย่างปฏิบัติการย่อยเรื่อง สมบัติของไขมันและน้ำมัน.....	57
8 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูมก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม สะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล.....	76
9 ตัวอย่างการออกแบบตามกระบวนการทางวิศวกรรม.....	77
10 แสดงคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด.....	79
11 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา.....	80
12 ตัวอย่างสื่อวิดีโอในนำเสนอผลิตภัณฑ์จากชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา.....	80
13 ตัวอย่างกิจกรรมของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด.....	82

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันโลกเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีกระแสการเปลี่ยนแปลงโลกที่ส่งผลกระทบทั้งทางสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และการเมืองของทุกประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2557: 1) ประเทศหลายประเทศจึงมีการเตรียมทรัพยากรบุคคลให้มีความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงนี้ โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีความกังวลในเรื่องเศรษฐกิจในปัจจุบันและอนาคต ดังนั้นจึงได้จัดตั้งองค์การความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อผนวกทักษะในศตวรรษที่ 21 เข้าไปในการศึกษา (Partnership for 21st century skills. 2008: 1)

ในส่วนของประเทศไทยมีการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 โดยมีการจัดการศึกษาเพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อการเตรียมความพร้อมในการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กระบวนการเรียนรู้ที่มีลักษณะเด่นในการจัดการศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การเรียน แบบรู้จริง (Mastery Learning) การเรียนรู้แบบการสอนให้น้อย เรียนรู้ให้มาก (Teach Less, Learn More) และการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) โดยแนวทางการพัฒนาการศึกษาและทิศทางการนโยบายที่หลายประเทศให้ความสำคัญ ได้แก่ การใช้วิธีการบูรณาการอย่างองค์รวม เน้นการประเมินผลการศึกษาที่อิงกับเป้าประสงค์ทางการศึกษา เน้นการพัฒนาประสบการณ์ในห้องเรียน ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นต้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2557: 7)

ในการพัฒนาบุคคลให้มีการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 จำเป็นอย่างยิ่งที่กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องมีการพัฒนาให้สอดคล้องกัน การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงเป็นรูปแบบในการจัดเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เพราะสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ รวมถึงการใช้การออกแบบทางวิศวกรรม โดยผ่านการทำกิจกรรม หรือการทำโครงงาน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิด การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การแก้ปัญหา และการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรมีในศตวรรษที่ 21 เพื่อประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (สสวท. 2557: 4) ในปัจจุบันประเทศไทยเริ่มมีการวิจัยเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาแต่ยังไม่มากนัก โดยมีสถาบันหลักในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องสะเต็มศึกษา คือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่ง

ข้อมูลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาส่วนใหญ่เป็นการแปลข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ หรือ กิจกรรมจากต่างประเทศ ทำให้ขาดบริบทของประเทศไทย และขาดการพัฒนากิจกรรมในโรงเรียนหรือ ในคาบเรียนอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยจึงพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะใน ศตวรรษที่ 21 ให้สามารถจัดกิจกรรมในคาบเรียนได้ โดยครอบคลุมเนื้อหาสาระตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

การจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ในเรื่อง สารชีวโมเลกุลเป็นสาระที่มีความหลากหลาย โดยเฉพาะ เรื่อง โปรตีน และลิพิด เป็นเนื้อหาพื้นฐานของสารชีวโมเลกุลชนิดอื่น และสามารถบูรณาการได้ใน ศาสตร์หลายแขนง รวมทั้ง เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เนื่องจากโปรตีน และลิพิดเป็นสิ่งที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อความรู้อันเกี่ยวกับ ชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกทำการวิจัยเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีน และลิพิด เพื่อส่งผลให้เกิดนักเรียนที่เข้าใจสาระและกระบวนการเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา และสามารถ เชื่อมโยงเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีและกระบวนการทาง วิศวกรรมได้ดีขึ้น รวมทั้งส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะการเรียนรู้และ นวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะทางสังคมและวัฒนธรรม ดังนั้นผู้วิจัย จึงได้พัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ขึ้นตามบริบทของ ประเทศไทย โดยสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ในคาบเรียน เพื่อเป็นแนวทางจัดกิจกรรมตามแนว ททางการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาอย่างมีระบบในโรงเรียน และเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาทั้ง ด้านเนื้อหา และทักษะในศตวรรษที่ 21

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อศึกษาทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้าน ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลายหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีน และลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีคุณภาพ ซึ่งพัฒนาขึ้นตามบริบทของประเทศไทย โดยสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ในคาบเรียน เพื่อเป็นแนวทางจัดกิจกรรมตามแนวทางการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาอย่างมีระบบในโรงเรียน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ดีขึ้น และเกิดการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ควบคู่ไปด้วย

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง 1 ห้องเรียน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 42 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

2.1 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

2.2 ทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ

เนื้อหา

เนื้อหาในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยกิจกรรมรวม 2 กิจกรรม คือ กิจกรรมที่ 1 โปรตีน และกิจกรรมที่ 2 ลิพิด โดยแต่ละกิจกรรมเป็นกิจกรรมที่สร้างขึ้นตามแนวการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ระยะเวลา 5 สัปดาห์ โดยใช้เวลารวมทั้งหมด 15 คาบเรียน รวมการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **สะเต็มศึกษา** หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ บูรณาการกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมร่วมกับเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยการเชื่อมโยง 4 สาขาวิชากับหัวข้อหลักที่กำหนด เพื่อให้ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด รวมถึงการสร้างสรรค์ผลงานใหม่

2. **ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด** หมายถึง กิจกรรมที่บูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา ดังนี้

วิทยาศาสตร์ (S)	เนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ซึ่งประกอบด้วยเรื่องโปรตีน และลิพิด
เทคโนโลยี (T)	การใช้เทคโนโลยีเพื่อสืบค้นข้อมูลในชุดกิจกรรม และการใช้เทคโนโลยีเพื่อการนำเสนอผลิตภัณฑ์
วิศวกรรม (E)	การใช้กระบวนการทางวิศวกรรมในการออกแบบการทดลอง การออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ และการทดสอบผลิตภัณฑ์
คณิตศาสตร์ (M)	การคำนวณค่าใช้จ่ายในการผลิต

โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ซึ่งประกอบด้วยเรื่องโปรตีน และลิพิด ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยประกอบด้วยกิจกรรมทั้งสิ้น 2 กิจกรรม คือ กิจกรรมที่ 1 เรื่อง โปรตีน และกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลิพิด ชุดกิจกรรมเริ่มต้นกิจกรรมจากสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยใช้ความรู้เรื่องโปรตีน และลิพิดที่ศึกษาจากชุดกิจกรรม ซึ่งประกอบไปด้วยหลากหลายกิจกรรม เช่น การทำปฏิบัติการเรื่อง การแปลงสภาพของโปรตีน คุณสมบัติของลิพิด การละลายของไขมันและน้ำมัน การผลิตสบู่ เป็นต้น โดยทุกกิจกรรมจะต้องใช้กระบวนการทางวิศวกรรมในการวางแผน เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ เป็นต้น และมีการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลงาน โดยแต่ละกิจกรรมมีครูผู้สอนเป็นผู้ช่วย ดังนั้นชุดกิจกรรมจึงประกอบไปด้วยคู่มือครูของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเอง ซึ่งประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ แนวทางการตอบตามแนวสะเต็มศึกษาในการเรียนรู้ประจำกิจกรรม และเฉลยของแบบทดสอบประจำกิจกรรม

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถและความสำเร็จของนักเรียนในการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 20 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที โดยวัดจากพฤติกรรม 4 ด้าน ตามลำดับขั้นของบลูม ดังนี้

3.1 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการสื่อความหมายระหว่างตนเองกับผู้อื่น จำนวน 3 ข้อ

3.2 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริง ไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ใหม่ ได้สำเร็จ จำนวน 5 ข้อ

3.3 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อย เพื่อหาความเชื่อมโยงระหว่างเหตุผลของปัญหา จำนวน 9 ข้อ

3.4 การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวมสิ่งต่างๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกัน เพื่อให้เป็นสิ่งใหม่อีกรูปแบบหนึ่ง จำนวน 3 ข้อ

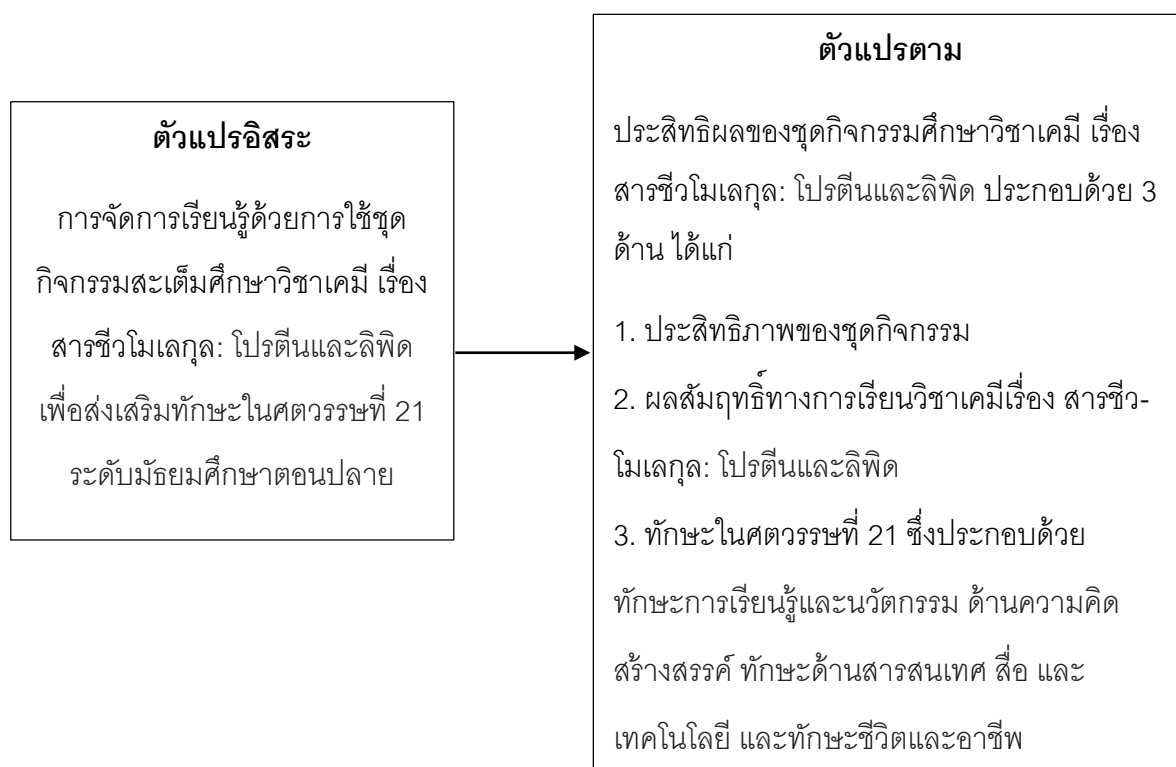
4. ทักษะในศตวรรษที่ 21 หมายถึง ทักษะที่จำเป็นในการพัฒนานักเรียน เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และการทำงาน ซึ่งประกอบด้วย

4.1 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หมายถึง ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม คือ การคิดที่แตกต่างจากเดิม หรือการผนวกความคิดเก่าให้เป็นความคิดใหม่ ซึ่งสามารถคิดสิ่งที่ต้องการได้หลากหลาย และมีความสามารถในการดัดแปลงความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ให้เกิดการสร้างสรรค์ผลงาน โดยทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

4.2 ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี หมายถึง การเข้าถึงและการประเมินข้อมูล การจัดการสารสนเทศ และการสร้างชิ้นงานเป็นสื่อ ในเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ซึ่งวัดได้โดยการประเมินการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และการประเมินผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนม ในเรื่องโปรตีน และผลิตภัณฑ์สบู่ในเรื่องลิพิด

4.3 ทักษะชีวิตและอาชีพ หมายถึง การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำ และมีความรับผิดชอบ วัดได้โดยการใช้แบบประเมิน โดยประเมินตามสภาพจริงขณะจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และการนำเสนอผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนมและผลิตภัณฑ์สบู่ ซึ่งครูผู้สอนสังเกตและให้คะแนนโดยใช้แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะชีวิตและอาชีพ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E1/E2 เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีขึ้น

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มี ทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะชีวิตและอาชีพอยู่ในระดับดีขึ้นไป



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

ลิต

ปลาย

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและ

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา สารระการเรียนรู้อาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอน

1.2 ความหมายของสารชีวโมเลกุล

1.3 ประเภทของสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิต

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารชีวโมเลกุล

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

2.2 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา

2.3 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.4 สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

2.5 การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

3.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

3.2 ประเภทของชุดกิจกรรม

3.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

3.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21

4.1 กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

4.2 องค์ประกอบของทักษะในศตวรรษที่ 21

4.3 แนวปฏิบัติในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 5.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 5.4 แนวปฏิบัติในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรของสถานศึกษา และการจัดการเรียนการสอน ซึ่งปรับปรุงและพัฒนาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยมีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในรายวิชาต่างๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ซึ่งมาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียนควรรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยองค์ความรู้ ทักษะสำคัญ และคุณลักษณะในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจัดระดับการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยเน้นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน ตอบสนองความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนแต่ละคน ทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ มีทักษะในการใช้วิทยาการและเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ มุ่งพัฒนาตนและประเทศตามบทบาทของตน สามารถเป็นผู้นำ และการให้บริการชุมชนในด้านต่างๆ

สำหรับการวิจัยนี้ได้ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง สารชีวโมเลกุล ซึ่งอยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว.3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารกับสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยตัวชี้วัดระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4 - มัธยมศึกษาปีที่ 6) ที่

เกี่ยวข้องกับสารชีวโมเลกุลคือ ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของ คาร์โบไฮเดรต ไขมันและน้ำมัน โปรตีน และกรดนิวคลีอิกได้

ในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ ประกอบไปด้วย 2 กิจกรรมคือ กิจกรรมที่ 1 เรื่อง โปรตีน กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลิพิด ซึ่งตอบสนองต่อมาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ความหมายของสารชีวโมเลกุล

สารชีวโมเลกุลเป็นสารที่พบได้ในสิ่งมีชีวิตทั่วไป มีสถาบันทางการศึกษา ผู้รู้ และนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของสารชีวโมเลกุลไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548: 160) ได้ให้ความหมายของสารชีวโมเลกุลว่าเป็นสารที่สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ในกระบวนการดำรงชีวิต

แอชวิน (Ashvin. 2553: 150) ได้ให้ความหมายของสารชีวโมเลกุลว่าเป็นสารอินทรีย์ที่ซับซ้อน โดยโมเลกุลของสารชีวโมเลกุลเหล่านี้เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของโครงสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งสารชีวโมเลกุลส่วนใหญ่มีโครงสร้างขนาดใหญ่และซับซ้อน

ดาวลย์ จิมภู (2555: 76) ได้ให้ความหมายของสารชีวโมเลกุลว่าเป็นสารประกอบเคมีที่อยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นได้ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยแบ่งได้เป็นกลุ่มๆตามความซับซ้อนของโมเลกุล

จากความหมายของสารชีวโมเลกุลที่กล่าวมาผู้วิจัยได้ยึดตามสสวท เนื่องจากเป็นหนังสือหลักในการประกอบการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ซึ่งสรุปได้ว่าสารชีวโมเลกุล หมายถึง สารที่สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ในกระบวนการดำรงชีวิต

1.3 ประเภทของสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

สารชีวโมเลกุลมีหลายประเภท โดยสสวท. (2548: 160) ได้จำแนกสารชีวโมเลกุลเป็น 4 กลุ่ม คือ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ลิพิด และกรดนิวคลีอิก ทั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดทำชุดกิจกรรมซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง สารชีวโมเลกุลสองกลุ่ม คือ โปรตีน และลิพิด เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมกับเวลาในการทำกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษาในชุดกิจกรรม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.3.1 โปรตีน

สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ (2548: 135) ได้ให้ความหมายของโปรตีนว่าเป็นสารชีวโมเลกุลที่มีกรดอะมิโนเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ พบมากที่สุดในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยทั่วไป ในเซลล์พืชและสัตว์มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักแห้ง โดยโปรตีนโครงสร้าง 4 ระดับคือ โครงสร้างปฐมภูมิ โครงสร้างทุติยภูมิ โครงสร้างตติยภูมิ และโครงสร้างจตุรภูมิ ซึ่งโปรตีนมี

โครงสร้างและหน้าที่ขึ้นกับกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบ เช่น โปรตีนก้อนกลม และโปรตีนเส้นใย เป็นต้น

ดาวัลย์ จิมกู (2555: 105) ได้ให้ความหมายของโปรตีนว่าเป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน และบางชนิดมีซัลเฟอร์ประกอบด้วย และเมื่อย่อยสลายโปรตีนจะได้กรดแอลฟาอะมิโน

ไวท์ (White. 1968: 87) ได้ให้ความหมายของโปรตีนว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ พบได้ในเซลล์ของสัตว์และพืช

จากความหมายของโปรตีนที่กล่าวมา สรุปได้ว่า โปรตีนเป็นสารชีวโมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และออกซิเจน และบางชนิดมีซัลเฟอร์ประกอบด้วย โดยโปรตีนมีหน่วยย่อยคือกรดอะมิโน ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาเรื่อง โปรตีน ยึดตามหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 ของสสวท. กระทรวงศึกษาธิการ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ครอบคลุมตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์ โครงสร้างของโปรตีน ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน เอนไซม์ และการแปลงสภาพของโปรตีน

1.3.2 ลิพิด

สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ (2548: 151) ได้ให้ความหมายของลิพิดว่าเป็นสารชีวโมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน และอาจประกอบด้วยธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งลิพิดมีหลายประเภทคือ ไขมันและน้ำมัน ฟอสโฟลิพิด ไช และสเตอรอยด์

ดาวัลย์ จิมกู (2555: 141) ได้ให้ความหมายของลิพิดว่าเป็นสารชีวโมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุสามชนิดคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ซึ่งอาจพบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสประกอบด้วย ลักษณะทั่วไปเป็น ไขมัน น้ำมัน และไช

ไวท์ (White. 1968: 57) ได้ให้ความหมายของลิพิดว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว

จากความหมายของลิพิดที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ลิพิดเป็นสารชีวโมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน และบางชนิดมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสประกอบด้วย โดยลิพิดสามารถละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วได้ ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาเรื่อง ลิพิด ยึดตามหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 ของสสวท. กระทรวงศึกษาธิการ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ครอบคลุมตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง ไขมันและน้ำมัน สมบัติ โครงสร้าง และปฏิกิริยาของไขมันและน้ำมัน รวมถึงเรื่อง ฟอสโฟลิพิด ไช และสเตอรอยด์

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล

สุรภา ชูสวัสดิ์ (2550: 53-60) ได้ศึกษาเรื่องผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียน ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 พบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพ 90.50/92.08 และผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีจำนวนร้อยละ 90.00 ของผู้เรียนทั้งหมด

วารุณี อินทรบำรุง (2554: 123-136) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สารชีวโมเลกุล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 84.48/86.20 ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.8165 คิดเป็นร้อยละ 81.64 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้าน 8 ด้าน หลังเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง สารชีวโมเลกุล สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิติมา รุจิราสุวรรณ (2554: 70-73) ได้ศึกษาเรื่อง ประสิทธิภาพของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มตัวอย่างมีเจตคติต่อการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุลอยู่ในระดับดี

สมใจ บุญโต (2554: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะการคิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิวัฒนนโยธิน ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพ 85.19/85.93 และทำให้นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 75.60 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจเฉลี่ยสูงกว่าความพึงพอใจระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กุลวรรณ ผาพิมุล (2556: 13-20) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจแก้ไขสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจนั้นประกอบด้วย 4 ปัจจัย คือ ความรู้เดิมของนักเรียน ประสบการณ์เดิมของนักเรียน ความคิดเห็นส่วนบุคคล และความตระหนักถึงความรู้แนวคิดที่มีต่อเทคโนโลยีและสังคม และข้อดีของการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม คือ สร้างความตระหนักถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ได้ และเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

คณิต จันทโร (2556: 767-779) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้รูปแบบซิปปาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขต อำเภอกำแพง จังหวัดชุมพร พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตอำเภอกำแพง จังหวัดชุมพร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุลหลังเรียนของนักเรียนดังกล่าว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนดังกล่าวสูงกว่าความสามารถก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนดังกล่าวสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

ทศวรรณ ภูผาแด่ (2557: 1-6) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งมีความก้าวหน้าทางผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และการใช้กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบายในชั้นสร้างความสนใจสามารถกระตุ้นให้เกิดคำถามและหาคำตอบด้วยกระบวนการสืบเสาะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อารยา ควัฒมกุล (2558: 42-55) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างสาขาวิชาซึ่งประกอบไปด้วยสาขาวิชาต่อไปนี้คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มีหน่วยงานทางการศึกษา ผู้รู้ และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

สสวท. (2557: 4) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อสร้างประสบการณ์ ทักษะในการใช้ชีวิต ความคิด-สร้างสรรค์ เตรียมความพร้อมในการทำงาน และการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ในอนาคตของนักเรียน

ดักเกอร์ (Dugger. 2010: 1-3) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการบูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา คือวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ธรรมชาติของโลก เทคโนโลยีเป็นการดัดแปลงธรรมชาติของโลกให้เหมาะสมต่อความต้องการของมนุษย์ วิศวกรรมศาสตร์เป็นความรู้เฉพาะของคณิตศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ และการฝึกฝน และคณิตศาสตร์ เป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับแบบแผนและความสัมพันธ์

แคลิฟอร์เนีย พับบลิก เอดูเคชัน (California public education. 2014: 7-8) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยผู้เรียนประยุกต์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงกับโรงเรียน สังคม โรงงาน และโลก

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยยึดความหมายของสะเต็มศึกษาจากสสวท. โดยสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ รูปแบบการเรียนการสอนที่บูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมถึงการสร้างผลงานใหม่ที่ส่งเสริมการประกอบอาชีพ

2.2 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา

การจัดกระบวนการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษาเน้นการแก้ปัญหา โดยผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หรือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีหน่วยงานทางการศึกษา ผู้รู้ และนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

กอนซาเลซ (Gonzalez. 2012: 1) ได้กล่าวถึงแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษาไว้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นการสอนและการเรียนรู้ในศาสตร์หลายแขนง คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการศึกษาข้ามผ่านหลายระดับชั้น ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน

สสวท. (2557: 4-6) ได้กล่าวถึงแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านโครงงานหรือกิจกรรมที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมถึงการสร้างสรรค์เทคโนโลยีที่เป็นผลผลิตจากการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีขั้นตอนหลัก ดังนี้ 1. การระบุปัญหา 2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3. การวางแผนและพัฒนา 4. การทดสอบและประเมินผล และ 5. การนำเสนอผลลัพธ์ ส่วนการบูรณาการแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูแต่ละวิชาจัดการเรียนรู้ตามรายวิชาของตนเองแยกกัน

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีข้อหลัก (Theme) ของแต่ละวิชาร่วมกัน แต่การจัดการเรียนการสอนแยกกันในแต่ละรายวิชา ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างวิชากับสิ่งที่อยู่รอบตัวได้

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเนื้อหาของ 2 วิชาขึ้นไป เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้อง และเชื่อมโยงทักษะของแต่ละวิชาได้

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้ระบุปัญหาแล้วให้นักเรียนระบุปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

จากแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ยึดแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษาตามสสวท. ซึ่งสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการความรู้ในแต่ละสาขาวิชา โดยการบูรณาการแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ การบูรณาการแบบสหวิทยาการ และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา ส่งเสริมให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องและเชื่อมโยงของเนื้อหาในแต่ละสาขาวิชา เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

2.3 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีประโยชน์หลายด้าน มีหน่วยงานทางการศึกษา ผู้รู้ และนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

สภาวิจัยแห่งชาติของนักวิชาการระดับชาติ (National research council of the national academies: 4-5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

1. ขยายจำนวนนักเรียนเพื่อประกอบอาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และขยายโอกาสให้เพศหญิงในการเข้าร่วมการประกอบอาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
2. ขยายแรงงานที่มีความสามารถในอาชีพที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และขยายโอกาสให้เพศหญิงให้มีความสามารถเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาเพื่อประกอบอาชีพ
3. เพิ่มความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาให้นักเรียนทุกคน รวมทั้งผู้ที่ไม่ได้ประกอบอาชีพเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

สสวท. (2557: 6) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ โดยใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และการออกแบบตามกระบวนการวิศวกรรม
2. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากขึ้น
3. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และการเชื่อมโยงระหว่างสาระวิชา
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมในการสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครู และบุคลากรทางการศึกษา

5. ผลิตบุคคลด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเศรษฐกิจที่มีศักยภาพมากขึ้นของชาติ

จากประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้ยึดตามสสวท. สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาทำให้เกิดการผลิตคนที่มีความรู้ด้านสะเต็ม ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการ มีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสามารถเชื่อมโยงทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น รวมทั้งสามารถสร้างสรรค์ผลงานใหม่ได้ อีกทั้งหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนยังมีส่วนร่วมในการสนับสนุนการจัดการศึกษาของครูและบุคลากรทางการศึกษา

2.4 สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ โดยใช้กิจกรรมหรือการทำโครงการที่เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน

สสวท. (2557: 7-16) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนเน้นรูปแบบบูรณาการ โดยมีการบูรณาการความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการเรียนรู้ และทักษะให้เหมาะสมในแต่ละระดับชั้น เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ของสะเต็มนั้นจะใช้กิจกรรมสะเต็มในการจัดการเรียนการสอน โดยดูตัวชี้วัดของแต่ละวิชาทั้งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ว่ามีตัวชี้วัดใดบ้างที่สามารถบูรณาการร่วมกันได้ รวมกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งทักษะที่สำคัญสำหรับกิจกรรมสะเต็มคือทักษะในศตวรรษที่ 21 และการนำกิจกรรมสะเต็มไปใช้กับการเรียนการสอนดำเนินการได้ 3 แนวทาง ดังนี้

1. นำกิจกรรมสะเต็มสอดแทรกตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในแต่ละวิชาในคาบเรียน โดยกิจกรรมนั้นต้องใช้เวลาให้เหมาะสมกับคาบเรียนนั้น ซึ่งผู้สอนสามารถพิจารณาจากตัวชี้วัด หรือจุดประสงค์ของกิจกรรมว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใด

2. จัดกิจกรรมสะเต็มในรายวิชาเลือกเสรี เช่น การทำโครงงานเป็นต้น ซึ่งเหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มที่ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรม หรือกิจกรรมมีความซับซ้อน และผู้สอนควรจัดอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา หรือการออกแบบชิ้นงานของผู้เรียน

3. จัดกิจกรรมสะเต็มในกิจกรรมนอกห้องเรียน เช่น ชมรม เป็นต้น เหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา การสร้างนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหา มีข้อดีคือทำให้ผู้เรียนทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง

จากการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนนั้นต้องเน้นการบูรณาการร่วมกันของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ตามตัวชี้วัดที่สอดคล้องกัน โดยใช้การออกแบบทางวิศวกรรมและทักษะในศตวรรษที่ 21 เข้าร่วมในการทำกิจกรรมสะเต็ม ซึ่งดำเนินการได้ 3 แนวทางคือ การจัดกิจกรรมสะเต็มแทรกตามเนื้อหาวิชาในแต่ละคาบเรียน การจัดกิจกรรมสะเต็มในรายวิชาเลือกเสรี และการจัดกิจกรรมสะเต็มในกิจกรรมนอกห้องเรียน ซึ่งในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนเรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยจัดกิจกรรมสะเต็มแทรกตามเนื้อหาวิชาในแต่ละคาบเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากเนื้อหา เรื่อง สารชีวโมเลกุล เป็นเนื้อหาในวิชาเคมี ซึ่งสามารถบูรณาการร่วมกับ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ได้ และผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมที่สามารถจัดการเรียนรู้ได้ในคาบเรียน โดยใช้เวลาอย่างเหมาะสมและคุ้มค่า

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

งานวิจัยในประเทศ

นันทนัช จิระศึกษา (2554: ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศิริลักษณ์ ขาวลุ่มบัว (2558: 127-143) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องอ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณคะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมหลังทดลองใช้ หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรอยู่ในระดับมาก และครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น

งานวิจัยต่างประเทศ

ซากิยา (Zakiya. 2014: 1860-1866) ได้ศึกษาเรื่องการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะเพื่อการประสบความสำเร็จในวิชาเคมีของประชากรในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้ความหลากหลายของสะเต็มศึกษาผลการวิจัยพบว่า แต่ละภาควิชาต้องเป็นหลักในการสร้างนวัตกรรม เพื่อเพิ่มจำนวนคนที่จบปริญญาเอก โดยการจัดการต้องครอบคลุมทั้งการสรรหานักศึกษาใหม่ และนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

เบอร์โรล (Burrows. 2014: 1379-1389) ได้ศึกษาเรื่องการบริหารจัดการสะเต็มศึกษากับไบโอดีเซล โดยบูรณาการร่วมกับวิชาชีววิทยา ชีวเคมี และเคมี พบว่า นักเรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น บทเรียนทำให้นักเรียนสนใจในสาขาวิชาวิศวกรรม นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากบทเรียน และนักเรียนมีความมั่นใจในการทำกิจกรรมและใช้เครื่องมือต่างๆในห้องปฏิบัติการ หลังจากเรียนด้วยการบูรณาการเรื่อง ไบโอดีเซล ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คริสเตนซอน (Christensen. 2014: 173-186) ได้ศึกษาเรื่องแนวความคิดของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาสะเต็มศึกษาและอาชีพ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการเรียนการสอนในรูปแบบของสะเต็มศึกษาก่อนเข้ามหาวิทยาลัยจะมีการจัดการในด้านสะเต็มใกล้เคียงกับผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มมากกว่านักศึกษาที่เรียนในโรงเรียนมัธยมแบบปกติ ส่วนผู้หญิงมีแนวคิดทางบวกเกี่ยวกับสะเต็มในอาชีพมากกว่าผู้ชาย และนักศึกษาปีที่ 1 มีการจัดการทางบวกเกี่ยวกับสะเต็มมากกว่านักศึกษาปีที่ 2

วิสวอล (Wiswall. 2014: 93-105) ได้ศึกษาเรื่องการแสดงออกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเมืองนิวยอร์กโดยใช้สะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า การแสดงออกของนักเรียนที่เข้าร่วมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ไม่เข้าร่วมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาไม่แตกต่างกันมากนัก สำหรับนักเรียนหญิงมีการแสดงออกในการเข้าร่วมสะเต็มศึกษาที่ดีกว่านักเรียนชาย โดยการแสดงออกของนักเรียนหญิงในโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาจะดีกว่านักเรียนในโรงเรียนที่ไม่ใช้สะเต็มศึกษา และผลของเชื้อชาติแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีประโยชน์ต่อคนขาวมากกว่าคนเอเชีย

มาร์ล (Marle. 2014: 345-350) ได้ศึกษาเรื่องการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้สถานการณ์ในโรงงานช็อคโกแลต เพื่อให้ให้นักเรียนผู้เข้าร่วมค่ายแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจัดกิจกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้รับการกระตุ้นทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความมั่นใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนมีส่วนร่วมทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น หลังจากเข้าค่ายโรงงานช็อคโกแลต

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

3.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่ช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งชุดกิจกรรมมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ชุดกิจกรรม ชุดการเรียนรู้ ชุดการสอน เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยใช้คำว่า ชุดกิจกรรม ในงานวิจัยนี้

มีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรม ชุดการเรียนรู้ หรือชุดการสอนไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521: 105) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็นการผลิตและการนำสื่อการสอนแบบผสมของแต่ละเรื่องในวิชาต่าง ๆ มาช่วยให้พฤติกรรมการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ประหยัด จิระวรพงศ์ (2529: 224) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็นชุดประสบการณ์ในรูปแบบสื่อประสมที่ช่วยให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 185) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็นสื่อการเรียนแบบประสมที่ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์และวิธีการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2541: 95) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็นสื่อประสมที่รวบรวมสื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกันเป็นชุด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

ซลีสต์ จันทาสี (2543: 10-11) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็นการรวบรวมสื่อการเรียนสำเร็จรูปให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจ ตามขั้นตอนของชุดกิจกรรมที่กำหนดไว้ เพื่อให้การเรียนรู้พัฒนาตามเป้าหมาย

ปวีณา ซาลีเครือ (2553: 13) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษาที่ครูสร้างขึ้น เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ ซึ่งมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษา ปฏิบัติ และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จ และบรรลุตามวัตถุประสงค์

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุป และให้ความหมายของชุดกิจกรรมโดยยึดตามปวีณา ซาลีเครือ ซึ่งชุดกิจกรรมหมายถึง ชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน และนวัตกรรมทางการศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ ซึ่งมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษา ปฏิบัติ ร่วมกันเป็นกลุ่มและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จ และบรรลุตามวัตถุประสงค์

3.2 ประเภทของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมแบ่งเป็นหลายแบบตามประเภท หรือลักษณะการนำไปใช้ มีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรม ชุดการเรียนรู้ หรือชุดการสอนไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2526: 118) ได้แบ่งชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการสอนที่ใช้สื่อแทนการพูดของผู้สอน เพื่อใช้ขยายเนื้อหาการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม
3. ชุดการสอนตามเอกัตภาพหรือชุดการสอนเป็นรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาตามความสนใจ ความสามารถ และความพร้อมของตนเอง
4. ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องเข้าห้องเรียน ในขณะที่ครูผู้สอนและผู้เรียนอยู่ต่างที่ต่างเวลา

ดวงแสง ณ นคร (2542: 69-70) ได้แบ่งชุดกิจกรรมหรือชุดการสอนตามลักษณะการนำไปใช้ไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1. ชุดการสอนสำหรับครู เป็นกล่องที่บรรจุการบูรณาการสื่อประสมในการเรียนการสอนแต่ละหน่วยย่อยของบทเรียน เพื่อใช้ประกอบการบรรยายของผู้สอน

2. ชุดการสอนสำหรับผู้เรียนในกิจกรรมกลุ่มย่อย เป็นการจัดศูนย์การเรียนรู้ ซึ่งหมายถึง ห้องเรียนหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของโรงเรียน ใช้เป็นแหล่งรวบรวมความรู้ทางการศึกษา และเป็นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ทักษะ และประสบการณ์แก่ผู้เรียน เป็นการสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นจำนวนไม่เกิน 10 คน โดยผู้สอนจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย บทเรียนละ 4-6 หน่วยการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้หน่วยใดก่อนก็ได้ โดยให้ผู้เรียนทำตามคำสั่งของชุดการสอนจนครบเวลาที่กำหนดแล้วจึงเปลี่ยนกิจกรรมไปศูนย์อื่นจนครบ

จากประเภทของชุดกิจกรรมที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ชุดกิจกรรมสำหรับครู และชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน โดยชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนประกอบด้วยชุดกิจกรรมแบบกลุ่ม และแบบบุคคล ซึ่งในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนแบบกลุ่ม โดยมีคู่มือครูของชุดกิจกรรมประกอบด้วย

3.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมประกอบด้วยหลายองค์ประกอบตามความเหมาะสม มีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ระบุงค์ประกอบของชุดกิจกรรม ไว้ดังนี้

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2537: 43) กล่าวว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีองค์ประกอบดังนี้

1. ชื่อชุด หมายถึง หัวเรื่องและลำดับที่ของชุด
2. เวลา หมายถึง ระยะเวลาเรียนเป็น 50 หรือ 100 นาที ตามหลักสูตร
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง การระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร
4. ข้อชวนคิด หมายถึง การกำหนดคติพจน์ให้เกิดการคิดเพื่อการสร้างจิตสำนึกการพึ่งพาตนเอง
5. กิจกรรม หมายถึง การศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร การกำหนดงานปฏิบัติ หรือการทดลองโดยมีวัสดุอุปกรณ์ให้
6. การตรวจสอบบทสรุป หมายถึง การตรวจสอบข้อความที่สรุปไว้ให้ว่าถูกต้องกับความเข้าใจเพียงใด
7. การทำกิจกรรมสะสมคะแนน หมายถึง การให้นักเรียนเลือกกิจกรรมตามความสนใจ

8. การตอบคำถามท้ายกิจกรรม หมายถึง การตั้งคำถามตามจุดประสงค์ให้นักเรียน

ตอบ

9. การตรวจคำตอบ หมายถึง การให้นักเรียนตรวจคำตอบจากแบบเฉลยคำตอบด้วย

ตนเอง

10. แบบประเมินผลตนเอง หมายถึง แบบการประเมินที่ให้นักเรียนตรวจสอบให้

คะแนนตนเอง

บุญเชื้อ ควรวาเวช (2542: 95-97) ได้จำแนกองค์ประกอบของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมที่สำคัญเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนของผู้สอนหรือผู้เรียนตามประเภทของชุดการสอน ซึ่งจะอธิบายถึงวิธีการใช้ชุดการสอน อาจเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ เป็นส่วนที่บอกผู้เรียนให้ทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่ระบุไว้ ส่วนใหญ่เป็นกระดาษแข็งขนาด 6x8 นิ้ว อยู่ในชุดการสอนแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย 1. คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา 2. คำสั่งให้ผู้เรียนทำกิจกรรม 3. การสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ เป็นสื่อการสอนต่างๆ อาจประกอบด้วย สไลด์ เทป วิดีโอ หุ่นจำลอง บทเรียนโปรแกรม รูปภาพ เป็นต้น โดยผู้เรียนศึกษาสื่อต่างๆตามบัตรคำ

4. แบบประเมินผล เป็นแบบประเมินที่อยู่ในชุดการสอน โดยผู้เรียนทำการประเมินตนเองก่อนและหลังเรียนด้วยชุดการสอน

จากองค์ประกอบของชุดกิจกรรมที่กล่าวมา ผู้วิจัยสร้างชุดกิจกรรมที่มีองค์ประกอบ คือ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อชุด เวลา คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมสะเต็มศึกษา เนื้อหาสาระและสื่อ เรื่อง สารชีวโมเลกุล และส่วนของการประเมิน ประกอบด้วย คำถามท้ายกิจกรรม และผู้วิจัยยังจัดทำคู่มือครูพร้อมตัวอย่างคำตอบของชุดกิจกรรมนี้

3.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม

การสร้างชุดกิจกรรมมีหลายขั้นตอน โดยมีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม ไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521: 65) แบ่งหลักการสร้างชุดกิจกรรมไว้ 10 ข้อ ดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาและประสบการณ์
2. กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งจากเนื้อหาวิชา
3. กำหนดหัวเรื่อง หรือหน่วยการสอนย่อยให้เหมาะสมกับเวลา 1-2 ชั่วโมง

4. กำหนดมโนทัศน์ และหลักการให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยสรุปแนวคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการนำเนื้อหามาสอนให้สอดคล้อง

5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่องในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
6. กำหนดแบบประเมินผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
7. กำหนดแบบประเมินผลให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบสอบถาม เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังการทำกิจกรรมผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่
8. เลือกการผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ ซึ่งถือเป็นสื่อการสอนเมื่อผลิตสื่อการสอนแล้วจัดไว้เป็นหมวดหมู่
9. ทดลองใช้ชุดการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ
10. ใช้ชุดการสอนที่ได้รับการปรับปรุง และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ไปสอนผู้เรียน

บุญเชื้อ ควรวาเวช (2542: 97-99) สรุปหลักการการสร้างชุดกิจกรรมไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ตามหมวดวิชาหรือบูรณาการก็ได้
2. กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งเนื้อหาของวิชาเป็นหน่วยการสอนที่จะใช้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง
3. กำหนดหัวเรื่องหรือหน่วยการสอนย่อยให้สอดคล้องกับเวลาครั้งละ 1-2 ชั่วโมง
4. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการให้สัมพันธ์กับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมสาระ แนวคิด และหลักเกณฑ์สำคัญเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาการสอน
5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่อง โดยกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วจึงเปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องมีเงื่อนไขและหลักเกณฑ์พฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
7. กำหนดแบบประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่หลังจากผ่านกิจกรรม
8. เลือกการผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ซึ่งถือว่าเป็นสื่อการสอนทั้งหมด โดยนำสื่อการสอนในแต่ละหัวเรื่องจัดเป็นหมวดหมู่ไว้ในกล่อง
9. หาประสิทธิภาพชุดการสอน โดยกำหนดเกณฑ์ก่อนล่วงหน้าตามหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นการช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนให้บรรลุผล เพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพ
10. การใช้ชุดการสอน ให้ใช้ชุดการสอนที่ได้รับการปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไปสอนผู้เรียนตามประเภทของชุดการสอนและระดับการศึกษา

จากขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปได้สร้างชุดกิจกรรมที่มีขั้นตอนเริ่มจากกำหนดเนื้อหา หัวเรื่อง ความคิดรวบยอด วัตถุประสงค์ สร้างกิจกรรม และแบบประเมินผล ผลิตสื่อการสอน แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เพื่อปรับปรุงชุดกิจกรรมให้มีประสิทธิภาพแล้วจึงนำชุดกิจกรรมไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

งานวิจัยในประเทศ

อัครเดช จำนงธรรม (2549: 44) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมอิเล็กทรอนิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จินตวีร์ โยสีดา (2554: 57) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ไบโอดีเซล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีคุณภาพระดับดีและมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 คือ 85.00/81.56 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อการชุดกิจกรรมในระดับมาก

ศิริลักษณ์ วิทยา (2555: 92) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบทดสอบในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.89 0.84 และ 0.80 ตามลำดับ ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 คือ 92.25/90.33 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความมีเหตุผลของนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปริญภรณ์ อุไรรัมย์ (2555: 10-19) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5E สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5E สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.02/82.08 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้

แบบวัฏจักร 5E หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมภาพรวมอยู่ระดับมาก

สายชล รื่นรวย (2556: 145-153) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชำนาญสามัคคีวิทยา จังหวัดระยอง พบว่าชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ $E1/E2 = 81.63/84.49$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด

สิริลักษณ์ มหิทธยาภรณ์ (2556: 142-155) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.13/80.22 นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70.88 และ 73.68 ของคะแนนเต็มตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นัตยา ช่วยชูเชิด (2557: 87-94) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

งานวิจัยต่างประเทศ

ดานิปอค (Danipog, 2011: 1610-1615) ได้ศึกษาเรื่อง การจัดกิจกรรมวิชาเคมีโดยใช้ศิลปะเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ นักเรียน 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนด้วยการใช้กิจกรรมเคมีโดยใช้ศิลปะเป็นฐาน และกลุ่มที่ไม่ได้เรียนด้วยการใช้กิจกรรมเคมีโดยใช้ศิลปะเป็นฐาน ในการทดสอบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการใช้กิจกรรมเคมีโดยใช้ศิลปะเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ย เรื่อง ความเข้าใจแนวคิดในวิชาเคมี สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนด้วยการใช้กิจกรรมเคมีโดยใช้ศิลปะเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ออคเทอร์สกี (Ochterski, 2014: 817-882) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้กิจกรรมที่ใช้คอมพิวเตอร์ในวิชาเคมี เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในวิชาเคมีทั่วไปให้คงอยู่ในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา เป็นการ

จัดการเรียนรู้โดยใช้ซอฟต์แวร์เป็นเครื่องมือในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง รูปร่างโมเลกุล และออบิทของอะตอม สำหรับนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้เคมีไม่มากนัก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน และประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ซอวรี (Sewry. 2014: 1611-1617) ได้ศึกษาเรื่อง การนำเสนอกิจกรรมที่มีส่วนร่วมกับชุมชนเพื่อเพิ่มความรู้วิชาเคมี และความมั่นใจของครูและนักเรียน โดยให้ครูและนักเรียนจากโรงเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับชุมชนภายนอกสถานศึกษา ร่วมกับนักศึกษาจากมหาวิทยาลัย พบว่า ครูที่เข้าร่วมกิจกรรมมีความรู้ในวิชาเคมีและความมั่นใจเพิ่มมากขึ้น และนักศึกษาได้รับประโยชน์โดยตรงในการเข้าร่วมกิจกรรมนี้ผ่านการพัฒนาและการดำเนินงาน

เซเลสติโน (Celestino. 2015: 1359-1363) ได้ศึกษาเรื่อง กิจกรรมเกี่ยวกับเคมีในทราเยแมวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เพื่อประเมินคุณสมบัติและผลิตภัณฑ์ทางการค้า และการใช้เครื่องมือทางเคมี เป็นการทำการกิจกรรมที่นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยคำถามจะเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพของทราเยแมว เพื่อให้ข้อมูลขององค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์นั้น โดยการทำการปฏิบัติการเคมี เช่น การทำโครมาโทกราฟี เป็นต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้คิดและเรียนรู้เนื้อหาสาระสำคัญของวิชาเคมี

คอลลิสัน (Collison. 2015: 1501-1513) ได้ศึกษาเรื่อง การสร้างปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ในวันแรก โดยการใช้การเรียนรู้แบบสตูดิโอเป็นฐาน ซึ่งเป็นการออกแบบการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ในภาคเรียนแรกของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 เกี่ยวกับความเข้าใจในการเรียนปฏิบัติการ ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และการเขียนสมุดปฏิบัติการ โดยการจัดกิจกรรมเพื่ออธิบายข้อมูลเหล่านั้นเช่น การให้นักศึกษาวาดภาพแผนที่ในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสตูดิโอเป็นฐานในวันแรก ทำให้นักศึกษามีความพร้อมต่อการเรียนปฏิบัติการต่อไป ลดความเครียดของอาจารย์ผู้ช่วยและนักศึกษา และนักศึกษาใช้เวลาในการทำปฏิบัติการอย่างคุ้มค่า

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21

4.1 กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

แนวคิดการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีความแตกต่างจากการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษก่อนๆ มีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ไว้ดังนี้

ภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st century skills: 2009) ได้กล่าวถึงกรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ดังนี้

1. วิชาแกน ประกอบด้วย ภาษาอังกฤษ การอ่าน หรือศิลปะการใช้ภาษา ภาษาสำคัญของโลก ศิลปะ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และการปกครองและหน้าที่พลเมือง

2. แนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย จิตสำนึกต่อโลก ความรู้พื้นฐานด้านการเงิน เศรษฐกิจ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ ความรู้พื้นฐานด้านพลเมือง ด้านสุขภาพ และด้านสิ่งแวดล้อม

3. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

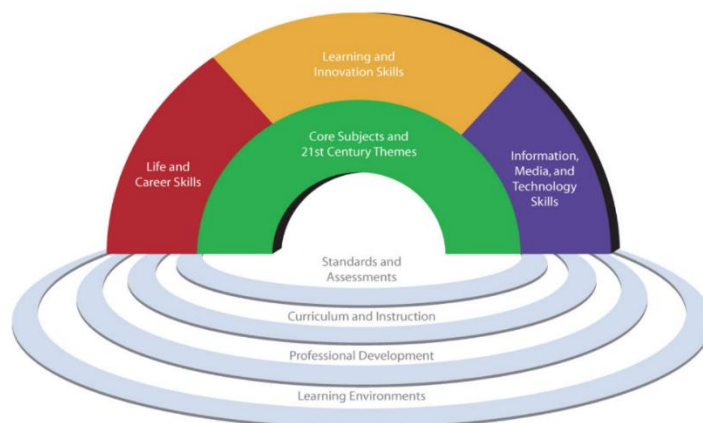
3.1 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ประกอบด้วย ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา และการสื่อสารและการร่วมมือทำงาน

3.2 ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ประกอบด้วย ความรู้พื้นฐานด้านสารสนเทศ ความรู้พื้นฐานด้านสื่อ และความรู้พื้นฐานทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ไอซีที)

3.3 ทักษะชีวิตและการทำงาน ประกอบด้วย ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว ความคิดริเริ่มและการขึ้นนำตนเอง ทักษะทางสังคมและการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม การเพิ่มผลผลิตและความรู้รับผิดชอบ และความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ

4. ระบบสนับสนุนการศึกษาของศตวรรษที่ 21

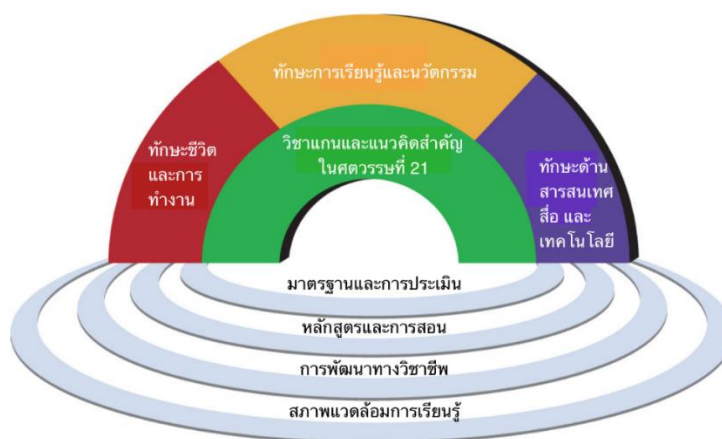
4.1 มาตรฐานและการประเมินของศตวรรษที่ 21 หลักสูตรและการสอนของศตวรรษที่ 21 การพัฒนาทางวิชาชีพของศตวรรษที่ 21 และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ของศตวรรษที่ 21



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ที่มา: The Partnership for 21st Century Skills (2009)

สุนันท์ สังอ่อง (2555: 30-34) ได้กล่าวถึงกรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ที่มา: The Partnership for 21st Century Skills (2009)

จากภาพประกอบ 3 แสดงสิ่งที่นักการศึกษาและผู้เกี่ยวข้องควรเน้นมี 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ภาพด้านบนที่เป็นส่วนโค้งเปรียบเสมือนสะพานที่พาผู้เรียนข้ามไปสู่เป้าหมาย ประกอบด้วย

1. วิชาแกนและแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 (Theme) ซึ่งวิชาแกนประกอบไปด้วย ภาษาอังกฤษ การอ่านหรือศิลปะการใช้ภาษา เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาสำคัญของโลก ภูมิศาสตร์ ศิลปะ ประวัติศาสตร์ คณิตศาสตร์ การปกครองและหน้าที่พลเมือง และแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ จิตสำนึกต่อโลกความรู้พื้นฐานด้านการเงิน เศรษฐกิจ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ ความรู้พื้นฐานด้านพลเมือง ด้านสุขภาพ และด้านสิ่งแวดล้อม

2. ทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบไปด้วย ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ทักษะชีวิตและการทำงาน

ส่วนที่ 2 ภาพด้านล่างเปรียบเสมือนฐานของสะพานช่วยให้สะพานคงอยู่ได้ ประกอบด้วยมาตรฐานและการประเมิน หลักสูตรและการสอน การพัฒนาทางวิชาชีพ และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

จากกรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สรุปได้ว่า แนวคิดของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบไปด้วย วิชาแกนและแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 และทักษะในศตวรรษที่ 21

(ภาพประกอบ 3) ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาวิชาแกน คือ วิทยาศาสตร์ สาขาวิชา เคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล และศึกษาทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เกิดหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.2 องค์ประกอบของทักษะในศตวรรษที่ 21

ทักษะในศตวรรษที่ 21 มีหลายองค์ประกอบ มีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้ระบุองค์ประกอบของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ไว้ดังนี้

สจันท์ สังข์อ่อง (2555: 34-40) ได้กล่าวถึงทักษะในศตวรรษที่ 21 ว่ามีอยู่ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ทักษะ (4C) คือ

1.1 ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และนวัตกรรม (Innovation) ประกอบด้วย ความคิดสร้างสรรค์ การปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์ และการนำนวัตกรรมไปใช้

1.2 การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving) ประกอบด้วย การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ การคิดอย่างเป็นระบบ การลงข้อสรุปและการตัดสินใจ และการแก้ปัญหา

1.3 การสื่อสาร (Communicating) ต้องเป็นการสื่อสารอย่างชัดเจน

1.4 การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaborate with Others) คือความสามารถในการทำงานร่วมกับคนอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อความสำเร็จในการบรรลุเป้าหมายของงาน

2. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information Media and Technology Skills) ควรมีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลอันมหาศาล ทันทกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและเครื่องมือ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและแบ่งปันข้อมูลกับผู้อื่น ซึ่งบุคคลที่จะดำรงชีวิตได้อย่างดีในศตวรรษที่ 21 ต้องมีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่สอดคล้องกับการใช้สื่อ เทคโนโลยีสารสนเทศ 2 ส่วน ดังนี้

2.1 การรู้สารสนเทศ ประกอบด้วย การเข้าถึงและประเมินข้อมูล การใช้และการจัดการสารสนเทศ การรู้ทันสื่อ การวิเคราะห์สื่อ การสร้างชิ้นงานที่เป็นสื่อ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับสารสนเทศ การสื่อสาร และเทคโนโลยี ประกอบด้วย การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพและใช้เครือข่ายทางสังคมในการสื่อสารและจัดการกับข้อมูลอย่างสร้างสรรค์

3. ทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and Career Skills) ผู้เรียนต้องมีสิ่งอื่นนอกเหนือจากความรู้ เนื้อหา และทักษะการคิด เพื่อการดำรงชีวิตและการทำงาน ซึ่งประกอบด้วยทักษะชีวิตและอาชีพดังต่อไปนี้

3.1 สามารถยืดหยุ่นและปรับตัวได้ (Flexibility and Adaptability) ประกอบด้วยทักษะการปรับเปลี่ยนได้และการมีความยืดหยุ่น

3.2 มีความคิดริเริ่มและนำตนเองได้ (Initiative and Self-direction) ประกอบด้วยทักษะการจัดการเรื่องเป้าหมายและการวางแผนการทำงาน ทำงานได้อย่างอิสระ และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3.3 ทักษะทางสังคมและวัฒนธรรม (Social and Cross-cultural skills) ประกอบด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเป็นผู้มีผลงานและเป็นที่น่าเชื่อถือ โดยจัดการกับโครงการและสร้างผลผลิตได้ และการเป็นผู้นำและมีความรับผิดชอบ ซึ่งสามารถชี้แนะและนำคนอื่นได้

จากองค์ประกอบของทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่กล่าวมา สรุปได้ว่าทักษะในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ในด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ หลังจากการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.2.1 ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นส่วนหนึ่งของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ในทักษะในศตวรรษที่ 21 ดังภาพประกอบ 3 โดยรวมเป็นความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วย ความคิดสร้างสรรค์ การปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์ และการนำนวัตกรรมไปใช้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชา เคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.2.1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ จัดอยู่ในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยมีความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

กิลฟอร์ด (1956: 128) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นลักษณะความคิดหลายทิศทาง คิดอย่างหลากหลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล โดยความคิดลักษณะนี้ เรียกว่า ความคิดนอกเนกนัย

ทอร์แรนซ์ (1962: 16) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการสร้างสรรค์ผลงานหรือสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่มีที่รู้จักมาก่อน ซึ่งเกิดจาก

ประสบการณ์ และรวมความรู้ที่มีอยู่ในการเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นใหม่ โดยการตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน และรายงานผลที่ได้

อารี พันธุ์ณี (2528: 9) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็น กระบวนการทางสมองที่คิดแบบอเนกนัย โดยการดัดแปลง ปรับแต่งและผสมผสานความคิดเดิม นำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่

พาสนา จุฬรัตน์ (2549: 8) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็น ความสามารถของสมองในการคิดได้หลายทิศทาง เพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ คิดอย่างแปลก ใหม่ไม่ซ้ำกับแบบที่มีอยู่แล้ว และความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ซึ่งนำไปสู่การ ค้นพบสิ่งใหม่ที่มีคุณค่า

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาผู้วิจัยได้ยึดตามกิลฟอร์ดและ ทอเรนซ์ซึ่งสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ลักษณะความคิดหลายทิศทางและแง่มุม เป็น ความสามารถของบุคคลในการสร้างสรรค์ผลงานหรือสิ่งใหม่ ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ เชื่อมโยงกับ สถานการณ์ใหม่ โดยตั้งสมมติฐาน ทดสอบ และสรุป

4.2.1.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์มีหลายองค์ประกอบ ซึ่งมีผู้รู้ได้ระบุงค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ไว้ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967: 145-151) ระบุว่าความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่ต่างจากความคิดทั่วไป แปลก ใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น ซึ่งอาจเกิดจากการพลิกแพลงความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วให้แตกต่างจากเดิม หรือผสมผสานความคิดเก่าให้เป็นของใหม่

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่อง เดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1 ความคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ หมายถึง ความสามารถในการใช้ ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถ ในการหาถ้อยคำที่มีความหมายที่คล้ายกันหรือเหมือนกันได้อย่างรวดเร็ว

2.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก หมายถึง ความสามารถในการเรียงคำให้เป็นวลีหรือประโยคเพื่อแสดงจุดมุ่งหมายที่ต้องการได้อย่างเหมาะสม

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด หมายถึง ความสามารถในการคิดสิ่งที่ต้องการได้อย่างหลากหลาย

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดนอกกรอบที่ไม่อยู่ใต้กฎเกณฑ์หรือความคุ้นเคย เป็นความอิสระการดัดแปลงการคิด โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที หมายถึง ความสามารถในการคิดได้หลายทางอย่างอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลายๆด้าน ทำให้ได้ประโยชน์ในการแก้ปัญหา

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) หมายถึง รายละเอียดความคิดเป็นขั้นตอน ซึ่งสามารถอธิบายความคิดให้เห็นภาพชัดเจน และขยายความหลักให้สมบูรณ์ได้

จากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่ได้กล่าวมา สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดละออ

ความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นองค์ประกอบของทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ไม่ได้แตกต่างจากความคิดสร้างสรรค์ที่เคยมีคนนิยามไว้ แต่เป็นการเพิ่มความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น โดยมุ่งเน้นเพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรม

การ์ดเนอร์ (Gardner, 2554: 67-71) กล่าวถึงความสำคัญของจิตสร้างสรรค์ ซึ่งสำคัญต่อการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ ผู้ที่มีจิตสร้างสรรค์จะรู้จักหาหนทางใหม่ เป็นผู้คิดนอกกรอบ พยายามสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆอย่างต่อเนื่อง โดยเรียนรู้จากความผิดพลาด ซึ่งการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่มีประโยชน์ สามารถประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน ถือว่าเป็นนวัตกรรมที่มีความสร้างสรรค์

วิจารณ์ พานิช (2555: 25-26) กล่าวว่า สมอที่สร้างสรรค์ คือ สมอที่เชื่อว่ายังมีวิธีการที่ดีกว่าวิธีการที่คิดว่าเป็นที่สุดมากมายซ่อนอยู่ โดยคุณสมบัติสำคัญที่สุดของสมอสร้างสรรค์ คือ คิดนอกกรอบ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2558: 2) กล่าวถึง ทักษะในศตวรรษที่ 21 ของเด็กไทยว่า ทักษะการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Skills) เป็นทักษะหนึ่งที่เด็กไทยควรมี ซึ่งหมายถึง ความสามารถของบุคคลที่สามารถค้นคว้า แก้ปัญหา และผลิตงานเชิงสร้างสรรค์ สร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หรือสร้างผลผลิตที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต

จากการศึกษาความหมาย และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ผู้วิจัยได้เลือกประเมินความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม เนื่องจากทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ที่ประกอบในทักษะในศตวรรษที่ 21 ใน

ด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม มุ่งเน้นการสร้างสรรค์เพื่อให้ได้ผลงาน หรือนวัตกรรมใหม่ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดริเริ่ม คือ ความคิดที่ต่างจากความคิดทั่วไป แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดอื่น และด้านความคิดยืดหยุ่น คือ ความสามารถในการคิดนอกกรอบ ซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์ในด้านที่ส่งผลให้เกิดนวัตกรรมใหม่

4.2.1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์

กนกวรรณ เหลืองทอง (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐนิชา เต็มสินวาณิช (2550: 58) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มัลยา แสนสม (2552: 49) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธิตยา คำควร (2557: ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้ศึกษาเรื่อง ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความแตกต่างระหว่างเพศที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นในระดับพอใช้ และความคิดริเริ่มในระดับดี โดยนักเรียนหญิงมีองค์ประกอบด้านความคิดคล่องสูงกว่านักเรียนชาย นักเรียนชายมีองค์ประกอบด้านความคิดยืดหยุ่นสูงกว่านักเรียนหญิง และองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มนั้นความแตกต่างระหว่างเพศไม่ได้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อองค์ประกอบดังกล่าว

เบญจกาญจน์ ไสละม้าย (2558: 104-110) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัย โดยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลจากแบบสังเกตพฤติกรรม พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เด็กปฐมวัยมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น

4.4 การประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 และเพื่อให้การวัดและประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557: 17-24) ได้กล่าวว่า การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาเน้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงขณะผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพจริง เพื่อให้รู้พัฒนาการในการเรียนรู้ และระดับความสำเร็จของผู้เรียน ส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล และทำให้ผู้สอนทราบว่าควรปรับปรุงพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนให้ประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการประเมินตามสภาพจริงในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.4.1 ความหมายของการประเมินตามสภาพจริง

การจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นการประเมินทักษะของผู้เรียนจำเป็นต้องประเมินตามสภาพจริง ซึ่งมีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการประเมินตามสภาพจริงไว้ดังนี้

ส.วาสนา ประवालพฤษ (2539: 50) ได้ให้ความหมายของการประเมินตามสภาพจริงว่าเป็นการวัดและประเมินโดยเน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ในวิชาต่างๆมาแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะการคิดที่ซับซ้อน เพื่อวัดผู้เรียนโดยรวมทั้งด้านความคิด เจตคติ และการกระทำไปพร้อมๆกัน

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545: 20) ได้ให้ความหมายของการประเมินตามสภาพจริงว่าเป็นการตัดสินความรู้ ความสามารถ และทักษะของผู้เรียนที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยใช้

เรื่องราวที่คล้ายจริงหรือเหมือนจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนแสดงออก ลงมือกระทำ หรือผลิต ส่งผลให้เกิดการสะท้อนภาพเพื่อลงข้อสรุปถึงความรู้ ความสามารถ และทักษะของผู้เรียน

ชาตรี เกิดธรรม (2548: 1) ได้ให้ความหมายของการประเมินตามสภาพจริงว่าเป็น การประเมินจากงานหรือกิจกรรมที่มอบหมายให้ผู้ปฏิบัติ ซึ่งเป็นงานหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับ ชีวิตจริง จึงเป็นงานที่มีความซับซ้อนกว้างงานในกิจกรรมการเรียนรู้ทั่วไป

กิตติ กิตติศัพท์ (2557: 13) ได้ให้ความหมายของการประเมินตามสภาพจริงว่าเป็น การประเมินผลที่ใช้วิธีการและเกณฑ์ที่หลากหลาย เพื่อวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ความสามารถ และคุณลักษณะของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนทำกิจกรรมหรือสร้างสรรค์ผลงานเพื่อแสดงทักษะของตนเอง ซึ่งกิจกรรมจะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่าการทดสอบ

จากความหมายของการประเมินตามสภาพจริงที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้ยึดความหมาย ตามกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งสรุปได้ว่าการประเมินตามสภาพจริงเป็นประเมินโดยใช้ เรื่องราวที่คล้ายจริงหรือเหมือนจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนแสดงออกถึง ความรู้ ความสามารถ และทักษะ ของผู้เรียน

4.4.2 ลักษณะสำคัญของการประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริงมีลักษณะการประเมินที่แตกต่างจากการประเมินใน รูปแบบเดิม เพื่อวัดความรู้ ความสามารถ และทักษะของผู้เรียนให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ มีผู้รู้ และนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการประเมินตามสภาพจริงไว้ดังนี้

หน่วยศึกษานิเทศก์ (2540 :75) กล่าวถึงลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง ดังนี้

1. เป็นการประเมินผลจากสภาพจริง ทำได้ตลอดเวลาในทุกสถานการณ์ โดย สังเกตพฤติกรรมต่างๆ โดยใช้การตัดสินใจของมนุษย์ในการให้คะแนน
2. กำหนดปัญหาหรืองานแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง หรือ ให้ผู้เรียนตอบสนองด้วยการสร้างสรรค์งาน
3. เน้นการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา คือ ให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดที่ซับซ้อน การ พิจารณาไตร่ตรอง การทำงานและแก้ปัญหา เพื่อสร้างสรรค์ผลงาน
4. เน้นการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง
5. ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย โดยใช้ข้อมูลและเครื่องมือที่ หลากหลายในการประเมิน
6. เน้นการมีส่วนร่วมระหว่างผู้เรียน ผู้สอน และผู้ปกครอง

7. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการประเมิน ทำให้ผู้เรียนรู้จักวางแผนการเรียนรู้ตามความต้องการของตนเอง

ชาตรี เกิดธรรม (2547:1-3) กล่าวถึงลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง ดังนี้

1. ใช้วิธีการประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ศักยภาพของผู้เรียน
ความสามารถในการปฏิบัติงานมากกว่าการประเมินความรู้ความจำของผู้เรียน

2. เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนเพื่อหาข้อดีที่ควรส่งเสริม และ
ข้อบกพร่องที่ควรแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพตามความสามารถ ความต้องการ
และความสนใจของแต่ละบุคคล

3. เป็นการประเมินที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง และเพื่อน
เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตนเอง เชื่อมั่นในตนเอง และสามารถพัฒนาได้

4. ข้อมูลที่ประเมินต้องสะท้อนถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้และการวางแผนการสอนว่าสามารถตอบสนองความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนแต่ละ
บุคคลได้หรือไม่

5. ประเมินความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงความรู้สู่ชีวิตจริงได้

6. ประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลายในแต่ละด้านอย่างต่อเนื่อง

จากลักษณะสำคัญของการประเมินตามสภาพจริงที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้ออกแบบการ
วัดและประเมินตามสภาพจริง โดยยึดลักษณะสำคัญของการประเมินตามสภาพจริงตามหน่วย
ศึกษานิเทศก์ ซึ่งเป็นการประเมินในขณะที่นักเรียนร่วมกิจกรรมในคาบเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสะสม
ศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย โดยในชุดกิจกรรมมีการเริ่มต้นด้วยสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อให้
ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหา โดยครูผู้สอนเป็นผู้ช่วย

4.4.3 วิธีการและเครื่องมือในการประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริงมีลักษณะการประเมินที่เน้นการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับ
ชีวิตจริง เพื่อวัดความรู้ ความสามารถ และทักษะของผู้เรียนให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ ดังนั้น
วิธีการและเครื่องมือในการประเมินตามสภาพจริงย่อมแตกต่างจากการประเมินในรูปแบบอื่น มีผู้รู้และ
นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงวิธีการและเครื่องมือในการประเมินตามสภาพจริงไว้ดังนี้

ชาตรี เกิดธรรม (2547: 2-4) ได้กล่าวถึงวิธีการและเครื่องมือในการประเมินตาม
สภาพจริงดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การสังเกต เป็นการเก็บข้อมูลพฤติกรรมด้านการใช้ความคิด การปฏิบัติงาน
โดยเฉพาะด้านอารมณ์ ความรู้สึก และลักษณะนิสัย

2. การตรวจงาน เป็นการวัดและประเมินที่เน้นการนำผลการประเมินไปใช้ได้ทันที
2 ลักษณะ คือ ช่วยเหลือผู้เรียน และปรับปรุงการสอนของครู

กิตติ กิตติศัพท์ (2547 :16) ได้กล่าวถึงวิธีการและเครื่องมือในการประเมินตามสภาพจริงดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การสังเกต เป็นการวัดพฤติกรรมที่ลงมือปฏิบัติ แล้วสังเกตความสามารถและร่องรอยของการปฏิบัติ โดยมีเครื่องมือคือ แบบสำรวจรายการ ระเบียบพฤติกรรม แบบมาตราส่วนประมาณค่า เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นการสอบถามเพื่อให้ทราบถึงความรู้สึก ความคิด ความเชื่อ และการกระทำด้านต่างๆ เช่น ความกล้าในการแสดงความคิดเห็น เป็นต้น โดยมีเครื่องมือคือ แบบบันทึกการสัมภาษณ์

กรมวิชาการ (2546: 232-233) ได้กล่าวถึงวิธีการและเครื่องมือในการประเมินตามสภาพจริงดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การสังเกต เป็นการสังเกตผู้เรียนที่ทำได้ทุกสถานการณ์ และทุกสถานที่ โดยมีหรือไม่มีเครื่องมือในการสังเกตก็ได้ ขึ้นอยู่กับประเด็นที่ต้องการประเมิน ซึ่งใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ คุณธรรมและจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ของนักเรียน

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการประเมินโดยการตั้งคำถามอย่างง่ายๆ นิยมใช้ประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจที่สูงกว่าความรู้ความจำ และด้านความรู้สึกนึกคิดที่สะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อ ทศนคติ และค่านิยมของผู้เรียน

3. บันทึกของผู้เรียน เป็นการเขียนบันทึกการเรียนรู้ หรือการปฏิบัติงานของนักเรียน อาจเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มก็ได้

4. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆ เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง และเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูง และผลงานที่ได้

วิธีการและเครื่องมือในการประเมินตามสภาพจริงที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการและเครื่องมือในการประเมินตามสภาพจริงตามกรมวิชาการ ซึ่งแบ่งวิธีการและเครื่องมือในการประเมินตามสภาพจริงไว้ 8 ประเภท คือ การสังเกต การสัมภาษณ์ บันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง การรายงานตนเอง บันทึกของผู้เรียน แบบทดสอบวัดความสามารถที่เป็นจริง การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ และแฟ้มสะสมผลงาน โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้ การสังเกต โดยสังเกตผู้เรียนในระหว่างการศึกษา

จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบทดสอบวัดความสามารถที่เป็นจริง โดยออกแบบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้คำถามที่เกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันจากประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา และการวัดและประเมินผลด้านความสามารถ โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน การออกแบบ และการนำเสนอผลงานของนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยใช้ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.4.4 เกณฑ์การประเมินของการประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริงแตกต่างจากการประเมินแบบอื่น จึงจำเป็นต้องมีเกณฑ์การประเมินที่เหมาะสม ซึ่งมีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงเกณฑ์การประเมินของการประเมินตามสภาพจริงไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2539: 54-62) ได้กล่าวถึงเกณฑ์ประเมินของการประเมินตามสภาพจริงไว้ดังนี้

การประเมินแบบรูบรีค (Rubric assessment) เป็นการให้คะแนนที่ต้องกำหนดมาตรฐานวัด และรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนในแต่ละระดับ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญของครู ผู้ปกครอง และผู้สนใจอื่นๆ เพื่อให้ทราบว่านักเรียนรู้ และทำได้มากน้อยเพียงใด เพื่อนำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์ของมาตรฐานการศึกษา ซึ่งการให้คะแนนของรูบรีคจะมีความสำเร็จในขั้นต่างๆกัน โดยการให้คะแนนรูบรีคมี 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนภาพรวม (Holistic score) คือการให้คะแนนงานโดยดูจากภาพรวมของงานว่ามีความเข้าใจ ความคิดรวบยอด การสื่อความหมาย กระบวนการที่ใช้ และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงาน หรือความสำเร็จของงานเป็นขั้น โดยอาจแบ่งระดับตั้งแต่ 0-4 หรือ 0-6

2. การให้คะแนนแบบองค์ประกอบ (Analytics score) คือการมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน โดยการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนนและอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปมีการแยกองค์ประกอบของงานเป็น 4 ด้าน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในปัญหาที่ถามกระจ่างชัด

2.2 การสื่อความหมาย เป็นความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยาย เหตุผล ให้ผู้อื่นเข้าใจ

2.3 การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้วิธี กระบวนการที่นำไปสู่ความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ผลสำเร็จของงาน ถูกต้องแม่นยำ หรืออธิบายที่มาและตรวจสอบผลงาน จรรยา เตะะเจริญกิจ (2554: 14) ได้กล่าวถึงเกณฑ์ประเมินของการประเมินตามสภาพจริงไว้ดังนี้

การประเมินตามสภาพจริงนิยมใช้รูปрик เพื่ออธิบายสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียน ซึ่งรูปริกเป็นเครื่องมือที่มีการระบุเกณฑ์ประเมินชิ้นงาน และคุณภาพของชิ้นงาน โดยรูปริกมี 2 รูปแบบ คือ

1. รูปริกแบบภาพรวม (Holistic rubrics) คือรูปริกที่พิจารณาจากภาพรวมของชิ้นงาน โดยมีการอธิบายลักษณะของงานในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน

2. รูปริกแบบแยกส่วน (Analytic rubrics) คือการให้คะแนนโดยพิจารณาแต่ละส่วนของงาน โดยกำหนดแนวทางการให้คะแนนในแต่ละส่วน ซึ่งมีคำอธิบายของแต่ละส่วนนั้นๆ

จากเกณฑ์การประเมินของการประเมินตามสภาพจริงที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การประเมินตามสภาพจริงนิยมใช้รูปริกเป็นเกณฑ์ ซึ่งการประเมินโดยใช้รูปริกมี 2 รูปแบบ คือ การประเมินแบบภาพรวม และแบบแยกส่วน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้การประเมินแบบรูปริกในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนรูปริกแบบแยกส่วน โดยพิจารณาแต่ละส่วนของงาน กำหนดแนวทางการให้คะแนนในแต่ละส่วน ทั้งทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ ซึ่งมีคำอธิบายของแต่ละส่วนอย่างชัดเจน

4.4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตามสภาพจริง

จารึก สกุลเจริญโชค (2550: 110-111) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ประกอบการประเมินตามสภาพจริง ที่มีต่อศักยภาพทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ประกอบการประเมินตามสภาพจริง ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ มีศักยภาพทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นในแต่ละช่วงระยะ และสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิมา อินชนะ (2551:78-79) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพจริงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า การใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพจริง ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นจากก่อนการใช้กิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุบล หอมชู (2557: 223-236) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาแบบประเมินตามสภาพจริง ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสอนแบบโครงงาน พบว่าแบบประเมินตามสภาพจริงในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสอนแบบโครงงาน มีค่าความเที่ยงตรง อำนาจจำแนก ความยากง่าย ความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และมีค่าความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในการนำแบบประเมินตาม สภาพจริง ไปใช้ระดับมากที่สุด นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความมุ่งมั่นใน การทำงานอยู่ในระดับดี ความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมอยู่ใน ระดับดี และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงงานและการนำเสนอ อยู่ในระดับดี ส่วนทักษะ กระบวนการ อยู่ในระดับดีมาก และพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับพอใช้ ในการ ประเมินครั้งที่ 1-2 และมีพฤติกรรมการเรียนอยู่ในระดับดีจากการประเมินครั้งที่ 3-6

กชรัตน์ วิกุล (2550: 94-95) ได้ศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ควบคุมการประเมินตามสภาพจริง เรื่อง การแยกสารและสารละลายกรด-เบส ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคุมการประเมินตามสภาพ จริง มีประสิทธิผลการเรียนรู้ ด้านพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนสูง กว่านักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคุมการประเมินแบบเดิม นักเรียนที่มีพื้นฐาน ทางการเรียน กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ มีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้านพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะควบคุมกับการประเมินตามสภาพจริงมีพัฒนาการการมีส่วนร่วมในการเรียนสูงขึ้นตาม ระยะเวลาจากช่วงต้น สู่ช่วงกลาง และช่วงปลายของการทดลอง ตามลำดับ และสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับ การประเมินแบบเดิมด้วย

กัลยา คงถอด (2550: 49-82) ได้ศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ประกอบกระบวนการประเมินตามสภาพจริงเรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะประกอบกระบวนการประเมินแบบเดิมมี พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะประกอบกระบวนการประเมินตามสภาพจริงมีพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้เรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะประกอบกระบวนการประเมินตามสภาพจริงมีลักษณะการ ทำงานแบบมีส่วนร่วมสูงกว่าพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะประกอบกระบวนการ ประเมินแบบเดิม

ดลยา แต่งสมบุญ (2550: 92-98) ได้ศึกษาผลการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้ กิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริง สำหรับนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ประกอบการประเมินตามสภาพจริง มีคะแนนการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านการจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการสรุปอ้างอิง ด้านการประยุกต์ใช้ และด้านการคาดการณ์ พยากรณ์ สูงขึ้น กว่าก่อนใช้กิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิมา อินทนะ (2551: 78-79) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมโครงการ วิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพจริง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรม โครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบการประเมินตามสภาพจริง ทั้งในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 ส่งผลให้ นักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยพิจารณาจากแบบ ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินเพิ่มสะสมงาน และ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบการประเมินตามสภาพจริง สูงขึ้นกว่าก่อนการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพจริง มี พัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นตามระยะเวลาจากการจัดกิจกรรม โครงการวิทยาศาสตร์ในระยะที่ 1 สู่ระยะที่ 2 ตามลำดับ

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21

งานวิจัยในประเทศ

นัทธีรัตน์ พีระพันธุ์ (2552: 19-34) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนใน ระดับอุดมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนา ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยลักษณะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารใน 4 ลักษณะที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาอย่างมีพลัง การสืบค้นสาระความรู้ การสร้างและ เผยแพร่ผลงาน และการปฏิสัมพันธ์และการสะท้อนกลับ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องความเหมาะสม ของรูปแบบอยู่ระหว่าง 0.86-1.00

ฤตินันท์ สมุทร์ทัย (2556: 1-10) ได้ศึกษาเรื่อง การวิจัยนำร่องการพัฒนาหลักสูตรการ ผลิตครูสำหรับศตวรรษที่ 21 ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบของหลักสูตรการผลิตครูสำหรับศตวรรษที่ 21 ควรมี 5 องค์ประกอบคือ ความสามารถพื้นฐานทางจริยธรรม ความรู้ที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต ความสามารถในการคิด ความสามารถในการนำตนเอง และสมรรถนะที่จำเป็นในการประกอบวิชาชีพ ครู และผลการนำแนวคิดหลักสูตรไปใช้พบว่าผู้เรียนพัฒนาคุณลักษณะตามหลักสูตรได้เป็นอย่างดี

ชนิดดา ภูงษ์ทอง (2556: 154) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบพฤติกรรมการเป็นครูในศตวรรษที่ 21 เจตคติต่อวิชาชีพครู และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 โดยการใช้การฝึกอบรมเรื่องการเป็นครูในศตวรรษที่ 21 กับการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนรู้เรื่องพฤติกรรมการเป็นครูในศตวรรษที่ 21 มี 3 รูปแบบคือ การฝึกอบรมเรื่องการเป็นครูในศตวรรษที่ 21 การสอนแบบบรรยายเรื่องการเป็นครูในศตวรรษที่ 21 และไม่มีการจัดกระทำใดๆทั้งสิ้น ส่งผลต่อพฤติกรรมการเป็นครูในศตวรรษที่ 21 เจตคติต่อวิชาชีพครู และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 แตกต่างกัน นิสิตนักศึกษาที่ได้รับการฝึกอบรมเรื่องการเป็นครูในศตวรรษที่ 21 มีคะแนนพฤติกรรมการเป็นครูในศตวรรษที่ 21 เจตคติต่อวิชาชีพครู และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงกว่านิสิตนักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบบรรยายและไม่ได้รับการจัดกระทำใดๆเลย

นัทธีรัตน์ พิระพันธุ์ (2557: 19-34) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้พัฒนาผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้

งานวิจัยต่างประเทศ

เมห์เม็ต (Mehmet. 2009: 1464-1468) ได้ศึกษาเรื่องทฤษฎีการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยพิจารณาเอกลักษณ์ของนักเรียนยุคใหม่ ผลการวิจัยพบว่า การใช้ทฤษฎีการออกแบบการเรียนการสอนแบบหลังยุคใหม่ (Postmodern instructional design) สามารถเข้าถึงทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้ และการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบนี้จะประสบความสำเร็จเมื่อใช้กับทักษะการคิดขั้นสูง

พูเนีย (Punia. 2012: 110-116) ได้ศึกษาเรื่องการใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการสอนโดยผ่านความสามารถในการอ่านและเขียนตาม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการอ่านและเขียนตาม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมาะสมกับเด็กที่เรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ และการใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการสอนทำให้เด็กเข้าใจในบทเรียนมากขึ้นและสามารถค้นพบแนวคิดใหม่ๆได้ด้วยตนเอง ทำให้เด็กมีความสนใจในการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยไม่รู้ตัว ทำให้กระบวนการจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำให้เด็กมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

ซีเรน (Serene. 2014: 109-118) ได้ศึกษาเรื่องความเชื่อในความคิดสร้างสรรค์ บุคลิกของความคิดสร้างสรรค์ และการฝึกฝนการสอนด้านความคิดสร้างสรรค์ ของครูห้องเรียนของเด็กที่มีความสามารถพิเศษและครูห้องเรียนปกติในฮ่องกง ผลการวิจัยพบว่า การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์มีหลายสาเหตุ ซึ่งความเชื่อในความคิดสร้างสรรค์ บุคลิกของความคิดสร้างสรรค์ เป็นองค์ประกอบ

หนึ่ง แต่สิ่งแวดล้อมที่ครูสอนส่งผลต่อประสิทธิภาพของการใช้กลวิธีในการสอน ครูที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือสอนในห้องเรียนของเด็กที่มีความสามารถพิเศษจะมีคะแนนสูงกว่าครูที่สอนห้องเรียนปกติ เนื่องจากมีโอกาสในการจัดการเรียนการสอนที่ดีกว่าผ่านแหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน สำหรับครูห้องเรียนปกติจะเข้าใจธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ได้ดีในการส่งเสริมนักเรียน แต่ขาดโอกาสในการประยุกต์ใช้ความรู้

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถและคุณลักษณะของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน ทำให้พฤติกรรมเปลี่ยนแปลงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ มีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2521: 131) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นความสามารถ หรือความสำเร็จที่ใช้ทักษะในการกระทำการใดๆ หรือต้องอาศัยความรู้ในวิชาต่างๆ โดยเฉพาะ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 19) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นการทดสอบของนักเรียนที่ใช้ทดสอบความรู้ ทักษะ และประสิทธิภาพของสมองในด้านต่างๆ ว่าหลังจากการเรียนในเนื้อหาสาระเรื่องต่างๆ แล้ว นักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใดในเรื่องนั้นๆ และมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปตามวัตถุประสงค์ของวิชานั้นมากน้อยเพียงใด

นภาพร วงศ์เจริญ (2550: 40) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความรู้ความสามารถของนักเรียนในด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว และวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้ยึดความหมายตามกระทรวงศึกษาธิการสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถใช้ทักษะกระทำการใดๆ หรืออาศัยความรู้ในวิชาต่างๆ โดยเฉพาะ

5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

โทมัส ฮาลาไดนา (1994: 3) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นองค์ความรู้ของบุคคลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามประสบการณ์ชีวิต

ลัวน สายยศ (2539: 20) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546: 73) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถของสมองในด้านต่างๆที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้ว

ราตรี นันทสุคนธ์ (2553: 50) ได้ให้ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่างๆ เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาวิชาต่างๆที่มีการเรียนการสอนในสถานศึกษา

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาผู้วิจัยได้ยึดตามลัวน สายยศ ซึ่งสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ทดสอบว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใดในเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้ว

5.2.1 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของบลูม (Bloom Taxonomy)

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำดับชั้นความคิดของบลูม ซึ่งมีทั้งหมด 6 ชั้น ที่เรียงลำดับจากความรู้ระดับต่ำไปสูง ดังนี้ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำความรู้ไปประยุกต์ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation)

ลัวน สายยศ (2539: 124-167) ได้กล่าวถึงการออกแบบข้อสอบปรนัยตามแนวจุดประสงค์การเรียนรู้ของบลูม ดังต่อไปนี้

1. ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราว ประสบการณ์ หรือสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วได้ ซึ่งประกอบไปด้วย ความจำในเนื้อเรื่อง ความรู้ในวิธีดำเนินการ และความรู้อย่างละเอียดในเนื้อเรื่อง

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความ เป็นพฤติกรรมที่สามารถดัดแปลงแก้ไขสิ่งที่ยากมาเป็นสิ่งที่ย่างได้ ประกอบด้วย การแปลความ การตีความ และการขยายความ

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถที่สำคัญสามประการ คือ การนำหลักวิชาไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ แก้ปัญหาที่ยังไม่เคยแก้ และยกตัวอย่างสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วได้ในสถานการณ์ใหม่

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยๆของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด ประกอบด้วย การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการรวมสิ่งต่างๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกัน เพื่อให้เป็นสิ่งใหม่อีกประเภทหนึ่ง ซึ่งมีโครงสร้าง ลักษณะ หรือหน้าที่ต่างไปจากของเดิมก่อนนำมารวมกัน ประกอบด้วย การสังเคราะห์ข้อความ การสังเคราะห์แผนงาน และการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของความคิดทุกชนิด เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือมาตรฐานที่กำหนด

จากลำดับชั้นความคิดของบลูมที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เป็นจำนวน 20 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย ความเข้าใจ 3 ข้อ การนำไปใช้ 5 ข้อ การวิเคราะห์ 9 ข้อ และการสังเคราะห์ 3 ข้อ

5.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายประเภทตามเกณฑ์การจำแนกที่กำหนดขึ้น มีผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ล้วน สายยศ (2539: 86-93) ได้แบ่งชนิดของแบบทดสอบ ดังนี้

1. แบบทดสอบความเรียง เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการบรรยายอธิบาย และแสดงเหตุผลตามความคิดของตนเอง
2. แบบทดสอบเติมคำ เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการหาคำ หรือข้อความมาเติมลงในช่องว่างของประโยคที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ
3. แบบทดสอบถูกผิด เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ว่าถูกหรือผิด จากความสามารถที่เรียนมาแล้ว
4. แบบทดสอบจับคู่ เป็นแบบทดสอบที่แสดงข้อเท็จจริง เงื่อนไข คำตัวเลข หรือสัญลักษณ์ไว้ 2 ด้านขนานกันเป็นแถวตั้ง แล้วพิจารณาว่าจะเกี่ยวข้องกับข้อความใดในอีกด้านหนึ่ง
5. แบบทดสอบเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่ข้อความถามจะมีตัวเลือกหลายคำตอบ เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้ เพราะครอบคลุมจุดประสงค์และตรวจให้คะแนนได้แน่นอน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552: 167-169) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่ใช้จำแนกไว้ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardize tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยมีกระบวนการมาตรฐาน โดยสร้างจากสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบทดสอบ เพื่อให้ใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่วไป โดยเนื้อหาครอบคลุมในหลักสูตรอย่างกว้างๆ ซึ่งมีรูปแบบในการให้บริการ

การดำเนินการสอบ การให้คะแนน การแปลผล การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน

1.2 แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-made tests) เป็นแบบทดสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันนั้นๆ ซึ่งครูเป็นผู้สร้างเอง การตรวจให้คะแนนและการแปลผล จะทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ครูกำหนด หรือเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สามารถทดสอบได้ทุกรายวิชา จึงสามารถจำแนกแบบทดสอบได้ตามวิชาต่างๆ เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบทดสอบความพร้อม (Readiness test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความพร้อมในการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้พื้นฐานมากน้อยเพียงใด จะได้ทบทวนก่อนเริ่มเรียนในหน่วยการเรียนรู้ บทเรียน หรือวิชานั้นๆ โดยเน้นวัดทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ บทเรียน หรือวิชา

3.2 แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnosis test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อระบุว่านักเรียนมีปัญหาในการเรียนรู้หรือไม่ เพื่อปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม โดยเน้นวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญ และตรวจสอบกลไกขององค์ประกอบย่อยที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้

3.3 แบบทดสอบสมรรถภาพ (Proficiency test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นตัวบ่งบอกระดับความสามารถในการคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ โดยใช้วัดว่าผู้ทดสอบมีความสามารถอยู่ในระดับที่เหมาะสมหรือยัง เช่น การสอบความสามารถทางภาษา การสอบใบขับขี่รถยนต์ เป็นต้น

3.4 แบบทดสอบเชิงสำรวจ (Survey test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบผลการเรียนทั่วไป โดยใช้วัดความรู้ทั่วไปของนักเรียน หรือนิสิตนักศึกษาในวิชาเฉพาะ แบบทดสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เช่น แบบทดสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-referenced tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อจำแนกระดับความสามารถที่แตกต่างกันของผู้สอบ โดยใช้วัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ความสามารถของผู้สอบ คะแนนสอบจึงนำไปใช้แปลความหมายโดยเปรียบเทียบกับความรู้ความสามารถของผู้ที่สอบด้วยกันเอง

4.2 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดระดับการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้ความสามารถด้านใดบ้าง โดยสร้างให้ครอบคลุมความรู้และทักษะสำคัญที่ต้องการให้เกิด จึงแปลผลจากการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบทดสอบความเรียง (Supply type) ประกอบด้วย แบบทดสอบความเรียง (Essay test) แบบทดสอบแบบตอบสั้น (Short answer) และแบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion)

5.2 แบบทดสอบประเภทเลือกคำตอบ (Selection type) ประกอบด้วย แบบทดสอบแบบถูก-ผิด (True-false) แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching) และแบบทดสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple-choice)

จากที่กล่าวมาข้างต้น สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล แบบเลือกตอบ 20 คำถาม 20 คะแนน โดยหนึ่งคำถามมี 4 ตัวเลือกคำตอบ ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว เพื่อนำคะแนนของผู้เรียนไปเปรียบเทียบความรู้ความสามารถของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยนำคะแนนสอบที่ได้ไปหาค่า T-test โดยโปรแกรม spss

5.4 แนวปฏิบัติในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนที่หลากหลาย ผู้ประเมินต้องวางแผนดำเนินการที่เป็นระบบ โดย ศิริชัย กาญจนวาสี (2552: 19-23) ได้ระบุขั้นตอนการดำเนินการวัดและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมิน โดยพิจารณาว่าทำไมต้องวัดและประเมิน หรือต้องใช้สารสนเทศในการวัดและประเมินไปตัดสินใจเกี่ยวกับอะไร

2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่มุ่งวัดและประเมิน โดยกำหนดขอบเขตที่ชัดเจน ระบุผลการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นซึ่งเป้าหมายที่จะวัดและประเมิน

3. สร้างเครื่องมือสำหรับการวัดและประเมิน โดยวิธีการวัดและประเมินต้องสัมพันธ์กับธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การประเมินตามสภาพจริง การประเมินภาคปฏิบัติ การใช้แฟ้มสะสมงาน การทดสอบ การประเมินโดยใช้ศูนย์การประเมิน เป็นต้น และวิธีการวัดมีหลายแบบควรใช้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของการเรียนรู้ เช่น การทดสอบ การสัมภาษณ์ การสังเกต การสอบถาม เป็นต้น

4. เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้เป็นข้อมูลที่แสดงถึงความรู้ความสามารถ ทักษะ คุณลักษณะของนักเรียน โดยครูกำหนดกิจกรรมการวัดผลตามที่วางแผนร่วมกับนักเรียนไว้ว่าจะวัดผล

การเรียนรู้บ่อยแค่ไหน และจะวัดผลการเรียนรู้เมื่อใด เช่น การสังเกตพฤติกรรม การตรวจผลงานในแฟ้มสะสมงาน เป็นต้น

5. วิเคราะห์ข้อมูล โดยการตรวจให้คะแนนการเรียนรู้จากเครื่องมือวัดผล ประมวลผลจำแนกตามผลการเรียนรู้ที่มุ่งหวังและประเมิน คำนวณคะแนนรวม และวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

6. ตัดสินคุณค่าของผลการเรียนรู้ โดยครูกำหนดรูปแบบการตัดสินคุณค่าของผลการเรียนรู้ เช่น การประเมินอิงเกณฑ์ การประเมินอิงกลุ่ม การประเมินอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์ เป็นต้น

7. รายงานผลและนำผลไปใช้ในการพัฒนา ปรับปรุงการเรียนรู้ โดยการประเมินการเรียนรู้นั้นทำให้ครูได้สารสนเทศเพื่อจะนำไปปรับปรุง พัฒนาการเรียนรู้และตัดสินผลการเรียนรู้ของนักเรียน วัดอุปสรรคที่สำคัญของการประเมินคือเพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะของนักเรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนการสอนต้องเน้นนักเรียนเป็นสำคัญจึงนำสารสนเทศไปใช้ได้

อุทุมพร จามรมาน (2540: 27) ระบุถึงการสร้างข้อสอบที่เป็นระบบไว้ตามขั้นตอนดังนี้คือการระบุจุดมุ่งหมายในการทดสอบ การระบุเนื้อหาที่ชัดเจน การทำตารางเนื้อหากับจุดมุ่งหมายการทดสอบ การทำน้ำหนัก การกำหนดเวลาสอบ การกำหนดจำนวนข้อหรือคะแนน การเขียนข้อสอบ การตรวจข้อสอบที่เขียนขึ้น และการทดลองใช้ แก้ไขและปรับปรุง

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนตาม ศิริชัย กาญจนวาสี โดยเริ่มต้นจากการกำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมิน เรื่อง สารชีวโมเลกุล สร้างเครื่องมือสำหรับการวัดและประเมิน คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เพื่อหาค่า t-test โดยใช้โปรแกรม spss เพื่อดูว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยในประเทศ

นันทนัช จิระศึกษา (2544: 102) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยการใช้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคมของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

พิไลพร แสนชมพู (2546: 76-77) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านความสามารถทางเหตุผล ครอบครอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กลุ่มเพื่อน บรรยากาศในชั้นเรียน คุณภาพการสอน และสื่อสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางเหตุผล และครอบครองส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ ส่วนแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กลุ่มเพื่อน บรรยากาศในชั้นเรียน คุณภาพการสอน และสื่อ ส่งผลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นิพัทธา ชัยกิจ (2551: 92) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสวรค์สร้างความรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มัสยา แสนสม (2552: 49) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขุนทอง คล้ายทอง (2554: 94) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ไม่แตกต่างกัน

จรงค์ ปัญญารัตนกุลชัย (2556: 1-18) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์เรื่องสารชีวโมเลกุล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนได้รับความรู้และคิดว่าควรให้มีการจัดกิจกรรมนี้ต่อไป



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จังหวัดกรุงเทพมหานคร

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 42 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์-สิงหเสนี) จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลา 15 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที) ใน 5 สัปดาห์ โดยมีการแบ่งช่วงเวลาในการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

สัปดาห์ที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ
1	คาบเรียนที่ 1-2 ทดสอบก่อนเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ คาบเรียนที่ 3 ชี้แจงการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด	3

ตาราง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ
2	กิจกรรมที่ 1 เรื่อง โปรีตีน คาบเรียนที่ 1-2 ความหมายของโปรีตีน ความหมายและชนิดของกรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์ โครงสร้างของโปรีตีน การทดสอบโปรีตีน การแปลงสภาพโปรีตีน คาบเรียนที่ 3 การสาธิตการแปลงสภาพโปรีตีน การออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนม	3
3	คาบเรียนที่ 4 ปฏิบัติการการผลิตพลาสติกจากนม การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนม การบ้าน การออกแบบการนำเสนอผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยี คาบเรียนที่ 5 นิทรรศการแสดงผลผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนม	2
5	กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลิพิด คาบเรียนที่ 5 นิทรรศการแสดงผลผลิตภัณฑ์สบู่	1
	ทดสอบหลังเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรีตีนและลิพิด และทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์	2
	รวม	15

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

- ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรีตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรีตีนและลิพิด
- แบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์

4. แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และด้านทักษะชีวิตและอาชีพ

ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1.1 ศึกษาตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ซึ่งเป็นสาระที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาเคมี ตัวชี้วัดช่วงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการกำหนดตัวชี้วัดให้ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของ คาร์โบไฮเดรต ไขมันและน้ำมัน โปรตีน และกรดนิวคลีอิกได้ และจากการพิจารณาคุณภาพของนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่า มีการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนให้มีความเข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อให้เนื้อหาในวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีการจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา ทำให้การจัดการเรียนการสอนเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิดมีความน่าสนใจ ให้นักเรียนสามารถพัฒนาความรู้เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และเกิดทักษะทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมได้

1.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด จากหนังสือและเอกสารต่างๆ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด โดยกำหนดขอบเขตของสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิดที่กล่าวถึงในการวิจัย ดังนี้ สารชีวโมเลกุล จำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ โปรตีนและลิพิด และกำหนดกรอบสาระการเรียนรู้และจำนวนคาบของชุดกิจกรรม โดยกำหนดให้ชุดกิจกรรมมี 2 กิจกรรม ประกอบด้วย กิจกรรมที่ 1 เรื่อง โปรตีน และกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลิพิด โดยจัดการเรียนการสอนกิจกรรมละ 5 คาบเรียน

1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรม จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงให้ความหมายของชุดกิจกรรมในงานวิจัยนี้ว่าหมายถึง ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ซึ่งส่วนประกอบของชุดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมทั้งกิจกรรมที่ 1 โปรตีน และกิจกรรมที่ 2 ลิพิด ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง จุดประสงค์การเรียนรู้

สาระสำคัญของเรื่อง คำศัพท์ที่ควรรู้ บทนำ จุดประสงค์และเวลาที่ใช้ในการทำชุดกิจกรรมแต่ละชุด เนื้อหา แบบทดสอบท้ายกิจกรรม และคำถามท้ายชุดกิจกรรม

1.4 ศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษา จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว พบว่า สะเต็มศึกษาเป็น รูปแบบการเรียนการสอนที่ บูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมถึงการ สร้างผลงานใหม่ที่จะส่งเสริมการประกอบอาชีพ

2. ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีรายละเอียดกิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 โปรตีน

คาบเรียนที่ 1-2

ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด (กิจกรรมที่ 1 โปรตีน) เริ่มต้นจากการจำลองสถานการณ์ในโรงงานพลาสติก โดยครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ปัญหาของโรงงานพลาสติกร่วมกัน โดยนักเรียนแสดง บทบาทเป็นพนักงานในโรงงานแห่งนั้น ซึ่งแต่ละคนมีหน้าที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสม เช่น ผู้บริหาร ฝ่ายขาย ฝ่ายออกแบบ นักวิจัยในโรงงาน เป็นต้น โดยนักเรียนในกลุ่มปรึกษารื้อและ ตัดสินใจร่วมกัน เมื่อนักเรียนแต่ละคนได้รับหน้าที่ของตนเองแล้ว พนักงานแต่ละโรงงานศึกษาข้อมูล เกี่ยวกับโปรตีนร่วมกัน โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น ซึ่งเนื้อหา เรื่อง โปรตีน ที่นักเรียนต้องศึกษาคือ ความหมายของโปรตีน ความหมายและชนิดของกรดอะมิโนและพันธะ เปปไทด์ โครงสร้างของโปรตีน การทดสอบโปรตีน และการแปลงสภาพโปรตีน ดังแสดงตัวอย่างใน ภาพประกอบ 4 โดยแต่ละกิจกรรมในการศึกษาเรื่อง โปรตีนเหล่านี้ จะดำเนินกิจกรรมตามแนวทางสะ เต็มศึกษา และในแต่ละหน้าของชุดกิจกรรมจะระบุว่าขั้นตอนในหน้านั้นๆเป็นสะเต็มศึกษาในเรื่องใด เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ กระบวนการทางวิศวกรรม หรือ เทคโนโลยี (ดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก ง) ตัวอย่างกิจกรรมเช่น การให้พนักงานของโรงงานหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต เพื่อนำมาตอบคำถามใน ชุดกิจกรรม พนักงานจะได้ค้นคว้าเรื่อง โปรตีน ด้วยตนเองร่วมกับเพื่อนในโรงงาน เป็นการบูรณาการ กับการใช้เทคโนโลยี ในกิจกรรมยังมีปฏิบัติการย่อย เรื่อง การทดสอบโปรตีน โดยพนักงานแต่ละ โรงงานเข้าเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการของโรงงาน ซึ่งพนักงานของแต่ละโรงงานจะได้บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ดังแสดงตัวอย่างในภาพประกอบ 5

ความหมายของโปรตีน

พนักงานของโรงงานเริ่มจากการศึกษาความหมายของโปรตีน ซึ่งเป็นสารชีวโมเลกุลสิ่งมีชีวิต

1. ความหมายของโปรตีน

โปรตีนเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติ (biopolymer) มีมวลโมเลกุลสูง โดยมีการต่อกัน (Amino acid) เป็นมอนอเมอร์ และเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ (Peptide bond)

2. โครงสร้างของโปรตีน

โปรตีนเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีกรดอะมิโนเป็นมอนอเมอร์ โดยกรดอะมิโนในสายพอลิเมอร์ (Peptide bonds) ซึ่งเกิดจากหมู่เอมิโนของกรดอะมิโนตัวหนึ่ง กับหมู่คาร์บอกซิลของกรดอะมิโนตัวหนึ่งได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1.) โครงสร้างปฐมภูมิ (Primary structure)

เป็นโครงสร้างที่แสดงการจัดลำดับ ชนิด และจำนวนโมเลกุลของกรดอะมิโนในสายพอลิเมอร์โซ่ยาว โดยมีปลายหมู่เอมิโน (N-terminal) อยู่ด้านซ้าย และปลายหมู่คาร์บอกซิลอยู่ด้านขวา (C-terminal) ดังภาพต่อไปนี้

ความรู้เพิ่มเติม

ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

หลังจากการทดลองการสกัดโปรตีนจากไข่ขาว พลาสดิจจากนม พนักงานศึกษาเรื่องชนิดและหน้าที่ของโปรตีน เนื่องจากเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของโปรตีน ดังนี้

1.1) การแบ่งประเภทโปรตีนตามการจัดเรียงตัวในโครงสร้าง 3 มิติ

1.1) โปรตีนก้อนกลม (Globular protein) เกิดจากสายพอลิเพปไทด์รวมตัวกันเป็นก้อน และมีความยืดหยุ่นเป็นลักษณะ ขอบเขตที่จำกัด ส่วนใหญ่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่เมตาบอลิซึม เช่น เอนไซม์ ฮอร์โมน อินซูลิน และแอนติบอดีในพลาสมา

1.2) โปรตีนเส้นใย (Fibrous protein) เกิดจากสายพอลิเพปไทด์ที่เรียงตัวกันเป็นเส้นยาว มีความแข็งแรงและยืดหยุ่น เช่น ไคโรนินในเส้นไหม เยื่อใยในเนื้อ คอลลาเจนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ไนโตรเจนในเส้นเอ็น กราตินในนม เป็นต้น

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างเนื้อหาเรื่อง โปรตีน ในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

ปฏิบัติการแยกสกัด

พนักงานในโรงงานได้เข้าเรียนเพื่อปฏิบัติการและทดลองโปรตีน ดังนี้

สารเคมี

1. ไก่สด
2. เกลือหิน
3. กรดไฮโดรคลอริก
4. โซเดียมคลอไรด์
5. นมสด
6. สารละลาย NaOH 2 M
7. สารละลาย 1% CuSO₄

อุปกรณ์

1. หลอดทดลอง
2. บีบอัด
3. หลอดหยด

วิธีการทดลอง

1. นำหลอดทดลอง 5 หลอด บรรจุไก่สด เจาะด้านก้นหลอด ใส่สารละลาย 2 มิลลิเมตร โซเดียมคลอไรด์
2. นำสารละลาย NaOH ใส่ลงในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลายต่าง หลอดละ 2 มิลลิเมตร
3. ใส่หลอดทดลองหลอดสารละลาย CuSO₄ ลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด หลอดละ 1-2 หยด
4. สังเกตผลการทดลองพร้อมบันทึกผลในตารางบันทึกผลการทดลอง

ข้อสังเกต

พนักงานทำการทดลองแยกสกัดโปรตีน จากไข่ขาว ในโรงงานของนมตามขั้นตอนการทดลอง พร้อมทั้งสรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างปฏิบัติการย่อยเรื่อง การทดสอบโปรตีน

คาบเรียนที่ 3-4

นักเรียนยังคงแสดงบทบาทสมมติเป็นพนักงานในโรงงานพลาสดิจ พนักงานของแต่ละโรงงานศึกษาเรื่อง การแปลงสภาพโปรตีน โดยมีครูเป็นผู้สาคิการแปลงสภาพโปรตีน โดยพนักงานของแต่ละโรงงานร่วมกันออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสดิจจากนม เช่น ของขำร่วย อาหารสุนัข แม่เหล็กติดตู้เย็น เป็นต้น ออกแบบการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสดิจจากนม โดยระบุข้อดีและข้อเสียของการผลิตพลาสดิจจากนมที่ครูสาคิการ เพื่อพัฒนาการผลิตของตนเอง และบันทึกการออกแบบผลิตภัณฑ์ของโรงงานลงในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด (โปรตีน) จากนั้นพนักงานของแต่ละโรงงานร่วมกันผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานตามการออกแบบที่วางไว้ โดยคำนึงถึงข้อกำหนดที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรม และร่วมกันศึกษาและออกแบบการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์พลาสดิจจากนมของโรงงานตนเอง คำนวณค่าใช้จ่ายในการผลิตพลาสดิจจากนม ซึ่งเป็น

การบูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การซื้อขาย การคำนวณต้นทุน กำไร เป็นต้น พร้อมทั้งบันทึกลงในชุดกิจกรรมซึ่งเป็นกระบวนการทางวิศวกรรมอย่างหนึ่ง

การบ้าน

พนักงานแต่ละโรงงานร่วมกันออกแบบการนำเสนอผลิตภัณฑ์ของโรงงานตนเอง โดยการสร้างสรรค์วิดีโอนำเสนอในรูปแบบใดก็ได้ เช่น โฆษณา บทสัมภาษณ์ รายการโทรทัศน์ เป็นต้น ซึ่งเป็นการใช้เทคโนโลยี เพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี สำหรับการนำเสนอผลิตภัณฑ์ของโรงงานตนเองในนิทรรศการในคาบเรียนที่ 5

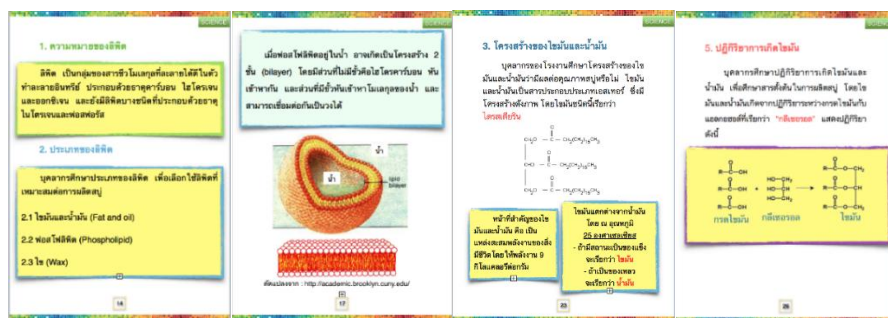
คาบเรียนที่ 5

ครูผู้สอนจำลองบรรยากาศในห้องเรียนให้เป็นนิทรรศการแสดงสินค้า เพื่อให้แต่ละโรงงานนำเสนอผลิตภัณฑ์ของตนเอง โดยใช้สื่อที่ร่วมกันสร้างสรรค์ขึ้น ในงานนิทรรศการ เพื่อฝึกฝนทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะชีวิตและอาชีพ เช่น การสื่อสาร และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เป็นต้น

กิจกรรมที่ 2 ลิพิด

คาบเรียนที่ 1-2

ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด (กิจกรรมที่ 2 ลิพิด) เริ่มต้นจากการจำลองสถานการณ์ในโรงงานสบู่ โดยครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน ซึ่งอาจเป็นกลุ่มเดิมหรือกลุ่มใหม่ก็ได้ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ปัญหาของโรงงานสบู่ร่วมกัน โดยนักเรียนแสดงบทบาทเป็นพนักงานในโรงงานแห่งนั้น ซึ่งแต่ละคนมีหน้าที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสม เช่น ผู้บริหาร ฝ่ายขาย ฝ่ายออกแบบ นักวิจัยในโรงงาน เป็นต้น โดยนักเรียนในกลุ่มปรึกษาหารือและตัดสินใจร่วมกัน เหมือนกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โปรตีน เมื่อนักเรียนแต่ละคนได้รับหน้าที่ของตนเองแล้ว พนักงานแต่ละโรงงานศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลิพิดร่วมกัน โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น ซึ่งเนื้อหา เรื่อง ลิพิด ที่นักเรียนต้องศึกษาคือ ความหมายของลิพิด ประเภทของลิพิด โครงสร้างของไขมันและน้ำมัน ประเภทของกรดไขมัน ปฏิกริยาการเกิดไขมัน และสมบัติของไขมันและน้ำมัน ดังแสดงตัวอย่างในภาพประกอบ 6 โดยแต่ละกิจกรรมในการศึกษาเรื่อง ลิพิดเหล่านี้ จะดำเนินกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เช่น ในแต่ละกิจกรรมจะมีการให้พนักงานของโรงงานหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต เพื่อนำมาตอบคำถามในชุดกิจกรรม พนักงานจะได้ค้นคว้าเรื่อง ลิพิด ด้วยตนเองร่วมกับเพื่อนในโรงงาน เป็นการบูรณาการกับการใช้เทคโนโลยี ในกิจกรรมยังมีปฏิบัติการย่อย เรื่อง สมบัติของไขมันและน้ำมัน โดยพนักงานแต่ละโรงงานเข้าเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการของโรงงาน ซึ่งพนักงานของแต่ละโรงงานจะได้บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ดังแสดงตัวอย่างในภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างเนื้อหาเรื่อง ลิพิด ในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด



ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างปฏิบัติการย่อยเรื่อง สมบัติของไขมันและน้ำมัน

คาบเรียนที่ 3-4

นักเรียนยังคงแสดงบทบาทสมมติเป็นพนักงานในโรงงานสุญญากาศของแต่ละโรงงานศึกษาความรู้เบื้องต้นในการผลิตสุญญากาศ โดยพนักงานของแต่ละโรงงานเข้าเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการการผลิตสุญญากาศ และพนักงานร่วมกันออกแบบผลิตภัณฑ์สุญญากาศ ออกแบบการทดลองการผลิตสุญญากาศ โดยระบุข้อดีและข้อเสียของการผลิตสุญญากาศจากการเข้าเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาการผลิตของโรงงานตนเอง และบันทึกการออกแบบผลิตภัณฑ์ของโรงงานลงในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด (ลิพิด) จากนั้นพนักงานของแต่ละโรงงานร่วมกันผลิตผลิตภัณฑ์สุญญากาศของโรงงานตามการออกแบบที่วางไว้ โดยคำนึงถึงข้อกำหนดที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรม และร่วมกันศึกษาและออกแบบการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุญญากาศของโรงงานตนเอง คำนวณค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์สุญญากาศ ซึ่งเป็นการบูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การซื้อขาย การคำนวณต้นทุน กำไร เป็นต้น พร้อมทั้งบันทึกลงในชุดกิจกรรมซึ่งเป็นกระบวนการทางวิศวกรรมอย่างหนึ่ง

การบ้าน

พนักงานแต่ละโรงงานร่วมกันออกแบบการนำเสนอผลิตภัณฑ์ของโรงงานตนเอง โดยการสร้างสรรค์วิดีโอนำเสนอในรูปแบบใดก็ได้ เช่น โฆษณา บทสัมภาษณ์ รายการโทรทัศน์ เป็นต้น ดังซึ่งเป็นการใช้เทคโนโลยี เพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี สำหรับการนำเสนอผลิตภัณฑ์ของโรงงานตนเองในนิทรรศการในคาบเรียนถัดไป

คาบเรียนที่ 5

ครูผู้สอนจำลองบรรยากาศในห้องเรียนให้เป็นนิทรรศการแสดงสินค้า เพื่อให้แต่ละโรงงานนำเสนอผลิตภัณฑ์ของตนเอง ดังตัวอย่างกิจกรรม โดยใช้สื่อที่ร่วมกันสร้างสรรค์ขึ้น ในงานนิทรรศการ เพื่อฝึกฝนทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะชีวิตและอาชีพ เช่น ด้านการสื่อสาร และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

3. ดำเนินการสร้างคู่มือครูของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีน และลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งกิจกรรมที่ 1 โปรตีน และกิจกรรมที่ 2 ลิพิด โดยคู่มือครูประกอบด้วย คำชี้แจงคู่มือครู การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ เกณฑ์การให้คะแนน และแนวคำตอบของกิจกรรม (ดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก ง)

วิธีการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีน และลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน ซึ่งในขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาข้อบกพร่องของชุดกิจกรรม โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคือ แบบประเมินชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ที่มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ระหว่างระดับที่ 1-5 ดังนี้

มากที่สุด	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	5
มาก	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	4
ปานกลาง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	3
น้อย	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	2
น้อยที่สุด	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	1

การแปลความหมาย ใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

จากการนำชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจพิจารณาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยพบว่าความเหมาะสมขององค์ประกอบชุดกิจกรรม มีค่าเฉลี่ย 4.28 ซึ่งหมายความว่า องค์ประกอบของชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมมาก (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

1.2 ด้านความสอดคล้องขององค์ประกอบของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ แบบประเมินชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง เพื่อการปรับปรุงชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

มีความเห็นว่า	สอดคล้อง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	+1
มีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	0
มีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	-1

ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาเคมีฉบับร่าง เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

1.3 นำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. นำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงและแก้ไขชุดกิจกรรม ดังนี้

2.1 ทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียน 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมที่ใช้และหาข้อบกพร่องของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด โดยใช้การสัมภาษณ์ และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วนำข้อมูลต่างๆมาปรับปรุงแก้ไข โดยนักเรียนระบุว่าสิ่งที่ใช้ในชุดกิจกรรมมีความสวยงาม และดึงดูดผู้เรียนในการศึกษาชุดกิจกรรมนี้เป็นอย่างมาก แต่เนื้อหาในบางเรื่องใช้คำศัพท์ที่ยากเกินไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงแก้ไขและปรับปรุงภาษาในชุดกิจกรรมให้ซับซ้อนน้อยลง

2.2 ทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียน 9 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมที่ใช้และหาข้อบกพร่องของชุดกิจกรรม สะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด โดยใช้การสัมภาษณ์ และสังเกตพฤติกรรม ของนักเรียน โดยนักเรียนระบุว่าข้อความและสีที่ใช้ในชุดกิจกรรมมีความสวยงาม และดึงดูดผู้เรียนใน การศึกษาชุดกิจกรรมนี้เป็นอย่างมาก และมีเนื้อหาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย

2.3 ทดลองกลุ่มใหญ่กับนักเรียน 23 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เพื่อศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด จากการสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พบว่า มี นักเรียนบางคนในกลุ่มไม่ช่วยเพื่อนในกลุ่มค้นหาข้อมูล และตอบคำถามในชุดกิจกรรม ผู้วิจัยจึง ต้องกระตุ้นนักเรียนตลอดการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม และผู้วิจัยพบข้อบกพร่องของการทำปฏิบัติการ เรื่อง การผลิตพลาสติกจากนม คือ ผลิตภัณฑ์จากนมของนักเรียนบางกลุ่มขึ้นรา ดังนั้นผู้วิจัยจึงแนะ แนวทางให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลิตภัณฑ์จากนมไปอบแห้ง หรือตากแห้ง นอกจากนั้นผู้วิจัยยังพบ ปัญหาในการนำเสนอผลิตภัณฑ์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เนื่องจากนักเรียนกลุ่มที่ยังไม่ได้นำเสนอ ผลงานไม่ตั้งใจฟังกลุ่มอื่นขณะนำเสนอผลงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอผลงานตั้ง คำถาม เพื่อให้นักเรียนกลุ่มที่เหลือตอบ หากกลุ่มใดตอบถูกจะได้คะแนนเพิ่ม ในส่วนของการประเมิน ทักษะชีวิตและอาชีพ ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและ ลิพิด ดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียน ข้อสอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ศึกษาตัวชี้วัดของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากหลักสูตร คู่มือครูและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน ตามลำดับขั้นความคิดของบลูม คือ ด้านความเข้าใจ ด้านการ นำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านการสังเคราะห์
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและ ลิพิด จำนวน 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบ

ผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน โดยสร้างแบบทดสอบให้ตรงตามผลการเรียนรู้และครอบคลุมสาระการเรียนรู้

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ที่มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง เพื่อปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

มีความเห็นว่า	สอดคล้อง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	+1
มีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	0
มีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	-1

ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.33-1.00 โดยปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในข้อที่ได้คะแนนไม่ถึง 0.50 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนเนื้อหานี้มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 30 คน

3. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจสอบคะแนนเรียบร้อยแล้ว หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 ขึ้นไปไว้จำนวน 20 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-

รื้อารัดสัน พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและ ลิพิด มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

จากผลการวิเคราะห์ แสดงว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ต่อไป (ดูตัวอย่าง แบบทดสอบในภาคผนวก ง)

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ดำเนินการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียน ข้อสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ลักษณะ คือ ความคิด ยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

3. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์แบบ อัตนัย จำนวน 3 สถานการณ์ 12 ข้อ ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความคิดยืดหยุ่นสถานการณ์ละ 2 ข้อ และแบบทดสอบวัดความคิดริเริ่มสถานการณ์ละ 2 ข้อ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ของ นักเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และ นวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการ ประเมิน คือ แบบประเมินแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ที่มี ลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง เพื่อปรับปรุง แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ และนำผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

มีความเห็นว่า	สอดคล้อง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	+1
มีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	0
มีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	-1

ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 30 คน

3. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยกำหนดวิธีการให้คะแนนโดยดัดแปลงมาจาก ทอเรนซ์ (Torrance, 1969) โดยมีวิธีให้คะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่นักเรียนสามารถสร้างได้ในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนนักเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ดังนี้

จำนวนคำตอบ	คะแนนที่ได้
0	0
1-4	1
5-8	2
9-12	3
13 ขึ้นไป	4

2. การให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของข้อมูลของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งคะแนนความคิดริเริ่มจะพิจารณาจากการใช้ข้อมูลของผู้เข้าสอบในครั้งเดียวกัน โดยการพิจารณาร้อยละของความถี่ของคำตอบของผู้เข้าสอบทั้งหมด โดยตรวจสอบว่าแต่ละข้อมูลที่ใช้มีนักเรียนตอบซ้ำกันมากน้อยแค่ไหน โดยเกณฑ์การให้คะแนนยึดหลัก ดังนี้

การให้คะแนนความคิดริเริ่มของทอแรนซ์

คำตอบซ้ำ	คะแนนที่ได้
12% ขึ้นไป	0
6-11%	1
3-5%	2
2%	3
ไม่เกิน 1%	4

3. รวมคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ 20 คะแนน หากนักเรียนได้คะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ร้อยละ 50 ขึ้นไป แสดงว่าผ่านเกณฑ์

4. นำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.73-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.41 ขึ้นไปไว้จำนวน 2 สถานการณ์ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

5. นำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณจากวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

จากผลการวิเคราะห์ แสดงว่าแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ต่อไป (ดูตัวอย่างแบบทดสอบได้ในภาคผนวก ง)

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิต และอาชีพ

ในการสร้างแบบประเมินทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ ดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ เพื่อนำมาวิเคราะห์ลักษณะที่สำคัญของทักษะในศตวรรษที่ 21

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตามสภาพจริง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบประเมินนักเรียนที่สอดคล้องกับการแสดงออกของทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ จากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้ชุดกิจกรรม

3. สร้างแบบประเมินการแสดงผลของทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาโดยใช้ชุดกิจกรรม โดยใช้แบบประเมินโดยครูผู้สอน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ

1. ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย การให้คะแนนสื่อหรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ในด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบายในการใช้ ความสวยงาม และราคา การให้คะแนนบรรจุภัณฑ์ตามการออกแบบ การให้คะแนนวิดีโอนำเสนอผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยี และการให้คะแนนการสืบค้นข้อมูลในชุดกิจกรรมโดยใช้เทคโนโลยี

2. ทักษะชีวิตและอาชีพ ให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนทักษะทักษะชีวิตและอาชีพ ซึ่งประกอบด้วย การให้คะแนนการนำเสนอผลงาน ในด้านรูปแบบการนำเสนอผลงาน การสื่อสาร และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง การให้คะแนนการทำกิจกรรมกลุ่มโดยใช้ชุดกิจกรรม ในด้านความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ

ผู้วิจัยกำหนดวิธีการให้คะแนน โดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ร้อยละคะแนนที่ได้	ระดับของทักษะในศตวรรษที่ 21
90-100	ดีเยี่ยม
80-89	ดีมาก
70-79	ดี
60-69	ค่อนข้างดี
50-59	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ควรปรับปรุง

วิธีการหาคุณภาพแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

1. ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 และ rubric เกณฑ์การให้คะแนน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง เพื่อปรับปรุงแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

มีความเห็นว่า	สอดคล้อง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	+1
มีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	0
มีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง	ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเป็น	-1

ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2. แก้ไขแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน
3. นำแบบประเมินที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งทำการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

ตาราง 2 แสดงแบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

T_1	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง
T_2	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง
X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) โดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง 1 ห้องเรียนจำนวนนักเรียน 42 คน

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์

3. ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระยะเวลาในการสอนจำนวน 15 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

4. ประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ในทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ โดยใช้รูบรีคส์เป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ระหว่างการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

5. เมื่อสิ้นสุดตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์

6. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ และนำผลคะแนนจากการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ในทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับทักษะที่นักเรียนได้รับ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด โดยใช้คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ T-test dependent samples

2. วิเคราะห์คะแนนทักษะทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ T-test dependent samples

3. วิเคราะห์คะแนนจากการประเมินตามสภาพจริงเกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

4.1 สถิติพื้นฐาน

4.1.1 หาค่าเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553: 33)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

4.1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553: 60)

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

เมื่อ S แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

4.2 สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

4.2.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้ดัชนี ความสอดคล้อง คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 117)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

4.2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด โดยใช้เทคนิค 50% โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ คำนวณจากสูตร (พิชิต ฤทธิ์จัญญ. 2545: 141)

$$p = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

$$r = \frac{P_H - P_L}{2n}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	P_H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	P_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

4.2.3 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบวัด

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา โดยคำนวณจากสูตรของวินิย์และซาเบอร์ โดยใช้เทคนิค 50% โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ซึ่งคำนวณจากสูตร

$$P = \frac{S_H + S_L - (2NX_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

$$r = \frac{S_H - S_L}{N(X_{max} - X_{min}^2)}$$

เมื่อ	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

4.2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง

สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 123)

$$r_{tt} = \frac{k}{(k-1)} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ $= \frac{R}{N}$
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ $= 1 - p$
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

4.2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้าน

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 125-126)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อคำถามทั้งฉบับ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

4.2.6 หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล:

โปรตีนและลิพิด สูตร E_1/E_2 (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 294-295)

สูตรที่ 1

$$E1 = \frac{\frac{\sum x}{n}}{A} \times 100$$

เมื่อ	$E1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทุกชุดกิจกรรม
	n	แทน	จำนวนนักเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มจากการทำแบบทดสอบทุกชุดกิจกรรม

สูตรที่ 2

$$E2 = \frac{\frac{\sum x}{n}}{B} \times 100$$

เมื่อ	$E2$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
	n	แทน	จำนวนนักเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

4.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน คำนวณจากสูตร t-test Dependent Sample

(พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 165-167)

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

เมื่อ	t แทน	ค่าสถิติที่จะเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	n แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยเสนอสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 70/70

สมมติฐานข้อที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย มีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีขึ้นไป

สมมติฐานข้อที่ 5 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะทางสังคมและวัฒนธรรมอยู่ในระดับดีขึ้นไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สมมติฐานข้อที่ 1 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีน และลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 70/70

ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) โดย จัดการเรียนรู้ตามตารางที่ 1 ที่แสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และ

จากการศึกษาและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมติฐานได้ดังต่อไปนี้

ตาราง 3 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบท้ายกิจกรรมระหว่างใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี และร้อยละคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 42 คน

การทดสอบ	ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชา เคมี		ค่าร้อยละรวม	ค่าร้อยละ
	โปรตีน	ลิพิด	(E1)	(E2)
ระหว่างเรียน	87.14	74.30	80.72	-
หลังเรียน	-	-	-	71.79

จากตาราง 3 พบว่า ในการทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรมของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด 20 ข้อ 20 คะแนน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 16.14 หรือร้อยละ 80.72 และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนจบทุกกิจกรรม นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 82.61 จึงสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 80.72/71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 70/70 ที่กำหนดไว้ เนื่องจากนักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ในการทำกิจกรรม และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ซึ่งแต่ละกิจกรรมเป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่งผลให้นักเรียนได้รับความรู้และกระบวนการที่เหมาะสมในการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด จึงทำให้ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

สมมติฐานข้อที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล:

โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ก่อนเรียนและหลังเรียน มาศึกษาเปรียบเทียบผลต่างโดยใช้วิธีทางสถิติแบบ T-test dependent samples โดยใช้โปรแกรม spss ปรากฏผลดังแสดงใน ตาราง 4

ตาราง 4 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชา เคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

ทดสอบ	n	$\bar{x}$	$\sum D$	$\sum D^2$	S.D.	t	p	df	ค่าร้อยละ
ก่อนเรียน	42	6.12	346	3274	2.78	16.78	0.00	41	30.60
หลังเรียน	42	14.17			2.05				70.85

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.12 และ 2.78 ตามลำดับ จากนั้นจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด แล้ววัดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 14.17 และ 2.05 ตามลำดับ สถิติทดสอบ T-test ได้ค่าเท่ากับ 16.78 ค่าองศาความเป็นอิสระเท่ากับ 41 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยแบ่งลำดับขั้นของพฤติกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ บลูม ซึ่งประกอบด้วย ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ มาศึกษาเปรียบเทียบผลต่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ T-test dependent samples โดยใช้โปรแกรม spss ปรากฏผลดังแสดงใน ตาราง 5

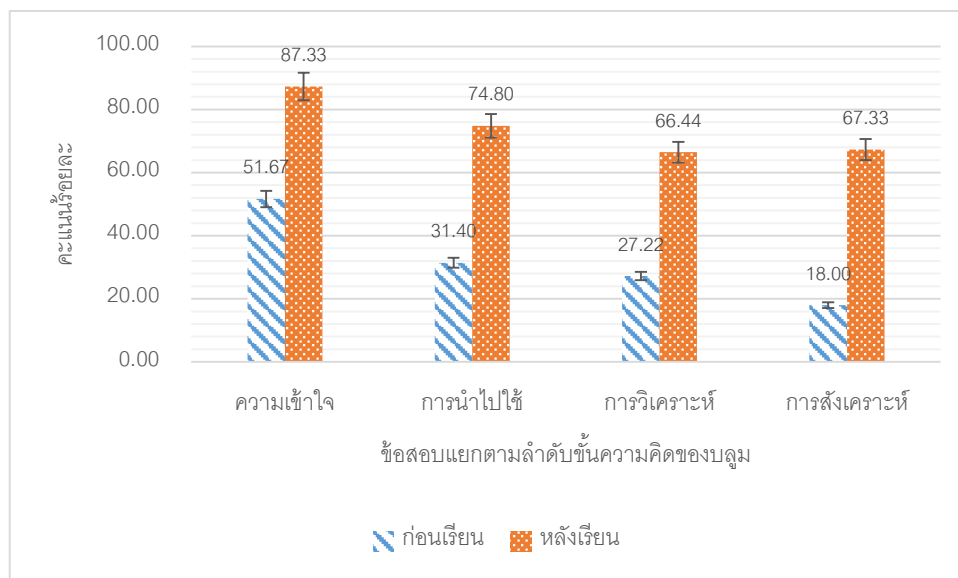
ตาราง 5 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแบ่งลำดับชั้นของพฤติกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ บลูม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21

ระดับ							
พฤติกรรม	การทดสอบ	$\bar{x}$	S.D.	t	p	n	df
การเรียนรู้							
ความเข้าใจ	ก่อนเรียน	1.55	0.83	9.31	0.00	42	41
	หลังเรียน	2.62	0.54				
การนำ	ก่อนเรียน	1.57	1.06	11.25	0.00		
	หลังเรียน	3.74	1.15				
ความรู้ไปใช้	ก่อนเรียน	2.45	2.10	11.20	0.00		
	หลังเรียน	5.98	1.55				
การวิเคราะห์	ก่อนเรียน	0.55	0.63	7.88	0.00		
	หลังเรียน	2.02	1.02				

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 5 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูม ซึ่งประกอบด้วย ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ ก่อนเรียนของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.55 1.57 2.45 และ 0.55 ตามลำดับ จากนั้นจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด แล้ววัดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูมหลังเรียน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 3.74 5.98 และ 2.02 ตามลำดับ สถิติทดสอบ T-test ได้ค่าเท่ากับ 9.31 11.25 11.20 และ 7.88 ตามลำดับ ค่าองศาความเป็นอิสระเท่ากับ 41 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูมหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นำข้อมูลจากตาราง 5 มาเขียนแผนภูมิแท่ง เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูมก่อนเรียนและหลังเรียน ดังภาพประกอบ 8



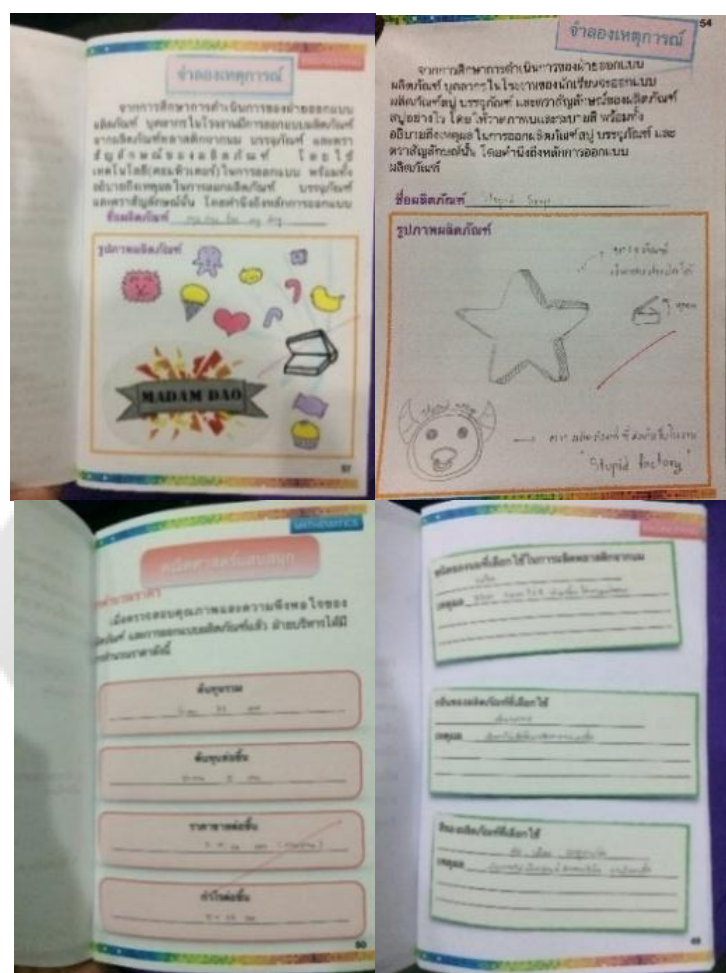
ภาพประกอบ 8 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูมก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

จากภาพประกอบ 8 พบว่านักเรียนมีคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละด้าน ซึ่งประกอบด้วยความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิดมากกว่าก่อนเรียน โดยร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้มากที่สุดในด้านความเข้าใจ ตามด้วยการนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ ตามลำดับ และคะแนนด้านการสังเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างเห็นได้ชัด

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายประกอบด้วยกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการบูรณาการสาระวิชาเคมีร่วมกับวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีกระบวนการทางวิศวกรรม และการใช้

เทคโนโลยีในกิจกรรม เช่น การออกแบบการทดลอง การออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนม และผลิตภัณฑ์สบู การออกแบบบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น แสดงตัวอย่างการวางแผนและออกแบบของนักเรียนในภาพประกอบ 9 ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์



ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างการออกแบบตามกระบวนการทางวิศวกรรม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ก่อนเรียนและหลังเรียนมาศึกษาเปรียบเทียบผลต่างโดยใช้วิธีทางสถิติแบบ T-test Dependent Samples จากโปรแกรม spss ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 6

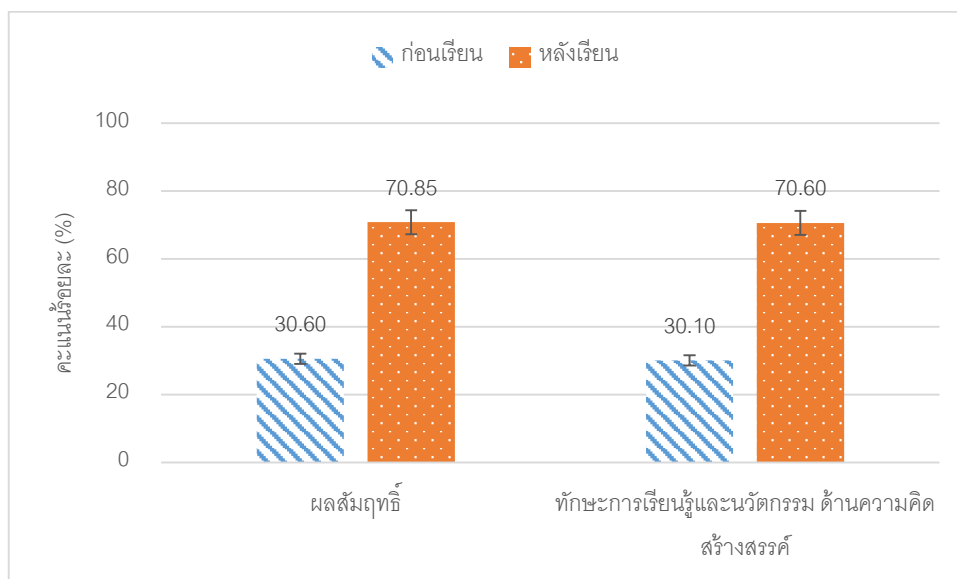
ตาราง 6 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทดสอบ	n	$\bar{x}$	ค่าร้อยละ	S.D.	t	p	df
ก่อนเรียน	42	6.02	30.10	5.60	8.08	0.00	41
หลังเรียน	42	14.12	70.60	3.43			

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 พบว่าคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.02 และ 5.60 ตามลำดับ จากนั้นจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด แล้ววัดคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 14.12 และ 3.43 ตามลำดับ สถิติทดสอบ T-test ได้ค่าเท่ากับ 8.08 ค่าองศาความเป็นอิสระเท่ากับ 41 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

นำข้อมูลจากตาราง 5 และตาราง 6 มาเขียนแผนภูมิแท่ง เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

จากภาพประกอบ 10 พบว่านักเรียนมีคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีขึ้น

ในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เช่น การหาข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี การผลิตสื่อที่ใช้ในการเรียน การใช้เทคโนโลยีในการผลิตสื่อเพื่อนำเสนอผลงาน เป็นต้น ดังแสดงตัวอย่างสื่อ คือ ผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนมและผลิตภัณฑ์สบู่ที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นในภาพประกอบ 11 และวิดีโอในการนำเสนอผลิตภัณฑ์ในภาพประกอบ 12



(ก) ผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนม

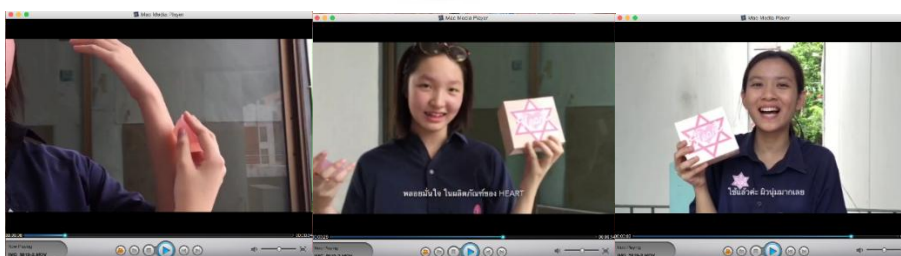


(ข) ผลิตภัณฑ์พลาสติกจากสบู่

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา



(ก) สื่อวิดีโอในนำเสนอผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนม



(ข) สื่อวิดีโอในนำเสนอผลิตภัณฑ์พลาสติกจากสบู่

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างสื่อวิดีโอในนำเสนอผลิตภัณฑ์จากชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังจากใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาศึกษาคะแนนเฉลี่ย ค่าความ เบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ แสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงคะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และระดับทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุด กิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะใน ศตวรรษที่ 21

ทักษะการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 21	n	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ	ระดับ
ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี	42	46.52	14.98	96.92	ดีเยี่ยม

จากตาราง 7 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีคะแนนทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีเฉลี่ย และค่า ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 96.92 และ 14.98 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับดีเยี่ยม (ดูรายละเอียดใน ภาคผนวก ค)

สมมติฐานข้อที่ 5 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม สะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะชีวิตและ อาชีพอยู่ในระดับดีขึ้น

ในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริม ทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะชีวิตและอาชีพ เช่น การ ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น การนำเสนอผลงาน เป็นต้น ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างกิจกรรมของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีน และลิพิด

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะชีวิตและอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังจากใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาศึกษาคะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงคะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และระดับทักษะด้านทักษะชีวิตและอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21

ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	n	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ	ระดับ
ทักษะชีวิตและอาชีพ	42	35.74	15.56	89.35	ดีมาก

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีคะแนนทักษะชีวิตและอาชีพ และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย เท่ากับ 89.35 และ 15.56 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของชุดกิจกรรม สะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพ E1/E2 เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อศึกษาทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E1/E2 เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มี

คะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีขึ้น

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะชีวิตและอาชีพอยู่ในระดับดีขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการค้นคว้าแต่ละขั้นตอนดังนี้

การพัฒนาหาคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้กำหนดเนื้อหา จุดประสงค์ การวัดและประเมินผล ในการจัดกิจกรรมของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. นำผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาพัฒนาเป็นชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยชุดกิจกรรมนี้ผ่านการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบของชุดกิจกรรม จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของชุดกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 แสดงว่าองค์ประกอบของชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมมาก มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

3. นำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 ไม่น้อยกว่า 70/70 ที่กำหนดไว้ โดยนำทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 3 คน ครั้งที่ 2 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 9 คน ครั้งที่ 3 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 23 คน

4. หาคุณภาพชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากคะแนนคำถามท้ายกิจกรรม (E1) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด (E2) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 42 คน โดยใช้สูตร E1/E2 (พิสนุ พงศ์ศรี. 2550: 57) คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรมของชุดกิจกรรมทั้ง 2 กิจกรรม นำมาคิดเป็นคะแนนร้อยละของ E1 ส่วน E2 หาจากคะแนนร้อยละจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

การศึกษาประสิทธิผลของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยนำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 80.72 /71.79 ซึ่งไม่น้อยกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 70/70 ที่กำหนดไว้ ไปให้จัดการเรียนรู้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 42 คน เพื่อศึกษาประสิทธิผลของชุดกิจกรรมทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด และด้านทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วย ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ โดยมีรายละเอียดแต่ละด้าน ดังต่อไปนี้

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ดำเนินการดังนี้

1.1 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด จำนวน 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

1.2 ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.33-1.00 โดยปรับปรุงข้อสอบที่ได้คะแนนไม่ถึง 0.50 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

1.3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์-สิงหเสนี) จำนวน 30 คน (ดูตัวอย่างแบบทดสอบในภาคผนวก ง) จากนั้นนำกระดาษคำตอบที่นักเรียน

ตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนเพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23 ขึ้นไป ใ้จำนวน 20 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

1.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ จากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

1.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ที่ได้ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 42 คน (ดูตัวอย่างแบบทดสอบในภาคผนวก ง)

2. ด้านทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทักษะด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ ดำเนินการดังนี้

2.1 ทักษะด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ดำเนินการดังนี้

2.1.1 การสร้างแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 12 ข้อ เป็นแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนของทอแรนซ์ (Torrance, 1969)

2.1.2 ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.33-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2.1.3 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนเนื้อหาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 30 คน (ดูตัวอย่างแบบทดสอบในภาคผนวก ง) จากนั้นนำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนเพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.73-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.41 ขึ้นไป ใ้จำนวน 2 สถานการณ์ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2.1.4 นำแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ จากสูตร การหาสัมประสิทธิ์แอลฟา

(α - coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) พบว่าแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2.1.5 นำแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 42 คน (ดูตัวอย่างแบบทดสอบในภาคผนวก ง)

2.2 ด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ดำเนินการดังนี้

2.2.1 สร้างแบบประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี พร้อมทั้งเกณฑ์ rubric ในการให้คะแนน

2.2.2 ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และเกณฑ์การให้คะแนน rubric โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2.2.3 นำแบบประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ที่ได้ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 42 คน (ดูตัวอย่างแบบประเมินในภาคผนวก ง)

2.3 ด้านทักษะชีวิตและอาชีพ ดำเนินการดังนี้

2.3.1 สร้างแบบประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะชีวิตและอาชีพ พร้อมทั้งเกณฑ์ rubric ในการให้คะแนน

2.3.2 ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะชีวิตและอาชีพ และเกณฑ์การให้คะแนน rubric โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2.3.3 นำแบบประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะชีวิตและอาชีพ ที่ได้ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 42 คน (ดูตัวอย่างแบบประเมินในภาคผนวก ง)

3. นำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีประสิทธิภาพ ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

3.1 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ใช้คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ T-test Dependent Samples

3.2 ศึกษาทักษะทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ใช้คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test Dependent Samples

3.3 ศึกษาทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ใช้คะแนนจากแบบประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี

3.4 ศึกษาทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ใช้คะแนนจากแบบประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านชีวิตและอาชีพ

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผลได้ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 80.72 /71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 70/70 ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีอยู่ในระดับดีเยี่ยม

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในทักษะด้านชีวิตและอาชีพอยู่ในระดับดีมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการศึกษาสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. การอภิปรายผลด้านการพัฒนาและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 80.72 /71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 70/70 ที่กำหนดไว้ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ถูกพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ มีการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น หลักสูตร หนังสือ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการวิเคราะห์เนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และออกแบบแผนการสอน โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และรูปแบบของชุดกิจกรรม โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ดำเนินการสร้างตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีการบูรณาการ 4 สาขาวิชา ประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรม โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันเป็นสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้ นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับความหมาย แนวคิด และลักษณะของสะเต็มศึกษาของหน่วยงานทางการศึกษา ผู้รู้ และนักการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557: 4-6) แคลิฟอร์เนีย พับบลิก เอดูเคชัน (California public education. 2014: 7-8) ดักเกอร์ (Dugger. 2010: 1-3) และกอนซาเลซ (Gonzalez. 2012) และสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษาของ มาร์ล (Marle.

2014: 345-350) ที่จำลองสถานการณ์ให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติเพื่อสืบหาผู้ต้องสงสัยในโรงงาน ช็อคโกแลต โดยใช้ความรู้ในวิชาเคมีบูรณาการร่วมกับสาขาวิชาอื่น ซึ่งการพัฒนาชุดกิจกรรมตาม ขั้นตอนดังกล่าว ทำให้ชุดกิจกรรมมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับงานวิจัยของน้ำฝน คูเจริญไพศาล (2556: 1-19) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อใช้ กำหนดเนื้อหา จุดประสงค์ และนำผลการศึกษามาพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีว โมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ที่มีประสิทธิภาพ 87.14/71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

ประการที่สอง ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและ ลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ผ่านการตรวจสอบจาก ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน เพื่อ ศึกษาข้อบกพร่องของชุดกิจกรรม และปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้น นำชุดกิจกรรมดังกล่าวไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็กกับนักเรียน 9 คน และนักเรียนกลุ่มใหญ่ จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของจินตวิทย์ โยสีดา (2554) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ไบโอดีเซล ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และนำชุด กิจกรรมที่พัฒนาให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินคุณภาพและความสอดคล้องของชุดกิจกรรม ซึ่งผลการ ประเมินอยู่ในระดับดี และพบว่าการนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้กับนักเรียนนำร่องจำนวน 9 คน และ 30 คน นักเรียนสามารถเรียนรู้ชุดกิจกรรมได้เป็นอย่างดี และชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพ 87.14/71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น เป็นเหตุผลที่สอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้ คือ ชุด กิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 87.14/71.79 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 70/70 ที่กำหนดไว้ และมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียน การสอนได้

2. การอภิปรายผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด หลังจากใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีน และลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมีเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและ

ลิติต มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก ชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิติต เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการจัดทำที่เหมาะสม โดยมีผู้เชี่ยวชาญตรวจทาน และผู้วิจัยได้แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ชุดกิจกรรมมีเนื้อหาที่ครอบคลุมตามขอบเขตเนื้อหาที่กำหนด และมีการจัดเรียงเนื้อหาที่เหมาะสม นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมดังกล่าวได้ศึกษาเนื้อหาเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิติต ผ่านหลากหลายกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัครเดช จานงธรรม (2549) ศิริลักษณ์ วิทยา (2555) และ จินตวีร์ โยสีดา (2554) ที่พัฒนาชุดกิจกรรม และพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ อีกทั้งชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิติต เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งมีรูปแบบการเรียนการสอนที่บูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมถึงการสร้างผลงานใหม่ที่ส่งเสริมการประกอบอาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริลักษณ์ ชวาลุ่มบัว (2558) ที่ได้พัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยมีการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับอ้อย เพื่อศึกษาเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อ้อย บูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด การชั่ง ขยายอ้อย เป็นต้น รวมถึงกระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำตาลอ้อยโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบผลงาน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ประการที่สอง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิติต ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น เป็นกิจกรรมที่ออกแบบให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยสร้างสถานการณ์สมมติให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงบทบาทสมมติเป็นพนักงานในโรงงานพลาสติก และโรงงานสบู่ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมีหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไป เพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้นที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มเรียนรู้เนื้อหา เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิติต และค้นคว้าหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งนักเรียนมีโอกาสปรึกษา ออกแบบ และปฏิบัติงานจริง ร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ในเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิติต และเกิดทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งนภา กลิ่นกลาง (2015: 101-112) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือที่เน้นทักษะ

ปฏิบัติ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็วและเกิดการกระตุ้นนักเรียนให้มีการพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือร่วมกับทักษะปฏิบัติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากข้อมูลทีกล่าวมาข้างต้น เป็นเหตุผลที่สอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การอภิปรายผลการศึกษาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์หลังจากใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เป็นการจัดการกิจกรรมที่บูรณาการ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ร่วมกับการออกแบบทางวิศวกรรม โดยแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมมีการใช้เทคโนโลยีในการค้นคว้าหาข้อมูลและออกแบบผลงาน โดยนักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ออกแบบการทดลอง ผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ การทดสอบผลิตภัณฑ์ และการนำเสนอผลิตภัณฑ์ ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจกาญจน์ ไสละม้าย (2558: 104-110) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัย โดยผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา โดยใช้แบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ พบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา มีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

ประการที่สอง ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นชุดกิจกรรมที่จัดการ

เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งใช้สถานการณ์ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันเป็นจุดเริ่มต้นของ กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานของตนเอง ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา จากการสังเกตพบว่า นักเรียนมีความสนใจในเนื้อหาเรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด มีความตื่นตัวและอยากรู้อยากเห็นอยู่ตลอดเวลา เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษานี้ นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ คำนวณราคาต้นทุนและกำไร เพื่อตั้งราคาขาย พัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กนกวรรณ เหลืองทอง (2549) และมัธยา แสนสม (2552) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น เป็นเหตุผลที่สอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้ คือ ความสามารถด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การอภิปรายผลการศึกษาทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี หลังจากใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี อยู่ในระดับดีขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก ทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เป็นทักษะที่เกี่ยวกับการเข้าถึงและประเมินข้อมูล การใช้และการจัดการสารสนเทศ การรู้ทันสื่อ การวิเคราะห์สื่อ การสร้างชิ้นงานที่เป็นสื่อ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เครือข่ายทางสังคมในการสื่อสารและจัดการกับข้อมูลอย่างสร้างสรรค์ โดยในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับ

มัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ออกแบบกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมมีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การหาข้อมูล เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีน และลิพิดจากอินเทอร์เน็ต เพื่อตอบคำถามในชุดกิจกรรม การออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนม และผลิตภัณฑ์สบู่เพื่อใช้เป็นสื่อ การออกแบบตราสัญลักษณ์ ผลิตภัณฑ์ หรือบรรจุภัณฑ์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการออกแบบการนำเสนอผลิตภัณฑ์โดยใช้วิดีโอ ทำให้นักเรียนเกิดทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ระหว่างการทำกิจกรรม สอดคล้องกับ สมชาย พัฒนาชวนชม (2014: 25-28) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสะเต็มสามารถนำมาใช้ทำโครงการได้โดยใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ และการสื่อสาร (ICT) ตั้งแต่สืบเสาะ ค้นคว้า เชื่อมโยงความรู้ ออกแบบโครงการ ลงมือปฏิบัติ จนถึงการนำเสนอโครงการ ตลอดจนพัฒนาทักษะต่างๆระหว่างการทำโครงการ ที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตประจำวันและการแข่งขันในการทำงานอาชีพแห่งยุคศตวรรษที่ 21 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทิรัตน์ พิระพันธุ์ (2013: 365-373) ที่ได้ศึกษาการบูรณาการเทคโนโลยี สารสนเทศ และการสื่อสาร (ICT) ในชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย 4 วิธี คือ การส่งผ่านข้อมูล เพื่อการนำเสนอ การเข้าถึงข้อมูล การออกแบบและการเผยแพร่ และความสัมพันธ์และผลสะท้อนของครูกับนักเรียน พบว่า การบูรณาการเทคโนโลยี สารสนเทศ และการสื่อสาร (ICT) ในชั้นเรียนสามารถพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประการที่สอง เทคโนโลยี สารสนเทศ และการสื่อสาร (ICT) มีอิทธิพลต่อการใช้ชีวิตในปัจจุบันเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 บุคลากรรุ่นใหม่ควรมีทักษะที่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยี สารสนเทศ และการสื่อสาร เพื่อพัฒนาตนเอง ผู้อื่น และประเทศชาติ โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น มีสถานการณ์ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกิจกรรม โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีการสอดแทรกการใช้เทคโนโลยี ระหว่างทำกิจกรรม เช่น การหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเพื่อตอบคำถามในชุดกิจกรรม การออกแบบตราสัญลักษณ์ ผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ จากคอมพิวเตอร์ และการนำเสนอผลงานผ่านวิดีโอ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมนี้ ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของเทคโนโลยี และส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีอย่างเต็มประสิทธิภาพและถูกต้อง อีกทั้งยังทำให้นักเรียนเกิดทักษะ สารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ระหว่างการทำกิจกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ คลาโร (Claro. 2012: 1042-1053) ที่ศึกษาทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี สารสนเทศ และการสื่อสาร ในนักเรียนอายุ 15 ปี กล่าวว่าทักษะ ICT เป็นความสามารถในการจัดการข้อมูล การสื่อสาร และความรู้ ในสิ่งแวดล้อมยุคดิจิทัล และงานวิจัยยังพบว่า นักเรียนรู้สึกมั่นใจในการใช้ ICT เพื่อค้นหา

ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต หรือทำการบ้านจากคอมพิวเตอร์ และนักเรียนร้อยละ 72.7 สามารถหาข้อมูลได้

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น เป็นเหตุผลที่สอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้ คือ ทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 อยู่ในระดับดีขึ้น

5. การอภิปรายผลการศึกษาทักษะชีวิตและอาชีพ หลังจากใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะชีวิตและอาชีพอยู่ในระดับดีขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก ทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านทักษะชีวิตและอาชีพ เป็นทักษะที่ผู้เรียนต้องมีสิ่งอื่นนอกเหนือจากความรู้ เนื้อหา และทักษะการคิด เพื่อการดำรงชีวิตและการทำงาน เช่น ความสามารถในการปรับตัว การมีความคิดริเริ่มและนำตนเองได้ในการจัดการเรื่องเป้าหมายและการวางแผนการทำงาน ทำงานได้อย่างอิสระ และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเป็นผู้มีผลงานและเป็นที่น่าเชื่อถือ และการเป็นผู้นำและมีความรับผิดชอบซึ่งสามารถชี้แนะและนำคนอื่นได้ โดยในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ออกแบบกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ความรับผิดชอบ และความเป็นผู้นำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ รณภักดิ์ กตนต์ขจร (2557) ที่ศึกษาผลการพัฒนาทักษะชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางจาก (โกมลประเสริฐอุทิศ) โดยใช้แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ พบว่า ทักษะชีวิต ด้านการสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นอยู่ในระดับดี

ประการที่สอง ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นกิจกรรมที่เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติเป็นพนักงานในโรงงานผลิตสบู่ และพลาสติก เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงาน โดยผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา การยกสถานการณ์ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการทำกิจกรรม นักเรียนได้ฝึกฝนการทำงาน

ร่วมกับผู้อื่น การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น รวมทั้งทำให้นักเรียนเกิดทักษะการสื่อสาร สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิภาวรรณ จิตตภาค (2548) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น หลังจากนักเรียนสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์แล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ผู้อื่นสนใจสินค้า และซื้อสินค้าของกลุ่มตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสาร ในการนำเสนอผลิตภัณฑ์ นักเรียนมีโอกาสดูฝึกฝนการนำเสนอ ปรีกษา และปรับปรุงการนำเสนอให้ดีขึ้นร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ไตรู ชูวา (Tohru Suwa 2012: 160-165) ที่ศึกษาการพัฒนาเทคนิคเพื่อการนำเสนอผลงานในภาษาต่างประเทศ โดยให้นักเรียนเข้าร่วมการฝึกฝนการนำเสนอผลงานก่อนนำเสนอจริง โดยผ่านกระบวนการฝึกฝน ปรีกษา และปรับปรุง พบว่า นักเรียนที่ผ่านการฝึกฝนมีคะแนนในการนำเสนอผลงานสูงขึ้น 7.7% นักเรียนที่ผ่านการฝึกฝนรู้สึกว่าการฝึกฝนมีประโยชน์เป็นอย่างมาก รู้สึกสนุกกับการฝึกฝน และทำให้นักเรียนมั่นใจในการนำเสนอผลงานมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าและดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูสามารถนำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยบูรณาการกับสาระการเรียนรู้อื่นๆ ได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้เพราะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเชื่อมโยงการจัดการเรียนรู้กับปัญหาในชีวิตประจำวัน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำรูปแบบการวิจัยนี้ไปใช้ในการวิจัยโดยใช้หัวข้อหลักอื่น วิชาอื่น หรือระดับชั้นอื่น ตามความเหมาะสม

2.2 ควรทำการศึกษาวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาต่อทักษะด้านอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น



บรรณานุกรม

- กษัตริย์ วิมล. (2550). *ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาคำตอบการประเมินตามสภาพจริง เรื่องการแยกสารและสารละลายกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กนกวรรณ เหลืองทอง. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *แนวทางการนำมาตรฐานหลักสูตรสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้และการวัดประเมินตามสภาพจริง*. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กัลยา คงถอด. (2550). *ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะประกอบกระบวนการประเมินตามสภาพจริงเรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิตติ กิตติศัพท์. (2547: 13). การประเมินตามสภาพจริง. *วารสารโรงเรียนนายเรือ*. 4(4): 9-18.
- กุลวรรณ ผาพิมุล. (2556). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจแก้ไขสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS)*. *วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม* 3(1): 13-20.
- ขุนทอง คล้ายทอง. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น*. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คณิต จันทโร. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้รูปแบบชิปปาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขต อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร*. การประชุมวิชาการระดับชาติและการนำเสนอผลงานวิจัย มสธ. 767-779.

- จรงค์ษ์ ปัญญารัตนกุลชัย. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
- จารึก สกุลเจริญโชค. (2550). ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์สร้างความรู้ประกอบการประเมินตามสภาพจริงที่มีต่อศักยภาพทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญานพันธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จินตวีร์ โยสีกา. (2554). การพัฒนาชุดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ไบโอดีเซล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชนิดดา ภูหงส์ทอง. (2557). การเปรียบเทียบพฤติกรรมการเป็นครูในศตวรรษที่ 21 เจตคติต่อวิชาชีพครูและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนิสิตนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 โดยการใช้การฝึกอบรมเรื่องการเป็นครูในศตวรรษที่ 21 กับการสอนแบบบรรยาย. *Veridian E-Journal*. 1(6):154.
- ชลลศี จันทาสี. (2543). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานพันธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2521). เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- . (2537). เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาหน่วยที่ 1-5. การทดสอบหาประสิทธิภาพชุดการสอน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2548). การประเมินตามสภาพจริง. (เอกสารประกอบคำสอน). คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- ณัฐนิชา เต็มสินวาณิช. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ดลยา แต่งสมบุญ. (2550). การศึกษาผลการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้กิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดลยา แต่งสมบุญ. (2550). การศึกษาผลการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้กิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดาวัลย์ ฌิมภู. (2550). ชีวเคมี. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศวรรณ ภูผาแร่. (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย. ปรินญาณินพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). อุบลราชธานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ถ่ายเอกสาร.
- ทิภาวรรณ จิตตะภาค. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธิตยา คำควร. (2557). ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความแตกต่างระหว่างเพศที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53. 31-38.
- นภาพร วงค์เจริญ. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา. สารนิพนธ์ กศ.ม. (สาขาการมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นัทธีรัตน์ พีระพันธุ์. (2552). การพัฒนารูปแบบการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ วิทยาเขตปัตตานี. 25(3): 19-34.
- นัทธีรัตน์ พีระพันธุ์. (2557). การพัฒนารูปแบบการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ วิทยาเขตปัตตานี. 25(3): 20-29.

- นันทนัช จิระศึกษา. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคมของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นาคยา ช่วยชูเชิด. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์) 6(12): 87-94.
- น้ำฝน คุณเจริญไพศาล. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุล. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 5(10): 1-19.
- นิติมา รุจิเรชาสุวรรณ. (2554). ประสิทธิภาพของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิพัทธา ชัยกิจ. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2545). นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: เอสที พรินติ้ง.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- เบญจกาญจน์ ไส้ละม้าย. (2015). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัย โดยผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อาชีพในท้องถิ่น จังหวัดสงขลา. *Academic Services Journal Prince of Songkla University*. 26 (2): 104-110.
- ปริญญาภรณ์ อุไรรัมย์. (2555). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง พืชพันธุ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5E สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วารสารศรีนครินทรวิโรฒ 2(4): 10-19.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- . (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พาสนา จุลรัตน์. (2549). *การศึกษาและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตระดับปริญญาตรี*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2558). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิไลพร แสนชมพู. (2546). *การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มัสยา แสนสม. (2552). *การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รมณัทกร กตตน์วงศ์กร. (2557). *การศึกษามูลการพัฒนาทักษะชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางจาก (โกมลประเสริฐอุทิศ) สำนักงานเขตภาษีเจริญกรุงเทพมหานคร*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รุ่งนภา กลิ่นกลาง. (2558). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือร่วมกับทักษะปฏิบัติและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 9(3): 101-112.
- ล้วน สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุริยาสาน.
- วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง. (2555). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่ การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์โอเพนเวิร์ล.
- วารุณี อินทรบำรุง. (2555). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สารชีวโมเลกุล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น*. วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัย ราชภัฏนครสวรรค์. 6(4): 123-136.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์บริษัท ตาตาพับลิเคชั่น จำกัด.

- ศศิมา อินชนะ. (2551). ผลของการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพจริงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิมา อินชนะ. (2551). ผลของการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพจริงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว. (2558). การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานินพนธ์ กศ.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริลักษณ์ วิทยา. (2555). การพัฒนาชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ส.วาสนา ประวาลพุกษ์. (2539). การวัดผลจากการปฏิบัติจริง. สารพัฒนหลักสูตร. 15(125): 16-50.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมจิต สวธน์ไพบูลย์. (2535). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมชาย พัฒนาชวนชม. (2557). เชื่อมต่อ STEM ด้วยโครงงานและ ICT สู่ทักษะศตวรรษที่ 21. นิตยสารสสวท. 42(186): 25-28.
- สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สายชล รื่นรว. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม. 9(1): 145-153.
- สำนักงานเลขาธิการ สภาการศึกษา. (2557). บทวิเคราะห์การศึกษาไทยในโลกศตวรรษที่ 21. การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 2 ประจำปี 2557.

- สิริลักษณ์ มหิทยามรณ. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*. 7(3): 142-155.
- สุนันท์ สังข์อ่อง. (2555). *หลักสูตรและการสอนสำหรับศตวรรษที่ 21* (เอกสารประกอบการเรียนรายวิชานวัตกรรมหลักสูตร). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- สุรภา ชูสวัสดิ์. (2550). *ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียน ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัศรเดช จำนงธรรม. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารยา ควัฒณ์กุล. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนา 42 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. *วารสารศึกษาศาสตร์*. (26)2: 42-55.
- อารี รังสินันท์. (2526). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อุบล หอมชู. (2557). *การพัฒนาแบบประเมินตามสภาพจริงในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสอนแบบโครงงาน*. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*. 6(11): 223-236.
- Burrows, Andrea C. (2014). Biodiesel and Integrated STEM: Vertical Alignment of High School Biology/Biochemistry and Chemistry. *J. Chem. Educ.* 91: 1379-1389.
- California public education. (2014). *INNOVATE a blue print for Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. 2014: 7-8.
- Celestino, Teresa. (2015). The Chemistry of Cat Litter: Activities for High School Students to Evaluate a Commercial Product's Properties and Claims Using the Tools of Chemistry. *J. Chem. Educ.* 92: 1359-1363.
- Cha, Serene. (2014). Creativity beliefs, creative personality and creativity-fostering practices of gifted education teachers and regular class teachers in Hong Kong. *Thinking Skills and Creativity*. 2014(14): 109-118.

- Christensen, Rhonda. (2014) . Student perceptions of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) content and career. *Computers in Human Behavior*. 2014(34): 173-186.
- Claro, Magdalena. (2012). Assessment of 21st century ICT skills in Chile: Test design and results from high school level students. *Computers & Education*. 59: 1042–1053.
- Collison, Christina G. (2015) . Formalizing the First Day in an Organic Chemistry Laboratory Using a Studio-Based Approach. *J. Chem. Educ.* 92: 1510-1513.
- Danipog, Dennis L. (2011) . Using Art-Based Chemistry Activities to Improve Students' Conceptual Understanding in Chemistry. *J. Chem. Educ.* 88: 1610–1615.
- Dugger, William E. (2010). *Evolution of STEM in the United States*. 2010: 1-3.
- Gonzalez, Heather B. (2012, August). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*.
- Guilford, J.P. (1966). *Intelligence 1965 Model*. American Psychologist 21: 20-26.
- Haladyna, Thomas M. (1994). *Developing and validating multiple-choice test items*. The united states of America.
- Marle, Peter D. (2014). CSI-Chocolate Science Investigation and the Case of the Recipe Rip- Off: Using an Extended Problem-Based Scenario to Enhance High School Students' Science Engagement. *J. Chem. Educ.* 91: 345-350.
- Ochterski, Joseph W. (2014) . Using Computational Chemistry Activities to Promote Learning and Retention in a Secondary School General Chemistry Setting. *J. Chem. Educ.* 91: 817-822.
- Partnership for 21st century learning. (2009). *P21 Framework Definitions*. 2009: 1-9
- Sahin, Mehmet C. (2009). Instructional design principles for 21st century learning skills. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 1:1464–1468.
- Sahin, Melmet. (2009, Janurary). Instructional design principles for 21st century learning skills. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 2009(1): 1464-1468.
- Sewry, Joyce D. (2014). Offering Community Engagement Activities to Increase Chemistry Knowledge and Confidence for Teachers and Students. *J. Chem. Educ.* 91: 1611-1617.

- Tohru Suwa. (2012). Improvement Techniques for Foreign Language Technical Presentation Skills Used in Undergraduate Experiment Course. *IERI Procedia* 1: 160 – 165.
- Torrance, E.P. (1964). *Education the Creative Potential*. Minneapolis: The Lund Press.
- (1973). *Encouraging Creativity in the Classroom*. Iowa: WM.C. Brown Company Publishers.
- Turiman, Punia. (2012). Fostering the 21st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 2012(59): 110-116.
- Wilson, Zakiya. (2014) . Diversifying Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): An Inquiry into Successful Approaches in Chemistry. *J. Chem. Educ.* 2014(91): 1860-1866.
- Wiswell, Matthew. (2014) . Does attending a STEM high school improve student performance? Evidence from New York City. *Economics of Education Review*. 2014(40): 93-105.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

ด้านเนื้อหา

ผศ.ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ	อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร.ศิริขวัญ พลประทีป	อาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ด้านการสอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

อาจารย์ชนิษฐา ญาติทิธิ	ครู คศ.2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
------------------------	--

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
และผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

ตาราง 9 แสดงค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	$\bar{X}$
	1	2	3		
1. ชุดกิจกรรมมีการบูรณาการตามรูปแบบสะเต็มศึกษาครบทุกสาขาวิชา	4	5	5	14	4.67
2. ชุดกิจกรรมเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง	5	4	4	13	4.33
3. สถานการณ์ในชุดกิจกรรมมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับชีวิตจริง	5	4	4	13	4.33
4. ชุดกิจกรรมเหมาะสมต่อการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21	5	5	4	14	4.67
5. หลักการของชุดกิจกรรมมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง	5	4	4	13	4.33
6. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมมีประโยชน์สำหรับผู้เรียน	5	5	3	13	4.33
7. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมเหมาะสมต่อวัยของผู้เรียน	5	4	4	13	4.33
8. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมมีความชัดเจนและเป็นไปได้	5	4	4	13	4.33
9. เนื้อหาของชุดกิจกรรมเหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน	5	5	4	14	4.67
10. เนื้อหาของชุดกิจกรรมครอบคลุมความรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับ	4	5	4	13	4.33
11. เนื้อหาของชุดกิจกรรมมีการจัดเรียงลำดับที่เหมาะสม	4	5	4	13	4.33
12. เนื้อหาของชุดกิจกรรมเหมาะสมกับการนำไปใช้ปฏิบัติจริง	5	4	4	13	4.33
13. รูปแบบของชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้	5	4	4	13	4.33

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	$\bar{x}$
	1	2	3		
14. ชุดกิจกรรมเหมาะสมที่จะนำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์	5	4	4	13	4.33
15. ชุดกิจกรรมมีการจัดลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม	5	5	4	14	4.67
16. ระยะเวลาในการใช้ชุดกิจกรรมมีความเหมาะสม	4	5	2	11	3.67
17. ความถูกต้องของภาษา	5	4	3	12	4.00
18. การใช้สี สัน ขนาดตัวอักษร และภาพเหมาะสม	3	4	2	9	3.00
19. การประเมินผลของชุดกิจกรรมครอบคลุมสิ่งที่ต้องการประเมิน	5	4	4	13	4.33
20. การประเมินผลของชุดกิจกรรมมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง	5	4	4	13	4.33
ความเหมาะสมขององค์ประกอบชุดกิจกรรมเฉลี่ย				4.28	

ตาราง 10 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบชุดกิจกรรม
 สะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21
 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	X	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ชุดกิจกรรมมีการบูรณาการตามรูปแบบสะเต็มศึกษาครบทุกสาขาวิชา	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ชุดกิจกรรมเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง	4.33	0.58	มาก
3. สถานการณ์ในชุดกิจกรรมมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับชีวิตจริง	4.33	0.58	มาก
4. ชุดกิจกรรมเหมาะสมต่อการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21	4.67	0.58	มากที่สุด
5. หลักการของชุดกิจกรรมมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง	4.33	0.58	มาก
6. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมมีประโยชน์สำหรับผู้เรียน	4.33	1.15	มาก
7. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมเหมาะสมต่อวัยของผู้เรียน	4.33	0.58	มาก
8. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมมีความชัดเจนและเป็นไปได้	4.33	0.58	มาก
9. เนื้อหาของชุดกิจกรรมเหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
10. เนื้อหาของชุดกิจกรรมครอบคลุมความรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับ	4.33	0.58	มาก
11. เนื้อหาของชุดกิจกรรมมีการจัดเรียงลำดับที่เหมาะสม	4.33	0.58	มาก
12. เนื้อหาของชุดกิจกรรมเหมาะสมกับการนำไปใช้ปฏิบัติจริง	4.33	0.58	มาก

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	X	S.D.	ระดับความเหมาะสม
13. รูปแบบของชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
14. ชุดกิจกรรมเหมาะสมที่จะนำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์	4.33	0.58	มาก
15. ชุดกิจกรรมมีการจัดลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
16. ระยะเวลาในการใช้ชุดกิจกรรมมีความเหมาะสม	3.67	1.53	มาก
17. ความถูกต้องของภาษา	4.00	1.00	มาก
18. การใช้สี สัน ขนาดตัวอักษร และภาพเหมาะสม	3.00	1.00	ปานกลาง
19. การประเมินผลของชุดกิจกรรมครอบคลุมสิ่งที่ต้องการประเมิน	4.33	0.58	มาก
20. การประเมินผลของชุดกิจกรรมมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง	4.33	0.58	มาก
ระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบชุดกิจกรรม			มาก

ตาราง 11 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีว-
โมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
1. ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม						
1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.5 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. ด้านเนื้อหา						
2.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.2 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2.3 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2.5 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับขั้นของผู้เรียน	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
3. ด้านการใช้ภาษา						
3.1 ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.2 ความถูกต้องของการใช้ภาษา	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
3.3 การใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
4. ด้านกิจกรรมส่งเสริมศึกษา						
4.1 กิจกรรมส่งเสริมศึกษาสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.2 กิจกรรมส่งเสริมศึกษาสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.3 กิจกรรมส่งเสริมศึกษาสอดคล้องกับการประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.4 กิจกรรมส่งเสริมศึกษาสอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.5 การจัดลำดับกิจกรรมส่งเสริมศึกษาที่มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. ด้านการประเมินผล						
5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5.2 การประเมินผลมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 12 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
4	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
5	+1	-1	+1	1	0.33	ปรับปรุง
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
8	+1	+1	-1	1	0.33	ปรับปรุง
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
14	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
22	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	0	+1	0	+1	0.33	ปรับปรุง
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
	1	2	3			
26	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
27	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
28	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
29	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
30	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
32	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
33	1	1	-1	1	0.33	ใช้ได้
34	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
35	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
36	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
37	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
38	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
39	1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
40	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 13 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
ด้านความคิดสร้างสรรค์

สถานการณ์	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การพิจารณา
		1	2	3			
1	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4	0	0	+1	1	0.33	ปรับปรุง
3	1	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	4	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินและเกณฑ์การให้คะแนน ทักษะ
สารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และด้านทักษะชีวิตและอาชีพ

ทักษะใน ศตวรรษที่ 21	รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
		1	2	3		
ด้าน	1. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิต					
สารสนเทศ	1.1 หน้าที่ใช้สอย	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
สื่อ และ	1.2 ความสะดวกสบายในการ	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
เทคโนโลยี	ใช้					
	1.3 ความสวยงาม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	1.4 ราคา	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
	2. การออกแบบบรรจุภัณฑ์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	3. การสืบค้นข้อมูลภายในชุด กิจกรรม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ชีวิตและ	1. การนำเสนอผลงาน					
อาชีพ	1.1 รูปแบบการนำเสนอผลงาน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	1.2 การสื่อสาร	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	1.3 การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
	2. การทำกิจกรรมกลุ่ม โดยใช้ ชุดกิจกรรม					
	2.1 การเป็นผู้นำ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	2.2 ความรับผิดชอบ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 15 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_u) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
1	0.50	0.33	ใช้ได้	✓
2	0.73	0.44	ใช้ได้	✓
3	0.73	0.36	ใช้ได้	
4	0.50	0.92	ใช้ได้	✓
5	0.13	0.60	ปรับปรุง	
6	0.57	0.42	ใช้ได้	✓
7	0.87	0.24	ปรับปรุง	
8	0.50	0.42	ใช้ได้	✓
9	0.77	-0.03	ปรับปรุง	
10	0.47	0.86	ใช้ได้	✓
11	0.20	-0.05	ปรับปรุง	
12	0.10	0.01	ปรับปรุง	
13	0.53	0.48	ใช้ได้	✓
14	0.37	0.62	ใช้ได้	✓
15	0.47	0.27	ใช้ได้	
16	0.47	0.90	ใช้ได้	✓
17	0.73	0.29	ใช้ได้	
18	0.90	0.00	ปรับปรุง	
19	0.73	0.23	ใช้ได้	✓
20	0.17	0.29	ปรับปรุง	
21	0.63	0.64	ใช้ได้	✓
22	1.00	0.00	ปรับปรุง	
23	0.53	0.78	ใช้ได้	
24	0.57	0.78	ใช้ได้	✓
25	0.50	0.77	ใช้ได้	✓
26	0.50	0.79	ใช้ได้	✓

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่เลือก
27	0.33	0.01	ปรับปรุง	
28	0.27	0.61	ใช้ได้	✓
29	0.33	0.13	ปรับปรุง	
30	0.50	0.40	ใช้ได้	✓
31	0.20	0.22	ใช้ได้	
32	0.20	0.06	ปรับปรุง	
33	0.93	-0.03	ปรับปรุง	
34	0.07	0.38	ปรับปรุง	
35	0.93	0.11	ปรับปรุง	
36	0.53	0.87	ใช้ได้	✓
37	0.63	0.40	ใช้ได้	✓
38	0.60	0.89	ใช้ได้	✓
39	0.87	0.22	ปรับปรุง	
40	0.47	0.86	ใช้ได้	✓

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27-0.73 และค่าอำนาจจำแนกค่าตั้งแต่ 0.23 ขึ้นไป ซึ่งการคัดเลือกข้อสอบนั้นนอกจากจะใช้ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกเป็นเกณฑ์แล้วผู้วิจัยยังคำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย โดยข้อสอบที่เลือกไว้มี 20 ข้อ และนำไปหาความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.93

ตาราง 16 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์

สถานการณ์ที่	ข้อที่	p	r	การพิจารณา	สถานการณ์ที่เลือก
1	1	0.78	0.67	ใช้ได้	-
	2	0.76	0.70	ใช้ได้	
	3	0.75	0.53	ใช้ได้	
	4	0.76	0.50	ใช้ได้	
2	1	0.76	0.70	ใช้ได้	✓
	2	0.78	0.43	ใช้ได้	
	3	0.73	0.59	ใช้ได้	
	4	0.76	0.41	ใช้ได้	
3	1	0.80	0.67	ใช้ได้	✓
	2	0.77	0.69	ใช้ได้	
	3	0.75	0.47	ใช้ได้	
	4	0.75	0.39	ใช้ได้	

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.73-0.80 และค่าอำนาจจำแนกค่าตั้งแต่ 0.41 ขึ้นไป ซึ่งการคัดเลือกข้อสอบนั้นนอกจากจะใช้ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกเป็นเกณฑ์แล้วผู้วิจัยยังคำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย โดยข้อสอบที่เลือกไว้มี 2 สถานการณ์ และนำไปหาความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.72

ตาราง 17 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมส่งเสริมศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและ
ลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบท้ายกิจกรรม		คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20 คะแนน)
	โปรตีน	ลิพิด	
	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	
1	9	8	17
2	10	3	15
3	10	6	13
4	8	9	16
5	9	10	13
6	10	8	11
7	7	5	16
8	10	9	17
9	7	8	14
10	9	9	18
11	9	5	15
12	10	8	13
13	6	3	9
14	10	9	12
15	9	8	17
16	10	9	15
17	9	7	12
18	9	8	12
19	8	10	12
20	10	9	17
21	10	9	14
22	9	6	14
23	6	8	12

ตาราง 17 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบท้ายกิจกรรม		คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20 คะแนน)
	โปรตีน	ลิพิด	
	(10 คะแนน)	(10 คะแนน)	
24	10	8	16
25	9	9	17
26	10	8	15
27	9	6	13
28	10	8	16
29	7	8	11
30	7	5	11
31	10	5	15
32	8	7	14
33	6	8	12
34	8	7	17
35	6	8	16
36	10	8	15
37	10	7	16
38	9	7	15
39	8	8	13
40	8	6	15
41	9	8	15
42	8	7	17
รวม	366	312	603
$\bar{X}$	8.71	7.43	14.36
S.D.	1.26	1.93	2.14
ร้อยละ	87.14	74.29	71.79
$E_1 = 80.72$			$E_2 = 71.79$
$E_1/E_2 = 80.72/71.79$			

ภาคผนวก ค

ผลคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการประเมิน
และผลคะแนนสอบของนักเรียนที่ได้จากการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 18 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด: โปรตีน และลิพิด ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)	D	D ²
1	3	17	14	196
2	4	15	11	121
3	4	13	9	81
4	8	16	8	64
5	5	13	8	64
6	6	11	5	25
7	4	16	12	144
8	7	17	10	100
9	9	14	5	25
10	5	18	13	169
11	6	15	9	81
12	4	13	9	81
13	5	9	4	16
14	3	12	9	81
15	11	17	6	36
16	5	15	10	100
17	6	12	6	36
18	4	12	8	64
19	5	12	7	49
20	1	17	16	256
21	5	14	9	81
22	5	14	9	81
23	8	12	4	16
24	11	16	5	25

ตาราง 18 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)	D	D ²
25	11	17	6	36
26	11	15	4	16
27	2	13	11	121
28	10	16	6	36
29	4	11	7	49
30	10	11	1	1
31	2	15	13	169
32	6	14	8	64
33	7	12	5	25
34	6	17	11	121
35	9	16	7	49
36	4	15	11	121
37	10	16	6	36
38	4	15	11	121
39	6	13	7	49
40	9	15	6	36
41	9	15	6	36
42	3	17	14	196
รวม	257	603	346	3274
$\bar{X}$	6.12	14.36	8.24	77.95
S.D.	2.78	2.14	3.21	57.57
ร้อยละ	30.60	71.79	-	-

ตาราง 19 แสดงผลการวิเคราะห์ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	การแปลผล
1	7	ไม่ผ่านเกณฑ์
2	3	ไม่ผ่านเกณฑ์
3	2	ไม่ผ่านเกณฑ์
4	3	ไม่ผ่านเกณฑ์
5	2	ไม่ผ่านเกณฑ์
6	14	ผ่านเกณฑ์
7	4	ไม่ผ่านเกณฑ์
8	0	ไม่ผ่านเกณฑ์
9	11	ผ่านเกณฑ์
10	8	ไม่ผ่านเกณฑ์
11	10	ผ่านเกณฑ์
12	13	ผ่านเกณฑ์
13	4	ไม่ผ่านเกณฑ์
14	0	ไม่ผ่านเกณฑ์
15	4	ไม่ผ่านเกณฑ์
16	0	ไม่ผ่านเกณฑ์
17	0	ไม่ผ่านเกณฑ์
18	12	ผ่านเกณฑ์
19	16	ผ่านเกณฑ์
20	17	ผ่านเกณฑ์
21	3	ไม่ผ่านเกณฑ์
22	10	ไม่ผ่านเกณฑ์
23	0	ไม่ผ่านเกณฑ์
24	0	ไม่ผ่านเกณฑ์
25	0	ไม่ผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 19 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	การแปลผล
26	2	ไม่ผ่านเกณฑ์
27	14	ผ่านเกณฑ์
28	19	ผ่านเกณฑ์
29	0	ไม่ผ่านเกณฑ์
30	0	ไม่ผ่านเกณฑ์
31	9	ไม่ผ่านเกณฑ์
32	12	ผ่านเกณฑ์
33	0	ไม่ผ่านเกณฑ์
34	10	ผ่านเกณฑ์
35	1	ไม่ผ่านเกณฑ์
36	7	ไม่ผ่านเกณฑ์
37	0	ไม่ผ่านเกณฑ์
38	10	ผ่านเกณฑ์
39	2	ไม่ผ่านเกณฑ์
40	6	ไม่ผ่านเกณฑ์
41	9	ไม่ผ่านเกณฑ์
42	9	ไม่ผ่านเกณฑ์

ตาราง 20 แสดงผลการวิเคราะห์ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เลขที่	คะแนนหลังเรียน	การแปลผล
1	11	ผ่านเกณฑ์
2	7	ไม่ผ่านเกณฑ์
3	11	ผ่านเกณฑ์
4	7	ไม่ผ่านเกณฑ์
5	15	ผ่านเกณฑ์
6	16	ผ่านเกณฑ์
7	11	ผ่านเกณฑ์
8	15	ผ่านเกณฑ์
9	11	ผ่านเกณฑ์
10	14	ผ่านเกณฑ์
11	11	ผ่านเกณฑ์
12	16	ผ่านเกณฑ์
13	15	ผ่านเกณฑ์
14	19	ผ่านเกณฑ์
15	16	ผ่านเกณฑ์
16	11	ผ่านเกณฑ์
17	19	ผ่านเกณฑ์
18	16	ผ่านเกณฑ์
19	16	ผ่านเกณฑ์
20	17	ผ่านเกณฑ์
21	15	ผ่านเกณฑ์
22	12	ผ่านเกณฑ์
23	17	ผ่านเกณฑ์
24	8	ไม่ผ่านเกณฑ์
25	12	ผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 20 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนหลังเรียน	การแปลผล
26	15	ผ่านเกณฑ์
27	16	ผ่านเกณฑ์
28	19	ผ่านเกณฑ์
29	19	ผ่านเกณฑ์
30	20	ผ่านเกณฑ์
31	15	ผ่านเกณฑ์
32	12	ผ่านเกณฑ์
33	12	ผ่านเกณฑ์
34	16	ผ่านเกณฑ์
35	8	ไม่ผ่านเกณฑ์
36	13	ผ่านเกณฑ์
37	16	ผ่านเกณฑ์
38	16	ผ่านเกณฑ์
39	16	ผ่านเกณฑ์
40	19	ผ่านเกณฑ์
41	12	ผ่านเกณฑ์
42	20	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 21 แสดงผลการวิเคราะห์ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
หลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อ
ทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)	D	D ²
1	7	11	4	16
2	3	7	4	16
3	2	11	9	81
4	3	7	4	16
5	2	15	13	169
6	14	16	2	4
7	4	11	7	49
8	0	15	15	225
9	11	11	0	0
10	8	14	6	36
11	10	11	1	1
12	13	16	3	9
13	4	15	11	121
14	0	19	19	361
15	4	16	12	144
16	0	11	11	121
17	0	19	19	361
18	12	16	4	16
19	16	16	0	0
20	12	17	5	25
21	3	15	12	144
22	10	12	2	4
23	0	17	17	289
24	0	8	8	64

ตาราง 21 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)	D	D ²
25	0	12	12	144
26	2	15	13	169
27	14	16	2	4
28	15	19	4	16
29	0	19	19	361
30	0	20	20	400
31	9	15	6	36
32	11	12	1	1
33	0	12	12	144
34	10	16	6	36
35	1	8	7	49
36	7	13	6	36
37	0	16	16	256
38	10	16	6	36
39	2	16	14	196
40	6	19	13	169
41	9	12	3	9
42	9	20	11	121
รวม	243	602	359	4455
$\bar{x}$	5.79	14.33	8.55	106.07
S.D.	5.18	3.50	5.82	116.15

ตาราง 22 แสดงผลการวิเคราะห์ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ของนักเรียน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เลขที่	คะแนนการประเมิน	ร้อยละ	ระดับทักษะ
1	46	95.83	ดีเยี่ยม
2	45	93.75	ดีเยี่ยม
3	45	93.75	ดีเยี่ยม
4	45	93.75	ดีเยี่ยม
5	45	93.75	ดีเยี่ยม
6	45	93.75	ดีเยี่ยม
7	45	93.75	ดีเยี่ยม
8	45	93.75	ดีเยี่ยม
9	46	95.83	ดีเยี่ยม
10	46	95.83	ดีเยี่ยม
11	45	93.75	ดีเยี่ยม
12	45	93.75	ดีเยี่ยม
13	45	93.75	ดีเยี่ยม
14	47	97.92	ดีเยี่ยม
15	47	97.92	ดีเยี่ยม
16	47	97.92	ดีเยี่ยม
17	48	100.00	ดีเยี่ยม
18	48	100.00	ดีเยี่ยม
19	48	100.00	ดีเยี่ยม
20	48	100.00	ดีเยี่ยม
21	48	100.00	ดีเยี่ยม
22	46	95.83	ดีเยี่ยม
23	48	100.00	ดีเยี่ยม
24	47	97.92	ดีเยี่ยม
25	46	95.83	ดีเยี่ยม

ตารางที่ 22 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนการประเมิน	ร้อยละ	การแปลผล
26	47	97.92	ดีเยี่ยม
27	48	100.00	ดีเยี่ยม
28	47	97.92	ดีเยี่ยม
29	48	100.00	ดีเยี่ยม
30	46	95.83	ดีเยี่ยม
31	46	95.83	ดีเยี่ยม
32	46	95.83	ดีเยี่ยม
33	46	95.83	ดีเยี่ยม
34	48	100.00	ดีเยี่ยม
35	46	95.83	ดีเยี่ยม
36	48	100.00	ดีเยี่ยม
37	46	95.83	ดีเยี่ยม
38	46	95.83	ดีเยี่ยม
39	48	100.00	ดีเยี่ยม
40	48	100.00	ดีเยี่ยม
41	48	100.00	ดีเยี่ยม
42	46	95.83	ดีเยี่ยม

ตาราง 23 แสดงผลการวิเคราะห์ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะชีวิตและอาชีพ ของนักเรียน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

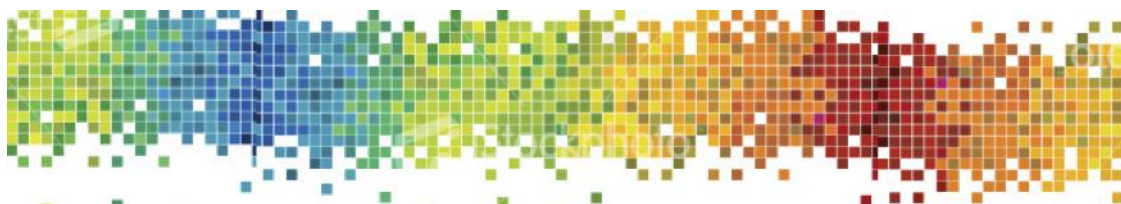
เลขที่	คะแนนการประเมิน	ร้อยละ	ระดับทักษะ
1	35	95.83	ดีเยี่ยม
2	29	93.75	ดีเยี่ยม
3	29	93.75	ดีเยี่ยม
4	29	93.75	ดีเยี่ยม
5	37	93.75	ดีเยี่ยม
6	37	93.75	ดีเยี่ยม
7	37	93.75	ดีเยี่ยม
8	37	93.75	ดีเยี่ยม
9	35	95.83	ดีเยี่ยม
10	35	95.83	ดีเยี่ยม
11	29	93.75	ดีเยี่ยม
12	37	93.75	ดีเยี่ยม
13	29	93.75	ดีเยี่ยม
14	38	97.92	ดีเยี่ยม
15	38	97.92	ดีเยี่ยม
16	38	97.92	ดีเยี่ยม
17	36	100.00	ดีเยี่ยม
18	40	100.00	ดีเยี่ยม
19	40	100.00	ดีเยี่ยม
20	40	100.00	ดีเยี่ยม
21	36	100.00	ดีเยี่ยม
22	35	95.83	ดีเยี่ยม
23	40	100.00	ดีเยี่ยม
24	38	97.92	ดีเยี่ยม
25	35	95.83	ดีเยี่ยม

ตารางที่ 23 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนการประเมิน	ร้อยละ	การแปลผล
26	38	95.00	ดีเยี่ยม
27	36	90.00	ดีเยี่ยม
28	38	95.00	ดีเยี่ยม
29	40	100.00	ดีเยี่ยม
30	35	87.50	ดีมาก
31	37	92.50	ดีเยี่ยม
32	37	92.50	ดีเยี่ยม
33	35	87.50	ดีมาก
34	34	85.00	ดีมาก
35	35	87.50	ดีมาก
36	34	85.00	ดีมาก
37	35	87.50	ดีมาก
38	37	92.50	ดีเยี่ยม
39	34	85.00	ดีมาก
40	34	85.00	ดีมาก
41	36	90.00	ดีเยี่ยม
42	37	92.50	ดีเยี่ยม

ภาคผนวก ง

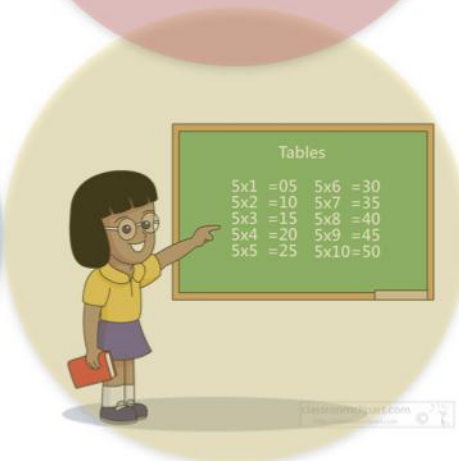
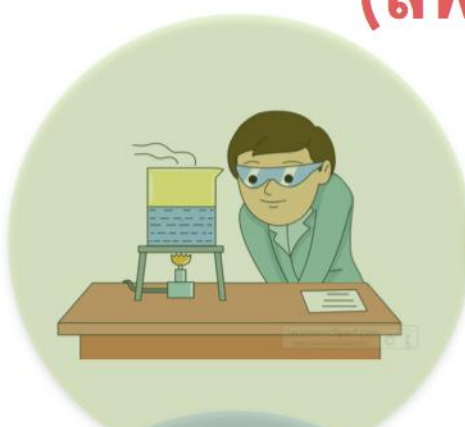
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี

เรื่อง สารชีวโมเลกุล

(ลิพิด)



จัดทำโดย

นางสาวเพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ
นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาเคมี
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คำชี้แจง

การใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล (ลิพิด) มีข้อควรปฏิบัติและทำความเข้าใจดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการใช้การจัดกิจกรรมในรูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล (ลิพิด) ใช้เวลา 7 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล (ลิพิด) นักเรียนควรศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตเนื้อหา เวลาที่ใช้ และขั้นตอนการทำกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและดำเนินกิจกรรม

4. ขณะที่นักเรียนศึกษาและดำเนินกิจกรรมหากมีปัญหาก็ไม่เข้าใจสามารถซักถามครูผู้สอนได้

คุณจะได้เรียนรู้อะไร

- ความหมาย และประเภทของลิพิด
- โครงสร้าง สมบัติ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน
- กระบวนการผลิตสบู่
- กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์
- การคำนวณราคาของกระบวนการผลิตสบู่

คำศัพท์ที่ควรรู้

- ฟอสโฟลิพิด
(Phospholipid)
- สเตอรอยด์ (Steroid)
- สaponification
(Saponification)

ทำไมลิพิดถึงมีความสำคัญ

เมื่อกล่าวถึงลิพิด เรามักนึกถึงไขมันและน้ำมัน ซึ่งเป็นสารชีวโมเลกุลที่มีประโยชน์และใช้อย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวัน ทั้งในบ้านเรือน และในอุตสาหกรรม ยกตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์สบู่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากไขมันและน้ำมัน ดังนั้นเราจึงต้องศึกษา สมบัติ โครงสร้าง และปฏิกิริยาของไขมันและน้ำมัน เพื่อเป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวัน และยังมีลิพิดชนิดอื่นที่ไม่ใช่ไขมันและน้ำมัน เช่น ฟอสโฟลิพิด ไส หรือสเตอรอยด์ ที่เราควรศึกษา ซึ่งล้วนมีความสำคัญในชีวิตประจำวันของเราทั้งสิ้น

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยา ศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายการเกิดไขมันหรือน้ำมันพร้อมทั้งเขียนสมการได้
2. ระบุสมบัติของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้
3. ระบุสถานะของไขมันหรือน้ำมันที่อุณหภูมิห้อง โดยพิจารณาจากสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้
4. อธิบายสมบัติการละลายของไขมันหรือน้ำมันได้
5. อธิบายความหมายและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชันได้
6. อธิบายกลไกการชำระล้างสิ่งสกปรกของสบู่และผงซักฟอกได้
7. อธิบายการเหม็นหืนของไขมันหรือน้ำมันและวิธีป้องกันได้

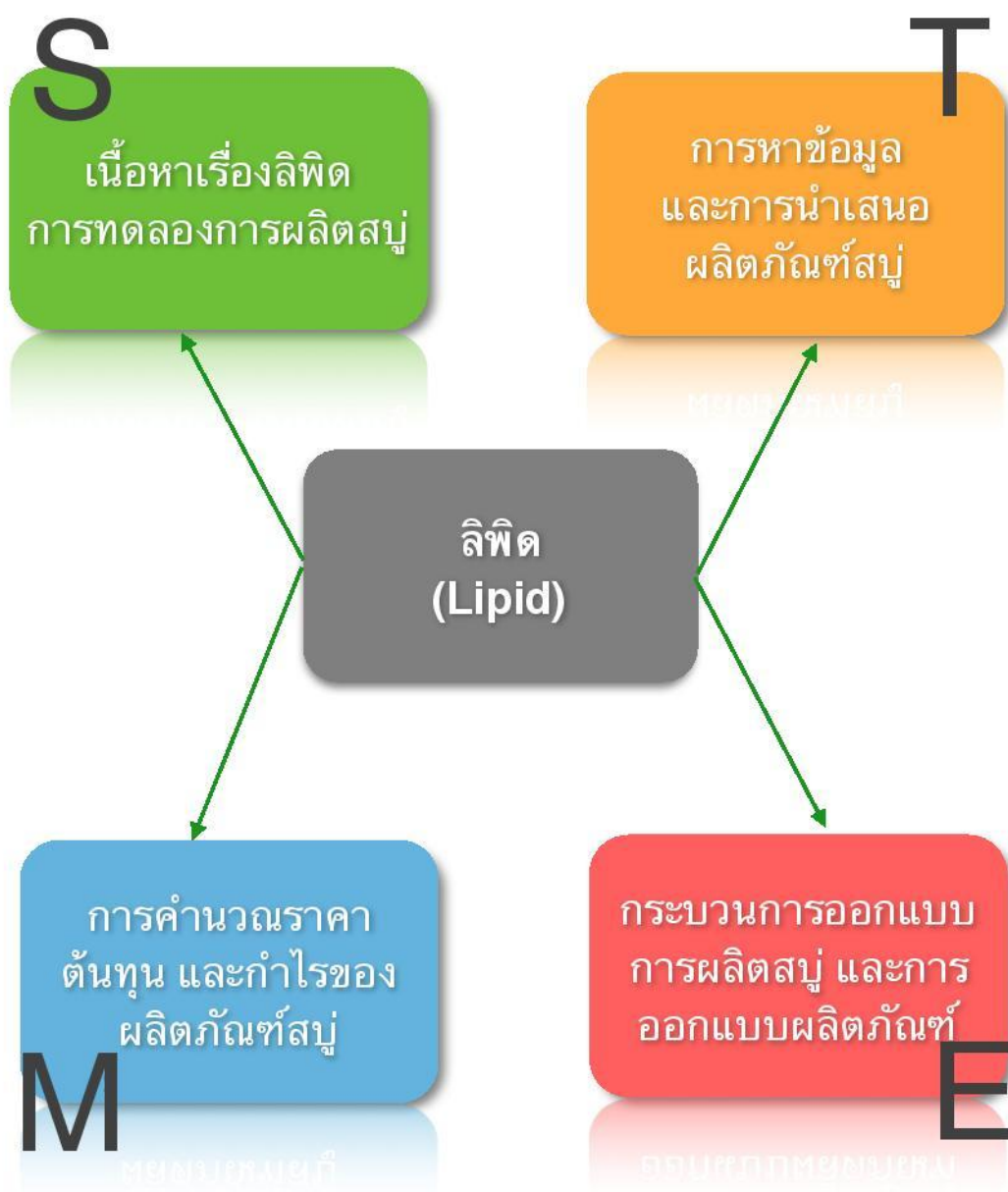
ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ทดลองผลิตพลาสติกจากนมได้
2. ออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติกจากนม และบรรจุภัณฑ์ได้
3. นำเสนอผลงานได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

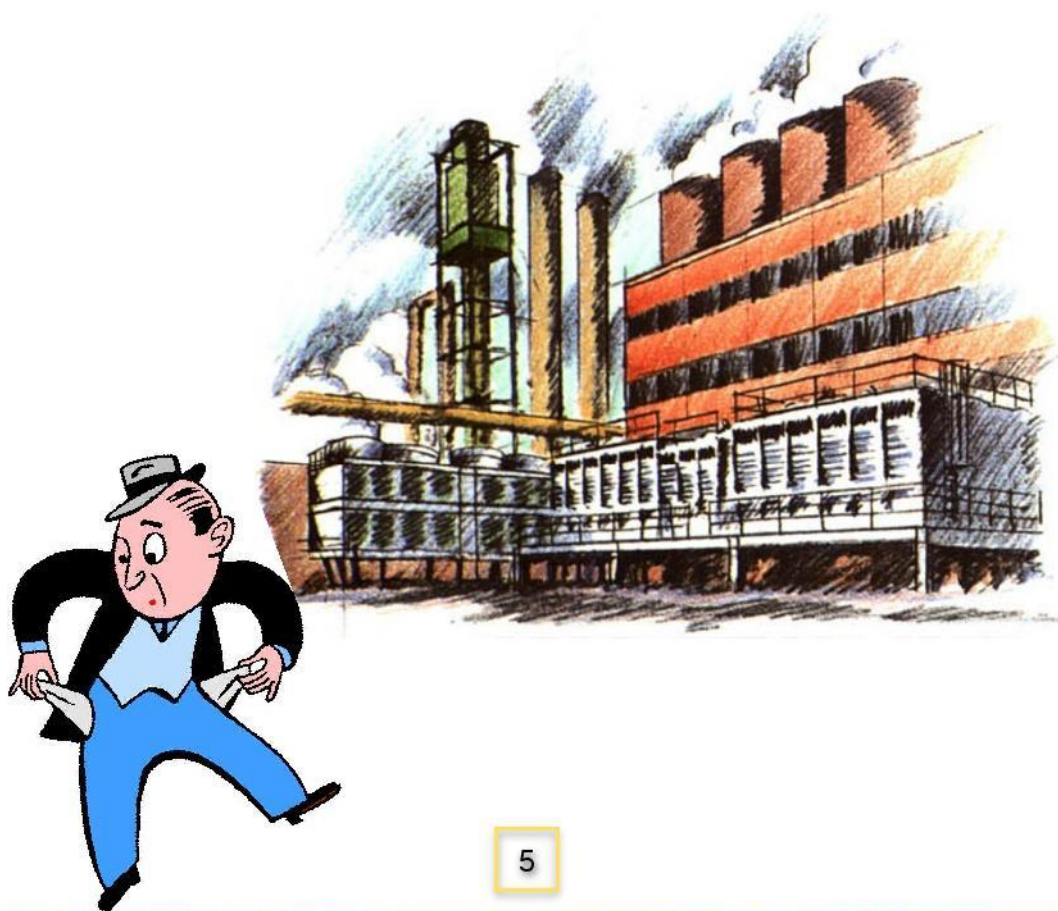
1. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม

เวลาที่ใช้ 5 คาบเรียน



เกาะติดสถานการณ์

โรงงานผลิตสบู่แห่งหนึ่งประสบปัญหาขาดทุนอย่างหนัก ซึ่งมีสาเหตุหลายสาเหตุ คือ ผลิตภัณฑ์สบู่ขาดคุณภาพ การทำงานไม่เป็นระบบ และมีโรงงานผลิตสบู่เกิดขึ้นมากมายทำให้เกิดการแข่งขันสูงส่งผลให้ผู้บริโภคมีทางเลือกมากขึ้น



แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

กลุ่ม ชั้น.....

สมาชิกในกลุ่ม

1. เลขที่.....

2. เลขที่.....

3. เลขที่.....

4. เลขที่.....

5. เลขที่.....

ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี

รายการการประเมิน	ระดับการประเมิน			
	4	3	2	1
1. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิต				
1.1 หน้าที่ใช้สอย				
1.2 ความสะดวกสบายในการใช้				
1.3 ความสวยงาม				
1.4 ราคา				
2. การออกแบบบรรจุภัณฑ์				
3. การสืบค้นข้อมูลภายในชุดกิจกรรม				

แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

กลุ่ม ชั้น.....

สมาชิกในกลุ่ม

1. เลขที่.....

2. เลขที่.....

3. เลขที่.....

4. เลขที่.....

5. เลขที่.....

ทักษะชีวิตและอาชีพ

รายการการประเมิน	ระดับการประเมิน			
	4	3	2	1
1. การนำเสนอผลงาน				
1.1 รูปแบบการนำเสนอผลงาน				
1.2 การสื่อสาร				
1.3 การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ฟัง				
2. การทำกิจกรรมกลุ่ม โดยใช้ชุดกิจกรรม				
2.1 การเป็นผู้นำ				
2.2 ความรับผิดชอบ				

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

1. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
1. ผลิตภัณฑ์สบู่อ ที่ผลิต				
1.1 หน้าที่ใช้สอย	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต สามารถ ใช้ได้จริง โดยมี สภาพเป็นเบส pH อยู่ระหว่าง 8- 10 และเกิดฟอง ขณะใช้งาน	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต สามารถ ใช้ได้จริง โดยมี สภาพเป็นเบส แต่ pH ไม่อยู่ ในช่วงระหว่าง 8- 10 และเกิดฟอง ขณะใช้งาน	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต สามารถ ใช้ได้จริง โดยมี สภาพเป็นเบส แต่ pH ไม่อยู่ ในช่วงระหว่าง 8- 10 และไม่เกิด ฟองขณะใช้งาน	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต ไม่สามารถ ใช้ได้จริง โดยมี สภาพเป็นกรด และไม่เกิดฟอง ขณะใช้งาน
1.2 ความ สะดวกสบายใน การใช้	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต มีความ สะดวกสบายใน การใช้ ขนาด กระชับมือ และไม่ แตกหักขณะใช้ งาน	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต มีความ สะดวกสบายใน การใช้ ขนาด กระชับมือ แต่ แตกหักขณะใช้ งาน	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต ไม่มีความ สะดวกสบายใน การใช้ ขนาดไม่ กระชับมือ แต่ไม่ แตกหักขณะใช้ งาน	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต ไม่มีความ สะดวกสบายใน การใช้ ขนาดไม่ กระชับมือ และ แตกหักขณะใช้ งาน
1.3 ความ สวยงาม	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต มีสีและกลิ่น ตรงตามการ ออกแบบ และ ผลิตภัณฑ์สบู่มี ผิวเรียบเนียน ไม่ เกิดฟองอากาศ	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต มีสีและกลิ่น ตรงตามการ ออกแบบ และ ผลิตภัณฑ์สบู่มี ผิวขรุขระ หรือ เกิดฟองอากาศ	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต ไม่มีสีและ กลิ่นตรงตามการ ออกแบบ และ ผลิตภัณฑ์สบู่มี ผิวเรียบเนียน ไม่ เกิดฟองอากาศ	ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ ผลิต ไม่มีสีและ กลิ่นตรงตามการ ออกแบบ และ ผลิตภัณฑ์สบู่มี ผิวขรุขระ หรือ เกิดฟองอากาศ

รายการ ประเมิน	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
1.4 ราคา	ต้นทุนของ ผลิตภัณฑ์สปูที่ ผลิตมีราคาต่ำ กว่าราคาขาย ทำ ให้เกิดกำไร โดย ราคาขายไม่เกิน 50 บาทต่อก้อน	ต้นทุนของ ผลิตภัณฑ์สปูที่ ผลิตมีราคาต่ำ กว่าราคาขาย ทำ ให้เกิดกำไร โดย ราคาขายเกิน 50 บาทต่อก้อน	ต้นทุนของ ผลิตภัณฑ์สปูที่ ผลิตมีราคา เท่ากับราคาขาย ทำให้คุ้มทุน	ต้นทุนของ ผลิตภัณฑ์สปูที่ ผลิตมีราคาสูง กว่าราคาขาย ทำ ให้ขาดทุน
2. การออกแบบ บรรจุภัณฑ์	มีการใช้ เทคโนโลยีในการ ออกแบบบรรจุ ภัณฑ์ และ สามารถทำได้จริง	มีการใช้ เทคโนโลยีในการ ออกแบบบรรจุ ภัณฑ์ แต่ไม่ สามารถทำได้จริง	ไม่มีการใช้ เทคโนโลยีในการ ออกแบบบรรจุ ภัณฑ์ แต่ สามารถทำได้จริง	ไม่มีการใช้ เทคโนโลยีในการ ออกแบบบรรจุ ภัณฑ์ และ ไม่สามารถทำได้จริง
3. การสืบค้น ข้อมูลภายในชุด กิจกรรม	มีการใช้ เทคโนโลยีในการ สืบค้นข้อมูล โดย ระบุแหล่งที่มา	มีการใช้ เทคโนโลยีในการ สืบค้นข้อมูล แต่ ไม่ระบุแหล่งที่มา	ไม่ใช้เทคโนโลยี ในการสืบค้น ข้อมูล แต่ระบุ แหล่งที่มา	ไม่ใช้เทคโนโลยีใน การสืบค้นข้อมูล และไม่ระบุ แหล่งที่มา

2. ทักษะชีวิตและอาชีพ

รายการ ประเมิน	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
1. การนำเสนอ ผลงาน				
1.1 รูปแบบการ นำเสนอผลงาน	สามารถนำเสนอ ผลงานได้อย่าง น่าสนใจ ไม่ซ้ำ กับกลุ่มอื่น	สามารถนำเสนอ ผลงานได้อย่าง น่าสนใจ แต่ซ้ำ กับกลุ่มอื่น	สามารถนำเสนอ ผลงานได้ แต่อาจ ขาดความ น่าสนใจ	การนำเสนอ ผลงานไม่ สอดคล้องกับ ผลงาน
1.2 การสื่อสาร	สามารถสื่อสาร ได้อย่างชัดเจน	สามารถสื่อสาร ได้ดี	สามารถสื่อสาร ได้ แต่ขาดความ มั่นใจ	ไม่สามารถสื่อสาร ได้
1.3 การมี ปฏิสัมพันธ์กับ ผู้ฟัง	มีปฏิสัมพันธ์กับ ผู้ฟังดีมาก ทำให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วมกับการ นำเสนอตลอด ระยะเวลาการ นำเสนอผลงาน	มีปฏิสัมพันธ์กับ ผู้ฟังดี ทำให้ผู้ฟัง มีส่วนร่วมกับการ นำเสนอบาง ช่วงเวลาของการ นำเสนอผลงาน	มีปฏิสัมพันธ์กับ ผู้ฟัง แต่ไม่ สามารถทำให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วมกับการ นำเสนอผลงาน ได้	ไม่มีปฏิสัมพันธ์ กับผู้ฟัง และไม่สามารถทำให้ ผู้ฟังมีส่วนร่วมกับการ การนำเสนอ ผลงานได้

รายการ ประเมิน	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
2. การทำ กิจกรรมกลุ่ม โดย ใช้ชุดกิจกรรม 2.1 การเป็นผู้นำ	มีความเป็นผู้นำ สูงมาก สามารถ มอบหมายงานให้ เพื่อนในกลุ่มทำ ได้อย่างเต็มที่ และยอมรับฟัง ความคิดเห็นของ สมาชิกในกลุ่มใน ทุกเรื่อง	มีความเป็นผู้นำ สูง สามารถ มอบหมายงานให้ เพื่อนในกลุ่มทำ ได้อย่างเต็มที่ และยอมรับฟัง ความคิดเห็นของ สมาชิกในกลุ่มใน บางเรื่อง	มีความเป็นผู้นำ สามารถ มอบหมายงานให้ เพื่อนในกลุ่มทำ แต่ไม่เต็มที่ และ ยอมรับฟังความ คิดเห็นของ สมาชิกในกลุ่มใน บางเรื่อง	ไม่มีความเป็น ผู้นำ ไม่สามารถ มอบหมายงานให้ เพื่อนในกลุ่มทำ ได้และไม่ยอมรับ ฟังความคิดเห็น ของสมาชิกใน กลุ่ม
2.2 ความ รับผิดชอบ	มีความ รับผิดชอบสูงมาก ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายและ ส่งงานตามเวลา ที่กำหนดอย่าง สม่ำเสมอ	มีความ รับผิดชอบสูง ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายและ ส่งงานตามเวลา ที่กำหนดเป็น ส่วนใหญ่	มีความ รับผิดชอบ ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายและ ส่งงานตามเวลา ที่กำหนดเป็น บางครั้ง	ไม่มีความ รับผิดชอบสูง ไม่ ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายและไม่ ส่งงานตามเวลาที่ กำหนด

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

1. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
1. ผลิตรภัณฑ์ พลาสติกจากนม 1.1 หน้าที่ใช้สอย	ผลิตรภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิตมีหน้าที่ใช้ สอยเป็นไปตาม เป้าหมายที่ นักเรียนกำหนด ไม่เปื่อยขึ้น และ สามารถใช้ได้จริง ในชีวิตประจำวัน	ผลิตรภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิตมีหน้าที่ใช้ สอยเป็นไปตาม เป้าหมายที่ นักเรียนกำหนด แต่เปื่อยขึ้น และ สามารถใช้ได้จริง ในชีวิตประจำวัน	ผลิตรภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิตมีหน้าที่ใช้ สอยไม่เป็นไป ตามเป้าหมายที่ นักเรียนกำหนด ไม่เปื่อยขึ้น แต่ไม่ สามารถใช้ได้จริง ในชีวิตประจำวัน	ผลิตรภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิตมีหน้าที่ใช้ สอยไม่เป็นไป ตามเป้าหมายที่ นักเรียนกำหนด เปื่อยขึ้น และไม่ สามารถใช้ได้จริง ในชีวิตประจำวัน
1.2 ความ สะดวกสบายใน การใช้	ผลิตรภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิต มีความ สะดวกสบายใน การใช้ ขนาด เหมาะสมและไม่ แตกหักขณะใช้ งาน	ผลิตรภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิต มีความ สะดวกสบายใน การใช้ ขนาดไม่ เหมาะสม ใหญ่ หรือเล็กเกินไป แต่ไม่แตกหัก ขณะใช้งาน	ผลิตรภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิต ไม่มีความ สะดวกสบายใน การใช้ ขนาด เหมาะสม แต่ แตกหักขณะใช้ งาน	ผลิตรภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิต ไม่มีความ สะดวกสบายใน การใช้ ขนาดไม่ เหมาะสม และ แตกหักขณะใช้ งาน

รายการ ประเมิน	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
1.3 ความ สวยงาม	ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิต มีสีและ กลิ่นตรงตามการ ออกแบบ และ ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนม มีผิวเรียบเนียน ไม่ขรุขระ	ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิต มีสีและ กลิ่นตรงตามการ ออกแบบ แต่ ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนม มีผิวขรุขระ	ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิต ไม่มีสีและ กลิ่นตรงตามการ ออกแบบ และ ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนม มีผิวเรียบเนียน ไม่ขรุขระ	ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิต ไม่มีสีและ กลิ่นตรงตามการ ออกแบบ และ ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนม มีผิวขรุขระ
1.4 ราคา	ต้นทุนของ ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิตมีราคาต่ำ กว่าราคาขาย ทำ ให้เกิดกำไร โดย ราคาขายไม่เกิน 50 บาท	ต้นทุนของ ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิตมีราคาต่ำ กว่าราคาขาย ทำ ให้เกิดกำไร โดย ราคาขายเกิน 50 บาท	ต้นทุนของ ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนม ที่ผลิตมีราคา เท่ากับราคาขาย ทำให้คุ้มทุน	ต้นทุนของ ผลิตภัณฑ์ พลาสติกจากนมที่ ผลิตมีราคาสูง กว่าราคาขาย ทำ ให้ขาดทุน
2. การออกแบบ บรรจุภัณฑ์	มีการใช้ เทคโนโลยีในการ ออกแบบบรรจุ ภัณฑ์ และ สามารถทำได้จริง	มีการใช้ เทคโนโลยีในการ ออกแบบบรรจุ ภัณฑ์ แต่ไม่ สามารถทำได้จริง	ไม่มีการใช้ เทคโนโลยีในการ ออกแบบบรรจุ ภัณฑ์ แต่ สามารถทำได้จริง	ไม่มีการใช้ เทคโนโลยีในการ ออกแบบบรรจุ ภัณฑ์ และ ไม่สามารถทำได้จริง
3. การสืบค้น ข้อมูลภายในชุด กิจกรรม	มีการใช้ เทคโนโลยีในการ สืบค้นข้อมูล โดย ระบุแหล่งที่มา	มีการใช้ เทคโนโลยีในการ สืบค้นข้อมูล แต่ ไม่ระบุแหล่งที่มา	ไม่ใช้เทคโนโลยี ในการสืบค้น ข้อมูล แต่ระบุ แหล่งที่มา	ไม่ใช้เทคโนโลยีใน การสืบค้นข้อมูล และไม่ระบุ แหล่งที่มา

2. ทักษะชีวิตและอาชีพ

รายการ ประเมิน	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
1. การนำเสนอ ผลงาน				
1.1 รูปแบบการ นำเสนอผลงาน	สามารถนำเสนอ ผลงานได้อย่าง น่าสนใจ ไม่ซ้ำ กับกลุ่มอื่น	สามารถนำเสนอ ผลงานได้อย่าง น่าสนใจ แต่ซ้ำ กับกลุ่มอื่น	สามารถนำเสนอ ผลงานได้ แต่อาจ ขาดความ น่าสนใจ	การนำเสนอ ผลงานไม่ สอดคล้องกับ ผลงาน
1.2 การสื่อสาร	สามารถสื่อสาร ได้อย่างชัดเจน	สามารถสื่อสาร ได้ดี	สามารถสื่อสาร ได้ แต่ขาดความ มั่นใจ	ไม่สามารถสื่อสาร ได้
1.3 การมี ปฏิสัมพันธ์กับ ผู้ฟัง	มีปฏิสัมพันธ์กับ ผู้ฟังดีมาก ทำให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วมกับการ นำเสนอตลอด ระยะเวลาการ นำเสนอผลงาน	มีปฏิสัมพันธ์กับ ผู้ฟังดี ทำให้ผู้ฟัง มีส่วนร่วมกับการ นำเสนอบาง ช่วงเวลาของการ นำเสนอผลงาน	มีปฏิสัมพันธ์กับ ผู้ฟัง แต่ไม่ สามารถทำให้ ผู้ฟังมีส่วน ร่วมกับการ นำเสนอผลงาน ได้	ไม่มีปฏิสัมพันธ์ กับผู้ฟัง และไม่สามารถทำให้ ผู้ฟังมีส่วนร่วมกับการ นำเสนอ ผลงานได้

รายการ ประเมิน	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
2. การทำ กิจกรรมกลุ่ม โดย ใช้ชุดกิจกรรม 2.1 การเป็นผู้นำ	มีความเป็นผู้นำ สูงมาก สามารถ มอบหมายงานให้ เพื่อนในกลุ่มทำ ได้อย่างเต็มที่ และยอมรับฟัง ความคิดเห็นของ สมาชิกในกลุ่มใน ทุกเรื่อง	มีความเป็นผู้นำ สูง สามารถ มอบหมายงานให้ เพื่อนในกลุ่มทำ ได้อย่างเต็มที่ และยอมรับฟัง ความคิดเห็นของ สมาชิกในกลุ่มใน บางเรื่อง	มีความเป็นผู้นำ สามารถ มอบหมายงานให้ เพื่อนในกลุ่มทำ แต่ไม่เต็มที่ และ ยอมรับฟังความ คิดเห็นของ สมาชิกในกลุ่มใน บางเรื่อง	ไม่มีความเป็น ผู้นำ ไม่สามารถ มอบหมายงานให้ เพื่อนในกลุ่มทำ ได้และไม่ยอมรับ ฟังความคิดเห็น ของสมาชิกใน กลุ่ม
2.2 ความ รับผิดชอบ	มีความ รับผิดชอบสูงมาก ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายและ ส่งงานตามเวลา ที่กำหนดอย่าง สม่ำเสมอ	มีความ รับผิดชอบสูง ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายและ ส่งงานตามเวลา ที่กำหนดเป็น ส่วนใหญ่	มีความ รับผิดชอบ ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายและ ส่งงานตามเวลา ที่กำหนดเป็น บางครั้ง	ไม่มีความ รับผิดชอบสูง ไม่ ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายและไม่ ส่งงานตามเวลาที่ กำหนด

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

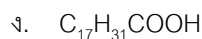
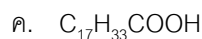
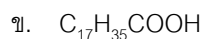
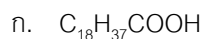
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด
2. แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากข้อ ก ข ค ง โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

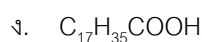
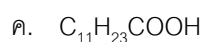
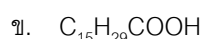
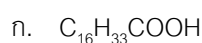
ก	ข	ค	ง
		X	
4. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำ

แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด

1. ข้อใดแสดงสูตรโมเลกุลของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มี C 18 อะตอมมีพันธะคู่ 2 ตำแหน่งได้ถูกต้อง



2. ข้อใดแสดงสูตรโมเลกุลของกรดไขมันที่สามารถพอกจางสีเบรมีนได้ถูกต้อง



3. จากการทดสอบสารต่างๆดังตาราง

สาร	การทดสอบด้วยไบยูเรต	การทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์	การทดสอบด้วยไอโอดีน
A	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	สารละลายสีฟ้า	สารละลายสีน้ำเงินเข้ม
B	สารละลายสีน้ำเงินม่วง	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
C	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	ตะกอนสีแดงอิฐ	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

สารใดคือโปรตีน

ก. B เท่านั้น

ข. B และ C

ค. A, B และ C

ง. ไม่มีข้อถูก

4. จิรายุควรเลือกน้ำมันชนิดใดในการปรุงอาหารเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดหลอดเลือดอุดตัน

	ร้อยละโดยมวลกรดไขมัน		
	โอเลอิก	สเตียริก	พาล์มิติก
ก	10	40	30
ข	80	5	5
ค	50	0	40
ง	40	20	30

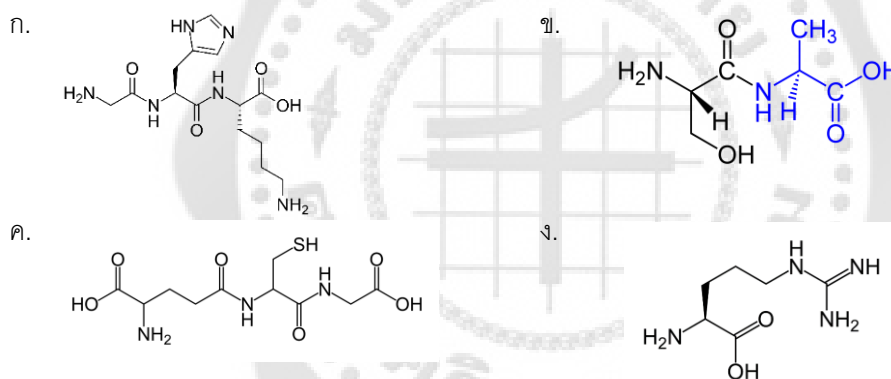
5. โปรตีนในอาหารข้อใดต่อไปนี้อาจถูกแปลงสภาพ

- ก. หอยนางรมสดที่ถูกบีบมะนาวใส่เพื่อเพิ่มรสชาติอาหาร
- ข. ไก่ที่ทอดจนเหลืองกรอบในน้ำมันที่ร้อนจัด
- ค. เนื้อที่แช่ไว้ในตู้เย็นเพื่อทำอาหารวันพรุ่งนี้
- ง. ไข่ขาวดิบที่คนใช้กลืนเพื่อขจัดยาพิษ

6. น้ำมันพืชที่ใช้ทอดอาหารข้อต่อไปนี้อาจใช้แล้วเกิดกลิ่นเหม็นหืนมากที่สุด

- ก. $\text{CH}_3-(\text{C}_{10}\text{H}_{20})-\text{COOH}$
- ข. $\text{CH}_3-(\text{C}_{16}\text{H}_{32})-\text{COOH}$
- ค. $\text{CH}_3-(\text{C}_{18}\text{H}_{34})-\text{COOH}$
- ง. $\text{CH}_3-(\text{C}_{18}\text{H}_{24})-\text{COOH}$

7. สารข้อใดเป็นสารประเภทไดเพปไทด์



8. เซรีน่า ควรเลือกสารละลายใดเพื่อละลายไขมันที่ติดตามผนังห้องครัวให้หลุดออก

- ก. น้ำ
- ข. เฮกเซน
- ค. เอทานอล
- ง. คาร์บอนเตตระคลอไรด์

9. จากตารางต่อไปนี้

กรดไขมัน	สูตรโครงสร้าง	จุดหลอมเหลว
ไลโนเลอิก	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	A
สเตียริก	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	B
โอเลอิก	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	C
ลอริก	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	D

ข้อใดต่อไปนี้เรียงลำดับหลอมเหลวของกรดไขมันจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

- ก. $B < D < C < A$
- ข. $D < B < C < A$
- ค. $C < A < B < D$
- ง. $A < C < D < B$

10. เจเจ ควรเลือกทำกิจกรรมในข้อใด เพื่อเผาผลาญพลังงานที่รับประทานไขมัน 20 กรัม โดยมีตารางกิจกรรมและพลังงานดังนี้

กิจกรรม/1 ชั่วโมง	เผาผลาญพลังงาน (กิโลแคลอรี)
นอนหลับ	75
ดูทีวี	100
ยืน	140
ทำงานบ้าน	150

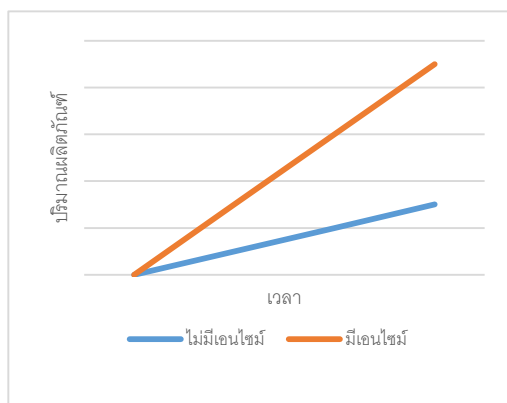
- ก. ยืนครึ่งชั่วโมง และดูทีวีครึ่งชั่วโมง
- ข. ดูทีวี 1 ชั่วโมง และนอนหลับ 1 ชั่วโมง
- ค. ยืน 1 ชั่วโมง และนอนหลับครึ่งชั่วโมง
- ง. ทำงานบ้าน 1 ชั่วโมง และนอนหลับครึ่งชั่วโมง

11. ชายคนหนึ่งรับประทานอาหารประเภทมังสวิรัต การทดสอบชนิดใด **ไม่สามารถ**ทดสอบอาหารที่ชายคนนี้รับประทานได้

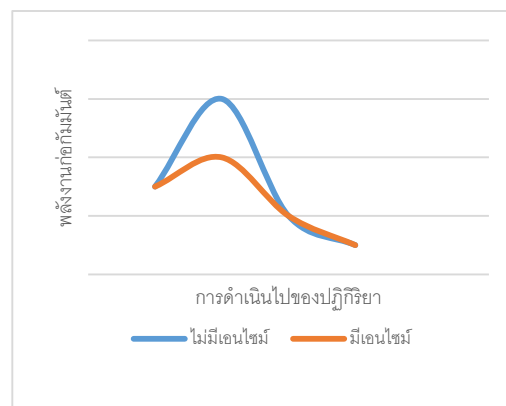
- ก. เบเนดิกต์
- ข. ไอโอดีน
- ค. ไบยูเรต
- ง. การฟอกจางสีสารละลายโบรมีน

12. กราฟในข้อใดแสดงการทำงานของเอนไซม์ได้ถูกต้อง

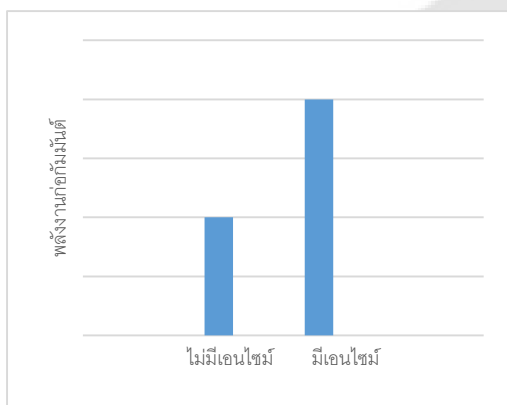
ก.



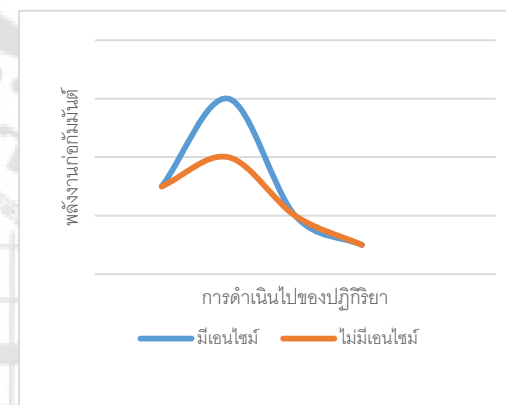
ข.



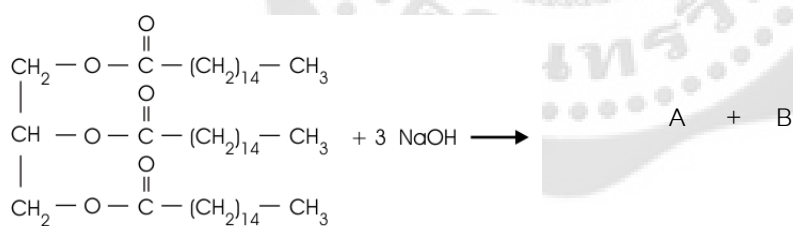
ค.



ง.



13. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้



ปฏิกิริยานี้มีชื่อว่าอย่างไร และผลิตภัณฑ์ A และ B ที่ได้จากปฏิกิริยานี้คืออะไร

- ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน, กลีเซอรอลและโซเดียมคาร์บอกซิเลต
- ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน, กลีเซอรอลและโซเดียมคาร์บอกซิเลต
- ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน, คอเลสเตอรอลและโซเดียมคาร์บอกซิเลต
- ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน, คอเลสเตอรอลและโซเดียมคาร์บอกซิเลต

14. เอนไซม์ A ทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส และที่ pH 4-5 การสร้างสภาพแวดล้อมในข้อใด ใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาน้อยที่สุด เมื่อใช้เอนไซม์ A เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

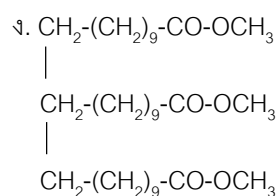
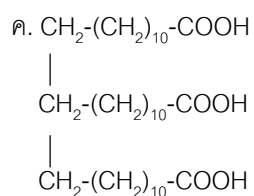
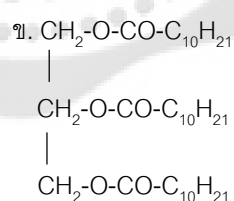
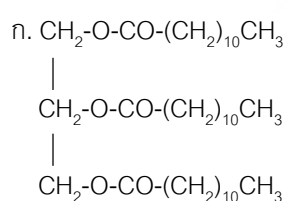
- ก. การสร้างสภาพแวดล้อมให้คล้ายคลึงกับกระเพาะอาหาร
- ข. ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง
- ค. ทำปฏิกิริยาในสภาวะเบส
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

15. เคน ภูมิ รับประทานสเต็กหมู 100 กรัม ซึ่งมีองค์ประกอบของเนื้อหมู 70 กรัม เป็นเวลา 3 วัน เคน ภูมิควรออกกำลังกายดังข้อใด เพื่อเผาผลาญพลังงาน 3 วันนี้ได้พอดี โดยการเผาผลาญพลังงานของแต่ละกิจกรรมแสดงดังตาราง

กิจกรรม/1 ชั่วโมง	เผาผลาญพลังงาน (กิโลแคลอรี)
ตีกอล์ฟ	300
ปั่นจักรยาน	350
ว่ายน้ำ	400
กระโดดเชือก	780

- ก. กระโดดเชือกครึ่งชั่วโมง ปั่นจักรยาน 1 ชั่วโมง และ ตีกอล์ฟครึ่งชั่วโมง
- ข. ปั่นจักรยาน 2 ชั่วโมง และกระโดดเชือกครึ่งชั่วโมง
- ค. ว่ายน้ำ 2 ชั่วโมง
- ง. ตีกอล์ฟ 3 ชั่วโมง

16. หากต้องการสังเคราะห์ไขมันที่เกิดจากกรดไขมันชนิดลอริก ไขมันที่สังเคราะห์ขึ้นมาจะมีโครงสร้างอย่างไร



17. จากข้อความต่อไปนี้ ปฏิกริยาใด **ไม่มี** เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

A ปฏิกริยา (1) มีพลังงานก่อกัมมันต์ 74 กิโลจูล ปฏิกริยา (2) มีพลังงานก่อกัมมันต์ 84 กิโลจูล

B ปฏิกริยา (3) เกิดเร็วกว่า ปฏิกริยา (4) ที่สภาวะเดียวกัน

- ก. ปฏิกริยา (1)
- ข. ปฏิกริยา (4)
- ค. ปฏิกริยา (2) และ (4)
- ง. ปฏิกริยา (1) และ (3)

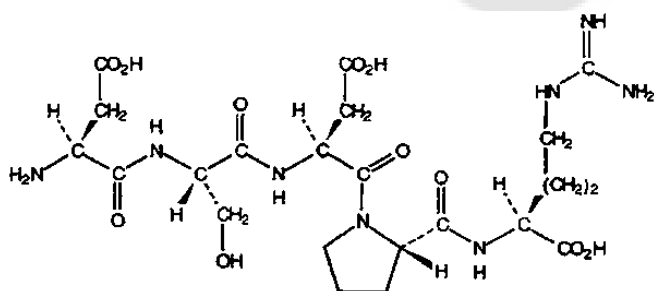
18. จากตารางแสดงการทดสอบสารอาหารแต่ละชนิด ดังนี้ อาหารในข้อใดมีเนื้อัวเป็นองค์ประกอบ และใช้น้ำมันเป็นตัวในการประกอบอาหาร

	อาหาร	การฟอกจางสีโบรมีน	การทดสอบด้วยไบยูเรต
ก	A	ฟอกจางสีโบรมีนได้	ได้สารละลายสีน้ำเงินม่วง
ข	B	ฟอกจางสีโบรมีนไม่ได้	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
ค	C	ฟอกจางสีโบรมีนได้	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
ง	D	ฟอกจางสีโบรมีนไม่ได้	ได้สารละลายสีน้ำเงินม่วง

19. วิธีการในข้อใดคือวิธีการย่อยสลายโปรตีนโดยใช้เอนไซม์

- ก. นำคอลลาเจนใส่ลงในน้ำส้มสายชู
- ข. นำเจลาตินใส่ลงในน้ำสับปะรด
- ค. นำน้ำตาลผสมกับเอทานอล
- ง. นำเส้นผมต้มในน้ำเดือด

20. พอลิเพปไทด์จากภาพต่อไปนี้ มีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบกี่ชนิด และใช้ชื่อเพปไทด์นี้ว่าอย่างไร



- ก. กรดอะมิโน 4 ชนิด เรียกว่า เพนตะเพปไทด์
- ข. กรดอะมิโน 5 ชนิด เรียกว่า เพนตะเพปไทด์
- ค. กรดอะมิโน 4 ชนิด เรียกว่า เตตระเพปไทด์
- ง. กรดอะมิโน 5 ชนิด เรียกว่า เตตระเพปไทด์

แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัยซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ และคำถามสำหรับสถานการณ์ละ 4 ข้อ ให้ผู้เรียนตอบคำถามตามสถานการณ์ โดยผู้เรียนต้องตอบคำถามให้ครบทุกข้อ
2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 2 สถานการณ์ ข้อคำถามทั้งหมด 8 คำถาม รวมคะแนนเต็ม 20 คะแนน ใช้เวลา 30 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำ

สถานการณ์ที่ 1

หากนักเรียนเป็นพนักงานในโรงงานผลิตสบู่ โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการผลิต และการออกแบบผลิตภัณฑ์ของโรงงาน ดังนั้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองการผลิตสบู่ โดยระบุ สารตั้งต้นและสารเคมีที่ใช้ในการผลิต พร้อมให้เหตุผลที่เลือกสารตั้งต้นและสารเคมีนั้นในการผลิต และระบุอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง
2. ให้นักเรียนออกแบบผลิตภัณฑ์สบู่ โดยระบุ รูปร่าง สี กลิ่น และรูปแบบอื่นๆ ของผลิตภัณฑ์สบู่ของนักเรียน
3. ให้นักเรียนระบุประโยชน์ของสบู่ที่นักเรียนผลิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
4. ให้นักเรียนให้เหตุผลที่ลูกค้าควรเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สบู่ของนักเรียนให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

สถานการณ์ที่ 2

หากนักเรียนเป็นพ่อครัว หรือแม่ครัวในร้านอาหารชื่อดัง โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบเมนูอาหารของร้านอาหารแห่งนั้น ดังนั้นให้นักเรียนดูภาพและตอบคำถามต่อไปนี้



1. จากภาพที่กำหนดให้ นักเรียนจะออกแบบเมนูอาหารใด โดยระบุส่วนผสมที่ใช้ในการประกอบอาหารเมนูนี้ พร้อมทั้งระบุชื่อเมนูอาหาร และแสดงราคากำกับ
2. ให้นักเรียนออกแบบภาชนะเพื่อใช้ในการเสิร์ฟอาหาร โดยระบุ สี รูปร่าง และขนาด ของบรรจุภัณฑ์และอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับประทานอาหารจานนี้ เช่น ช้อน ส้อม ตะเกียบ เป็นต้น
3. ให้นักเรียนระบุประโยชน์ของเมนูอาหารที่นักเรียนทำให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
4. ให้นักเรียนระบุข้อดีของเมนูอาหารของนักเรียนที่โดดเด่นกว่าเมนูอาหารอื่นให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวเพชรสิรินทร์ ตุ่นคำ
วันเดือนปีเกิด	1 กุมภาพันธ์ 2535
สถานที่เกิด	จังหวัด เชียงใหม่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	97 หมู่ที่ 3 ตำบล หนองหาร อำเภอ สันทราย จังหวัด เชียงใหม่ 50290
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2547	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนปิ่นสร้อยแยลส์วิทยาลัย จังหวัด เชียงใหม่
พ.ศ. 2550	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนปิ่นสร้อยแยลส์วิทยาลัย จังหวัด เชียงใหม่
พ.ศ. 2553	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา เคมี จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พ.ศ. 2559	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา เคมี จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

