

ประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล  
ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

เมษายน 2555

ประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล  
ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

เมษายน 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล  
ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

เมษายน 2555

นิติมา รุจิเรชาสุวรรณ. (2554). *ประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปริญญาโท  
กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการ  
ควบคุม: อาจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดร.บัณฑิต, ผศ.พ.อ.หญิง ดร.อลิสา เสนามนตรี.

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและศึกษาประสิทธิผลของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา พบว่ามีคุณภาพระดับ ดี และนำไปทดสอบได้ประสิทธิภาพ 83.33/81.50 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่าย 0.24 – 0.82 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น 0.88 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยากง่าย 0.25 – 0.52 ค่าอำนาจจำแนก 0.43 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น 0.81 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล มีค่าดัชนีความสอดคล้องและค่าความเชื่อมั่น 0.67 และ 0.70 ขึ้นไปตามลำดับ เมื่อนำสื่อมัลติมีเดียที่ได้พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม.6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 30 คน ใน 1 ห้องเรียน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เป็นเวลา 14 ชั่วโมง ใน 5 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มตัวอย่างมีเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลอยู่ในระดับ ดี

THE EFFECTIVE OF INQUIRY-BASED COMPUTER MULTIMEDIA ON  
BIOMOLECULE TOPIC DEVELOPED FOR HIGH SCHOOL STUDENTS



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

April 2012

Nitima Rujirekhasuwan. (2012). *The effective of inquiry-based computer multimedia on biomolecule topic developed for high school students*. Master thesis, M.Ed. (Chemistry). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Piyarat dornbundit, Col. Assist. Prof. Dr. Alisa sanamontre.

The purposes of this research were to develop inquiry-based computer multimedia instruction on biomolecule topic for high school students and study the effective of inquiry-based computer multimedia instruction on achievement, science process skills and attitudes towards learning about biomolecules. The computer multimedia instruction evaluated by content and educational technology experts was at a good level. The efficiency was 83.33/81.50. The difficulty index of achievement test items were 0.24 – 0.82, the discrimination power was higher than 0.3 and the reliability was 0.88. The difficulty index of science process skills test items were 0.25 – 0.52. The discrimination power was higher than 0.43 and the reliability was 0.81. The validity and the reliability of the attitude test were higher than 0.67 and 0.70, respectively. The developed computer multimedia on biomolecule topic was used by 30 students of a cluster random sampling a Mathayomsuksa VI mathematic-science classroom of Srinagarindra the Princess Mother school Kanchanaburi in semester 2 of academic year 2011 for 14 hours in 5 weeks. The results revealed that the achivement of biomolecule and science process skills after studying was significantly higher at .05 level and the attitudes towards learning about biomolecules was at the good level.

ปริญญาานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล  
ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

นิติมา รุจิเรขาสุวรรณ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ ..... เดือนเมษายน พ.ศ. 2555

คณะกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต)

(รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์)

..... กรรมการ

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พ.อ.หญิง ดร.อลิสา เสนามนตรี)

(อาจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พ.อ.หญิง ดร.อลิสา เสนามนตรี)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ)



งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)



## ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ดร.ปิยรัตน์ ดร.บัณฑิต ประธานที่ปรึกษาปริญญาโท และ ผศ. พันเอกหญิง ดร. อลิสสา เสนามนตรี คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นทั้งที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำ ปรึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง อาจารย์ ดร.จากรัฐ หนูทอง และอาจารย์ ดร.ถนอมศักดิ์ ศรีจันทร์ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและประเมินเครื่องมือด้านเทคโนโลยีการศึกษา โดยให้คำแนะนำปรับปรุง พัฒนาบทเรียนให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์พนอ อิศวรจนวนนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนา สัมพันธ์ชิต อาจารย์ ดร.น้ำฝน คุณเจริญไพศาล และอาจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ส่งศรีโรจน์ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี โดยให้คำปรึกษา แก้ไขข้อบกพร่องทำให้บทเรียนมีเนื้อหาที่ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์

ขอบพระคุณคณะผู้บริหาร คณะครูและนักเรียนชั้น ม.6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนทุนวิจัย และเป็นแรงผลักดันสำคัญให้ผู้วิจัยมีโอกาสดำเนินงานตนเองอยู่เสมอ

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ซึ่งมีพระคุณสูงสุด และทุกคนในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจที่ดีจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญาโทฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ผู้มีพระคุณ ตลอดจนคุณครู อาจารย์ทุกท่านทั้งอดีตและปัจจุบันที่ให้การดูแลเอาใจใส่อบรมสั่งสอนและให้ความเมตตาแก่ผู้วิจัยเสมอมา

นิติมา รุจิเวชาสุวรรณ

# สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
สมมติฐานการวิจัย.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	9
ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	9
หลักจิตวิทยาในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	11
ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	12
บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	16
ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	19
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อมัลติมีเดีย.....	21
ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย.....	21
โครงสร้างและองค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดีย.....	24
ประโยชน์ของสื่อมัลติมีเดียในการศึกษา.....	27
การผลิตและการใช้สื่อมัลติมีเดียในโรงเรียน.....	30
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อมัลติมีเดีย.....	34
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	36
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	36
วิธีสร้างแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	37
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	40
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	41

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	41
การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	45
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	46
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ.....	47
ความหมายของเจตคติ.....	49
องค์ประกอบของเจตคติ.....	48
การวัดเจตคติ.....	49
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ.....	50
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	52
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	52
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	54
การพัฒนาและหาคุณภาพของสื่อมัลติมีเดีย.....	54
การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	62
การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์.....	63
การสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติ.....	64
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	65
การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง สารชีวโมเลกุล.....	70
ผลการนำสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลไปทดลองใช้ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้.....	72
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	73

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ)	
ด้านเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล.....	73
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	75
สมมติฐานการวิจัย.....	75
วิธีดำเนินการวิจัย.....	75
สรุปผลการวิจัย.....	77
อภิปรายผลการวิจัย.....	78
บรรณานุกรม.....	84
ภาคผนวก.....	94
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	95
ภาคผนวก ข แบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	103
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	161
ภาคผนวก ง ตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือ.....	177
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ.....	189
ภาคผนวก ฉ ภาพตัวอย่างสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล.....	202
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	212

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล.....	53
2 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี.....	57
3 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	58
4 สรุปข้อบกพร่องตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ.....	59
5 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล.....	61
6 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนจำนวน 6 คน.....	71
7 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนจำนวน 30 คน.....	71
8 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง.....	72
9 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง.....	73
10 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล.....	73
11 ผลการประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา.....	178
12 ผลการประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	172
13 ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโปรตีน.....	180

## บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคาร์โบไฮเดรต.....	182
15 ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องลิพิด.....	184
16 ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC)ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	185
17 ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC)ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล.....	186
18 ค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโปรตีน จำนวน 50 ข้อ.....	189
19 ค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคาร์โบไฮเดรต จำนวน 30 ข้อ.....	191
20 ค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องลิพิด จำนวน 20 ข้อ.....	193
21 ค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r)ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 ข้อ.....	194
22 ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียน 6 คน.....	195
23 ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียน 30 คน.....	198
24 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน.....	200
25 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนและหลังเรียน.....	200

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
2 ขั้นตอนการออกแบบและการพัฒนาสื่อประสม.....	34
3 ผลต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	72



# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า รวมทั้งสร้างเสริมขีดความสามารถของประเทศในการแข่งขันระดับนานาชาติ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้มาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของบุคคลมากขึ้นและเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น การส่งเสริมพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาที่มีคุณภาพ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องยกระดับการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา เพื่อให้คนไทยทุกคนมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นรากฐานในการดำเนินชีวิตได้อย่างรู้เท่าทัน และนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดแนวทางการศึกษาที่ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากวิชาดังกล่าวเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นและเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2544: คำนำ) แต่จากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ กล่าวคือ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยพิจารณาจากผลคะแนนของการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน(O-net) วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2553 ทั่วประเทศ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.90 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ) ครุณาวีวิธีการสอนบางอย่างมาใช้น้อยเช่น การสาธิตการทดลอง การสืบค้นความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์. 2544 : บทคัดย่อ) นอกจากนี้บางโรงเรียนยังมีสื่อการเรียนการสอนไม่เพียงพอ หนังสือและเอกสารค้นคว้าด้านวิทยาศาสตร์ไม่ทันสมัย(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน. 2545: 19) โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาเคมีที่ถือเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์การแพทย์ อาหาร หรือภาคอุตสาหกรรม (Cracolice; & Peters. 2004: 5) แต่จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเกิดปัญหามากมายเนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เข้าใจยากเป็นนามธรรม ผู้เรียนจึงไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางจุลภาคพื้นฐานที่เกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมกับสมบัติของธาตุ และสสาร ทำให้ไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาเคมีที่ซับซ้อนขึ้นไปได้ (Canan; & Tekin. 2006: 1712) ประกอบกับสภาพบรรยากาศใน



การเรียนรู้ส่วนใหญ่เป็นบรรยายภาคเชิงลบทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถสังเกต ขบคิด วิเคราะห์ ปัญหาได้ ผู้เรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น หรือซักถามเรื่องที่ไม่เข้าใจ (สถาบันทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2544: 60-61) โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องสารชีวโมเลกุลที่เป็นพื้นฐานทั้งวิชา เคมีและชีววิทยา ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต ผู้เรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นได้

อย่างไรก็ตาม ได้มีความพยายามแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้กระบวนการวิจัยตลอดมา จากงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าสื่อมัลติมีเดียสามารถช่วยเสริมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ (ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 14-17) ทั้งนี้เนื่องจากสื่อมัลติมีเดีย เป็นการนำสื่อหลายๆ ประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการจัดการเรียนรู้ การใช้สื่อมัลติมีเดียมีประโยชน์มากมาย สามารถอธิบายสิ่งที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่ายขึ้น ขยายสิ่งที่เป็ นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม (ณัฐกร สงคราม. 2553: 12) ช่วยดึงดูดความสนใจ การสืบค้นเชื่อมโยงฉบับไว ผู้เรียนสามารถทดสอบความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2543: 267) นอกจากนี้ ปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ยังเอื้อให้นักออกแบบสื่อมัลติมีเดีย สามารถประยุกต์ สื่อประเภทต่างๆ มาใช้ร่วมกันได้บนระบบคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างสื่อเหล่านี้ เช่น เสียง วิดิทัศน์ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวต่างๆ การนำสื่อเหล่านี้มาใช้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ รวมเรียกว่า สื่อมัลติมีเดีย ผู้ใช้โปรแกรมสามารถโต้ตอบกับระบบคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่างๆ เช่น การใช้คีย์บอร์ด พิมพ์คำตอบ หรือการใช้เมาส์เลือกภาพหรือข้อความที่ต้องการ (ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 1) การที่คอมพิวเตอร์สามารถตอบสนองต่อข้อมูลที่ใช้ป้อนเข้าไปได้ทันที ทำให้ผู้ใช้สื่อมัลติมีเดียสำหรับการศึกษา สามารถประเมินผลการเรียน หรือทราบความก้าวหน้า ในการเรียนของตนเองได้ ทำให้ผู้สอนทราบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน เพื่อเตรียมการจัดการเรียนรู้ สำหรับผู้เรียน หรือทราบประสิทธิผลของวิธีการสอนในเรื่องนั้นๆ เพื่อนำมาปรับปรุงการสอนในครั้งต่อไป นอกจากนี้สื่อมัลติมีเดียยังส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคลกล่าวคือทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ เรื่องราวต่างๆ ตามความสนใจ ความสามารถทางสติปัญญา โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ในสื่อมัลติมีเดียที่สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้หรือผู้เล่นได้นั้น ทำให้การเล่นมีความท้าทายและเกิดความ สนุกสนานมากขึ้น (แซมเบอร์. 2007: 1130-1135) องค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้จึงเป็นการส่งเสริมการ เรียนรู้แบบเสริมสมองของผู้เรียน นอกจากนี้ Kristen Nelson (สนธิดา เกษรวงศ์. 2546: 8-11) ได้ให้ หลักการการเรียนรู้แบบเสริมสมองว่าประกอบด้วย การแสวงหาความหมายและความเกี่ยวข้อง อารมณ์ การทำซ้ำและการฝึกซ้อม พื้นความรู้เดิม เวลาที่เพียงพอ การให้ข้อมูลป้อนกลับทันที การ เรียนอย่างกระตือรือร้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สื่อมัลติมีเดียจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จาก

ประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกัน ได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น (จริยา เหนียนเฉลย. 2549: 171) ดังนั้นการใช้สื่อมัลติมีเดียในการเรียนรู้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่กล่าวในข้างต้นได้ และนอกจากความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แล้ว พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการสืบเสาะหาความรู้อีกด้วย

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ผู้เรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และให้ความรู้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำวิธีการสอนรูปแบบนี้มาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากหลักการของวิธีการสอนนี้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุด และสอดคล้องกับการกระทำของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้วิทยาศาสตร์เช่นกัน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนคือ 1) เป็นการเพิ่มพูนศักยภาพทางสติปัญญาของผู้เรียน 2) ก่อให้เกิดแรงจูงใจภายใน 3) ผู้เรียนได้ฝึกความคิดและการกระทำ 4) ทำให้มีความรู้คงทนและเชื่อมโยงการเรียนรู้ได้ 5) ทำให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน 6) ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดและมีความเชื่อมั่นในตนเองเพิ่มมากขึ้น (ภพ เลหาไพบูลย์. 2534: 73; 2542: 123) นอกจากนี้ยังมีผลงานวิจัยจำนวนมาก (เจริญสุข คงชาติ. 2552: บทคัดย่อ; เยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ. 2549: บทคัดย่อ; อรสา เขี่ยมสอาด. 2548: บทคัดย่อ) พบว่าวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และการสอนด้วยวิธีนี้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (Yang; & Li. 2009: 506) ผู้เรียนได้เพิ่มพูนความสามารถด้านสติปัญญา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ควบคู่ไปกับความเข้าใจในเนื้อหาวิชาอย่างลึกซึ้ง (National research council. 2000: 18) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่สนับสนุนให้มีการจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นผู้ปฏิบัติ เป็นคนทันโลก ทันเทคโนโลยี สามารถเรียนรู้ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ และมีทักษะในการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา ด้านทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล

### ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้สื่อมัลติมีเดียที่ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล เพื่อเป็นสื่อหลักในการเรียนการสอนวิชาเคมีและเป็นแนวทางในการส่งเสริมผู้เรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล

### ขอบเขตของการวิจัย

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี จำนวน 131 คน ซึ่งจัดแบ่งเป็น 3 ห้องเรียน

#### กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม(cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน จากนั้นรับสมัครนักเรียนตามความสมัครใจ จำนวนนักเรียน 30 คน

#### ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

##### 1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล

##### 2. ตัวแปรตาม ได้แก่

ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ซึ่งประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

## เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาวิชาเคมี ตรงตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 สำหรับมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 โปรตีน

หน่วยที่ 2 คาร์โบไฮเดรต

หน่วยที่ 3 ลิพิด

โดยการบรรจุเนื้อหาบทเรียนทั้ง 3 หน่วย ลงในแผ่น CD-ROM เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกเมื่อที่มีคอมพิวเตอร์

## ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยใช้เวลา 14 ชั่วโมง 5 สัปดาห์

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้** หมายถึง สื่อ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการนำเสนอ บทเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ในลักษณะข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ และเสียง ที่มีการตอบโต้ระหว่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน ใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 7 ในการผลิตบทเรียน และมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ใช้สื่อประเภทสิ่งพิมพ์และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ประกอบการทดลอง โดยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (engagement) เป็นการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนซึ่งเกิดจากการที่ผู้เรียนได้ชมวีดีโอ เพลง ภาพเคลื่อนไหว หรือสถานการณ์ที่เป็นความรู้ใหม่หรือ ทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (exploration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนเผชิญหน้ากับปัญหาหรือเหตุการณ์ที่ชวนสงสัย แล้วได้รับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือเหตุการณ์นั้น ผู้เรียนจะเป็นผู้ศึกษาข้อมูลหาความหมายและความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์แล้วมาอธิบายหรือมาสรุปเป็นคำตอบหรือคำอธิบายของปัญหาหรือเหตุการณ์ที่ชวนสงสัยนั้น

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration) ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้มาแก้ไขหรือตอบปัญหาในสถานการณ์ใหม่

ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation) ประเมินการเรียนรู้ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร

2. **ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้** เรื่อง

**สารชีวโมเลกุล** หมายถึงผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาผู้เรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

**3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้** หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นในวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน ตามระดับชั้นของ บลูม ดังนี้คือ

1. ด้านความรู้ (knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้วจำได้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ กฎ แนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับสารชีวโมเลกุล

2. ด้านความเข้าใจ (comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสารชีวโมเลกุล

3. ด้านการนำไปใช้ (application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาก่อนแล้วหรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ในเรื่องสารชีวโมเลกุล

4. ด้านการวิเคราะห์ (analysis) หมายถึง ความสามารถในการตีความ แปลความจำแนกประเภทบอกความแตกต่าง หาความสัมพันธ์ ตลอดจนแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจได้ง่าย

งานวิจัยนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ของนักเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 40 ข้อ

**4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 3 ด้าน คือ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายสิ่งซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนดำเนินการทดลอง หรือการคาดคะเนคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกต และความรู้เดิมเป็นพื้นฐาน

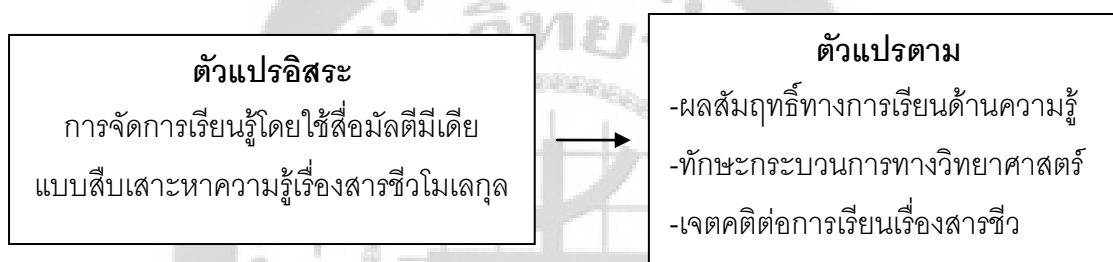
2. ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การทดลองโดยใช้อุปกรณ์อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง

3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และสามารถลงข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้ทั้งหมด

งานวิจัยนี้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 6 ข้อ

5. เจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ เห็นคุณค่าและประโยชน์ของการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล โดยพิจารณาจากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5, 4, 3, 2 และ 1 ซึ่งหมายถึงมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามลำดับ จำนวน 15 ข้อ

### กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### สมมติฐานการวิจัย

1. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80
2. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล อยู่ในระดับดี

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.2 หลักจิตวิทยาในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.3 ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.4 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อมัลติมีเดีย
  - 2.1 ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย
  - 2.2 องค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดีย
  - 2.3 บทบาทของสื่อมัลติมีเดียในการศึกษา
  - 2.4 การผลิตและการใช้สื่อมัลติมีเดียในโรงเรียน
  - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อมัลติมีเดีย
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 3.2 วิธีสร้างแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 4.2 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารที่เกี่ยวกับเจตคติ
  - 5.1 ความหมายของเจตคติ
  - 5.2 องค์ประกอบของเจตคติ
  - 5.3 การวัดเจตคติ
  - 5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ

## 1. เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

### 1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

บาส คอนเท็น และคาริน (Bass; Contant; & Carin. 2009: 88) กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นการสอนที่นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ ในการเรียนรูแบบนี้ผู้เรียนจะสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ นักเรียนจะใช้การตั้งคำถาม สืบหาหลักฐาน ใช้การสังเกตการณ์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำอธิบายและคำตอบที่ต้องการ

คารินและซันด์ (Carin; & Sund. 1980: 74-75) กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นเพียงผู้แนะนำ ผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. วิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง (guided inquiry) เป็นวิธีการที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้

2. วิธีสืบเสาะที่ครูเป็นผู้วางแผนให้ (less quided inquiry) ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลองถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เรียกอีกชื่อว่า วิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง (unstructured laboratory)

3. วิธีสืบเสาะที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (free inquiry) นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนจะมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ อาจเรียกว่า วิธีสืบเสาะแบบอิสระ

คุสแลนและสโตน (Kuslan; & Stone. 1977: 138-139) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่ครูและนักเรียนได้ศึกษาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และด้วยจิตใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรืออาจให้นิยามเชิงปฏิบัติการของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสอนที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การประมาณค่า การทำนายการเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การทดลอง การสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การวิเคราะห์ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นักเรียนและครูมีความเคยชินในการใช้กระบวนการ



การทางวิทยาศาสตร์จนเป็นนิสัย

2. เวลาไม่ใช่สิ่งสำคัญ ไม่ต้องรีบร้อนสอนให้จบตามหัวข้อ ให้ทันตามกำหนด ไม่ต้องเร่งรัดเวลา

3. นักเรียนจะต้องไม่ทราบคำตอบล่วงหน้า ควรเลือกหนังสือเรียนและคู่มือที่ถามคำถามเป็นปัญหา และเสนอแนะแนวทางในการหาคำตอบ แต่ไม่บอกคำตอบ

4. นักเรียนมีความสนใจที่จะหาคำตอบ

5. เนื้อหาในการสืบเสาะหาความรู้ ไม่จำเป็นต้องต่อเนื่อง หรือสัมพันธ์กับเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนแล้วหรือกำลังจะเรียนต่อไป

6. การเรียนการสอนเน้นคำถามคำว่า “ทำไม” หรือ “เราทราบได้อย่างไร”

7. ปัญหาบางอย่างจำเป็นต้องระบุให้ชัดเจน และตั้งปัญหาให้แคบเข้ามาจนพอที่จะให้นักเรียนแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้

8. ให้นักเรียนช่วยกันตั้งข้อสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้

9. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเสนอแนะแนวทางในการเก็บข้อมูลจากการทดลอง การสังเกต การอ่าน และแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้อื่นๆ

10. มีการร่วมมือกันในการประเมินแนวทางในการปฏิบัติการ ระบุข้อสันนิษฐาน ข้อจำกัด และความยากให้ชัดเจนทุกครั้ง

11. นักเรียนทำการสำรวจ เก็บข้อมูลโดยช่วยกันทำเป็นกลุ่มเล็กทำทั้งชั้น และทำเป็นรายบุคคลในการเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

12. นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้ และนำไปสู่การสรุปข้อสมมติฐาน และใช้ความพยายามที่จะให้มีคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ได้

13. ข้อสรุปและคำอธิบายต่างๆเป็นประโยชน์ในการนำไปสู่หัวข้อเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์  
ทิสนา แชมมณี(2550: 141) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสอบ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

พจนา ทวีทรัพย์สมาน (2549: 2) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง หมายถึง การที่ผู้เรียนใช้กระบวนการเรียนรู้สร้างความรู้ของตนเองจากการคิดและปฏิบัติจริงตามลำดับขั้น เพื่อวิเคราะห์ความสำคัญจำเป็นของสิ่งที่จะเรียนรู้ วางแผนกำหนดขอบเขตวิธีการเรียนรู้ ลง

มือเรียนรู้ตามแผน นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ วิเคราะห์อภิปรายสรุปความรู้ ข้อคิดแนวทางการปฏิบัติ จัดทำผลงานรายงาน ผลการเรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ของตนในรูปแบบต่างๆ ตามความถนัด ความสนใจ

สุวิทย์ มูลคำ และ อรรถชัย มูลคำ (2545: 57) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดลอมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนเผชิญหน้ากับปัญหา แล้วพยายามคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ผู้เรียนจะได้จัดกระทำข้อมูล ศึกษา สืบค้น เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือลงข้อสรุปด้วยตนเอง จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจ โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆ เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้

## 1.2 หลักจิตวิทยาในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

พจนาน พทรัพย์สมาน (2549: 5-8) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ ด้วยตนเองเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งยึดหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(constructivism) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (constructionism) และทฤษฎีพหุปัญญา (theory of multiple intelligences) ที่มาของทฤษฎี แนวคิดสำคัญและการนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ทิศนา แคมมณี เสนอแนะดังนี้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism)

วิกทอทสกี(Vygotsky) นักจิตวิทยาชาวรัสเซีย และเพียเจต์(Piaget) เป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (cognitivism) สนใจเรื่องพัฒนาการทางเซาว์ปัญญา กระบวนการรู้คิด หรือกระบวนการทางปัญญา ซึ่งกระบวนการรู้คิดหมายถึงกระบวนการของสมองในการปรับ เปลี่ยน ลด ตัดทอน ขยาย จัดเก็บและใช้ข้อมูลที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส การบอกความหมายของสิ่งที่รับรู้ความหมายของสิ่งเดียวกันสำหรับแต่ละคนย่อมต่างกันตามประสบการณ์ แนวคิดดังกล่าวเป็นรากฐานสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ให้ความสำคัญของกระบวนการและวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นเรื่องเฉพาะตัว การตีความหมายของสิ่งที่เรียนรู้เป็นไปตามประสบการณ์เกิด ความเชื่อความสนใจ ภูมิหลัง ฯลฯ การสร้างความรู้เป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคม

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548 : 15-16) ได้อธิบายทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองว่าเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายใน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม แนวคิดนี้เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) ของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่แล้วสร้างความรู้ใหม่ โดยที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ด้วยการกระทำ ผู้เรียนต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่ ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) จากนั้นแรงจูงใจจะช่วยทำให้ผู้เรียนพยายามค้นหา ค้นคิด จนสามารถนำไปสู่การสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ (cognitive restructure) ที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือขจัดความขัดแย้งทางปัญญาได้ ความรู้ใหม่ที่ได้สามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเผชิญหน้ากับปัญหา และค้นพบความจริงต่างๆด้วยตนเอง

#### ทฤษฎีพหุปัญญา (theory of multiple intelligences)

การ์ดเนอร์ (Gardner) เสนอแนวคิดเรื่องเชาว์ปัญญาในมิติที่แตกต่างจากเดิมคือเชาว์ปัญญาหมายถึงความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่างๆ หรือการสร้างสรรค์ผลงานต่างๆ ทฤษฎีพหุปัญญากล่าวว่าความสามารถของบุคคลมีอย่างน้อย 8 ประการ โดยที่แต่ละบุคคลจะมีความสามารถแต่ละด้านไม่เท่ากัน สอดคล้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายส่งเสริมเชาว์ปัญญารอบด้าน มีการประเมินความสามารถของผู้เรียนด้วยสถานการณ์ที่ต้องใช้ความสามารถหลายๆ ด้านในการแก้ปัญหา

ญาดาพนิต พิณกุล (2539: 285) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีทางจิตวิทยาของเพียเจต์ (Piaget) ดัง พรอณี ชูทัยและยุพา อนันท์สิทธิ์ มีความเห็นสอดคล้องกันว่า การใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นความพยายามของนักจิตวิทยาชาวสวิสและนักการศึกษาที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับทักษะในการเรียนรู้ เป็นความพยายามที่จะสอนให้รู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา การสอนแบบนี้จะก่อให้เกิดการถ่ายโยงความรู้ ซึ่งการถ่ายโยงความรู้หมายถึงการนำสิ่งที่เรียนรู้แล้วในอดีตมาใช้แก้ปัญหาหรือนำมาใช้สัมพันธ์กับสถานการณ์ใหม่ๆ ที่จะช่วยถ่ายโยงความรู้นั้นก็คือ ทฤษฎีการรับรู้ของเพียเจต์

### 1.3 ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

บาส คอนเท็น และคาริน (Bass; Contant; & Carin. 2009: 91-93) เสนอรูปแบบการสอน

แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่

1. กระตุ้นความสนใจ (engage) กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนอาจใช้การตั้งคำถามหรือให้ผู้เรียนเผชิญหน้ากับเหตุการณ์ที่ชวนสงสัย
2. สำรวจ (explore) ผู้เรียนสำรวจ รวบรวมหลักฐานเพื่อตอบสิ่งที่สงสัย
3. อธิบายและลงข้อสรุป (explain) ผู้เรียนใช้หลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่รวบรวมได้พยายามอธิบายสิ่งที่สงสัย
4. ขยายความรู้ (elaborate) มุ่งให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะกระบวนการที่มีเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่
5. ประเมินผล (evaluate) เน้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจและทักษะในการหาความรู้ผ่านกระบวนการวัดผลประเมินผล

ลอร์สัน (Lawson, 1995: 134 – 139) ได้นำเสนอรูปแบบวงจรการเรียนรู้ เพื่อใช้ปรับปรุงหลักสูตรในการจัดการเรียนการสอนในสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum improvement study program : SCIS) มีกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration)
2. ขั้นสร้าง (Invention)
3. ขั้นค้นพบ (Discovery)

วงจรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้นตอนมี 2 ขั้นตอนเท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกันแต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน ในแต่ละขั้นตอนมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง
2. ขั้นแนะนำคำสำคัญ/ขั้นสร้างมโนทัศน์/ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Term introduction/concept formation / concept acquisition) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูงโดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้นๆ เพื่อให้ นักเรียนจัดเรียงเรียงความคิดใหม่ ขั้นนี้ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อค้นหา มโนทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ
3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept application phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบ หรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่อันจะทำให้ นักเรียนขยายความเข้าใจมโนทัศน์นั้นๆ มากยิ่งขึ้น

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของเรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner; & Stafford. 1972: 112-113) มี 3 ขั้นตอน เรียงตามลำดับดังนี้

1. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล (exploration)

วิทยาศาสตร์เริ่มต้นที่การมีข้อมูล เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด ให้ความหมายของการสำรวจข้อมูลว่า เป็นการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เรื่องการมีข้อมูลให้พร้อมเสียก่อน ที่จะตัดสินใจทำอะไรมีความสำคัญมาก เพราะว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นมิได้สร้างขึ้นมาจากความว่างเปล่า ข้อมูลเหล่านั้นจะต้องได้มาจาก การสังเกต ถ้าปราศจากข้อมูลแล้ว ความรู้วิทยาศาสตร์จะไม่มี นักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ อยู่บ้างเสียก่อนจึงจะทำการตั้งสมมติฐานที่ดีได้ ดังนั้นข้อมูลจึงเป็นวัตถุดิบสำหรับสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ทั้งหลายทั้งปวง

2. ขั้นสร้างความรู้จากข้อมูล (invention)

เมื่อสืบเสาะหาความรู้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาพอเพียงแล้ว งานขั้นต่อไปคือ การใช้ความคิดหรือจักษุจิต (the eye of mind) มองหาความหมายจากข้อมูลออกมาเป็นความรู้ใหม่ เรียกว่าเป็นการสร้างความรู้ เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ดกล่าวว่า งานขั้นสำรวจทำให้ได้ข้อมูล และจากข้อมูลจะนำไปใช้ในการสร้างมโนคติใหม่หรือทฤษฎีใหม่ขึ้น คาร์ปลัสและแธร์ (Karplus & Their) ให้ความหมายของการสร้างความรู้ว่า เป็นความคิดใหม่ที่สร้างขึ้นจากการตีความหมายของประสบการณ์นี้หมายความว่า งานขั้นสร้างความรู้ทำให้ได้ผลผลิตของวิทยาศาสตร์

3. ขั้นขยายความรู้จากที่ได้ค้นพบ (discovery)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า

งานขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล เราได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการตีความหมายและหาข้อสรุปได้

งานขั้นสร้างความรู้จากข้อมูล ทำให้ได้ความรู้ใหม่จากการตีความหมายข้อมูลหรือประสบการณ์ที่ได้รับ โดยจะไม่ถือว่าเป็นการค้นพบที่สมบูรณ์ แต่ควรจะทำให้มีความหมายขึ้นโดยการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมต่อไปเกี่ยวกับสิ่งนั้น

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการทดลองของรอมมี (William D. Romey) การสอนโดยให้นักเรียนทำการทดลองนั้นรอมมี ได้แบ่งกิจกรรมการสอนออกเป็น 3 ขั้น ได้แก่

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ในขั้นนี้จะมีการตั้งปัญหา ถามนักเรียนเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง ทำการสาธิตเพื่อสร้างความสนใจ และให้เห็นความสัมพันธ์บางอย่าง

2. ขั้นทำการทดลอง เป็นการให้นักเรียนลงมือทำการทดลองตามแนวที่ได้อภิปรายไว้ในขั้นก่อน บทบาทของครูจะอยู่ในฐานะผู้อำนวยการวิจัยมากกว่าที่จะเป็นผู้ทำการทดลอง ส่วนผู้มีบทบาทสำคัญคือนักเรียน

3. ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง หลังจากนักเรียนได้ทำการทดลองแล้ว ให้นักเรียนเสนอผลการทดลอง สิ่งที่อยู่ในมือครูคือผลการทดลองที่ถูกต้อง ข้อมูลและผลการทดลองมีไว้เพื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนว่าการทดลองของนักเรียนเป็นอย่างไร นอกจากนี้ครูอาจจะให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม

มาร์ค วินชิตติ และเฮเลน บัทเทเมอร์ ( นิพัชชา ชัยกิจ. 2551: 49; อ้างอิงจาก Mark Wind schiti; & Helen Buttemer. 2000) กล่าวถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เบื้องต้น โดยอาศัยความรู้เดิมของผู้เรียนเป็นหลักแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

การตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่สงสัยใคร่รู้หรือการระบุปัญหา

1. การสืบเสาะหาความรู้เพื่อตอบคำถาม
2. การวิเคราะห์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบอย่างสมเหตุสมผล
3. การสรุปที่ได้จากการค้นพบอย่างสมเหตุสมผล

แต่แต่ละขั้นตอนมีความสำคัญ แต่ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดน่าจะเป็นการวิเคราะห์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบเพราะขั้นนี้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้หรือแนวคิดขึ้นใหม่ โดยอ้างอิงถึงหลักฐานข้อมูลที่รวบรวมได้ จากการสังเกตหรือทดลอง และเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิมกับการสรุปที่ได้จากการค้นพบอย่างสมเหตุสมผล

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2546: 219-220) มี 5 ขั้นตอนดังนี้คือ

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น

บรรยายสรุป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ขั้นขยายความรู้ (elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์อื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป

วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ข้อมูลสำเร็จแทนการทดลอง

จากการศึกษาบทความเรื่องการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ข้อมูลสำเร็จแทนการทดลองของ รอมมี ทิชเชอร์และคณะ โจเซฟและคณะ สรุปแนวการสอนวิธีนี้ได้ดังนี้

1. ครูเป็นผู้ตั้งปัญหา ในการตั้งปัญหาครูอาจจะเล่าเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงให้นักเรียนฟัง จากนั้นครูจะตั้งปัญหา ตั้งคำถามและอภิปราย คำถามที่ตั้งอาจจะถามหาสมมติฐานจากเรื่องก็ได้

2. ครูให้ข้อมูลและหลักฐานต่างๆ เมื่อนักเรียนทราบตัวปัญหา สมมติฐานและวิธีทดลองแล้วจากนั้นครูจะให้ข้อมูลและหลักฐานเกี่ยวกับการทดลองหรือการสำรวจทันที การให้ข้อมูลอาจจะกระทำให้ลักษณะต่อไปนี้ คือ พิมพ์ข้อมูลแจก, เขียนข้อมูลลงบนกระดานดำ, ใช้เครื่องฉายข้ามศีรษะหรือเครื่องฉายสไลด์ ฉายข้อมูล กราฟ รูปภาพ หรือใช้ภาพยนตร์

3. นักเรียนเป็นผู้ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เมื่อนักเรียนเห็นข้อมูลและศึกษาข้อมูลแล้ว ครูก็ตั้งคำถามและดำเนินการอภิปราย คำถามที่ตั้งเพื่อวิเคราะห์หาความหมายของข้อมูลนี้จะมีที่สำคัญ 3 อย่างคือ

3.1 การตีความหมายข้อมูล

3.2 การหาแนวความคิดหลัก

3.3 การลงข้อสรุป

#### 1.4 บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (ภาพ เลหาไพบูลย์. 2542: 154; อ้างอิงจาก Renner; & Stafford.

1972. Teaching science in the secondary school.) กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า ครูและนักเรียนต้องมีบทบาทหน้าที่ของตนในการสำรวจ การสร้างแนวคิด การสืบค้นหาความรู้ (exploration invention discovery) กล่าวคือ วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสำรวจสถานการณ์ต่างๆ ขั้นตอนที่ 2 เป็นการสร้างรูปแบบแนวคิด หลักการต่างๆ ขั้นตอนที่ 3 เป็นการสืบค้นหาความรู้ เมื่อได้มโนมติแล้ว ก็ทำการขยายแนวคิดหรือหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ดังนั้นหน้าที่ของครูในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้คือ

### 1. ขั้นการสำรวจ

- 1.1 จัดหาวัสดุอุปกรณ์และจัดทำคำแนะนำในการสำรวจอย่างสั้น
- 1.2 ถามนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อให้คำชี้แจง ครูต้องฟังและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
- 1.3 ให้นักเรียนรายงานผล และครูทำหน้าที่ตรวจสอบรายงาน
- 1.4 ถามคำถามเกี่ยวกับการตีความหมายของข้อมูล
- 1.5 ถามคำถามเกี่ยวกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะทำการทดสอบสมมติฐานอย่างไร

### 2. ขั้นการสร้างรูปแบบแนวคิด

- 2.1 ครูถามหารายงานของการทดสอบสมมติฐาน จัดเขียนมโนมติที่สร้างขึ้นในขั้นการสำรวจ
- 2.2 ส่งเสริมการใช้ความคิด สร้างภาพในใจเพื่อจะสร้างรูปแบบสำหรับใช้อธิบายเป็นหลักการทั่วไป
- 2.3 อภิปรายรูปแบบที่สร้างขึ้นให้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง

### 3. ขั้นการสืบค้นหาความรู้

จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับการขยายมโนมติหรือหลักการออกไป

#### 1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

พจนานุกรมศัพท์ (2549: 35-36) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้เป็นเจ้าของการเรียนรู้ที่แท้จริง ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ตนเองเป็นผู้เผชิญสถานการณ์ผ่านกระบวนการคิด กระบวนการปฏิบัติจนตกผลึกเกิดเป็นความรู้ใหม่ของตนเอง กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีคุณค่าอันเกื้อหนุนต่อผู้เรียนซึ่งเป็นผู้รับผลประโยชน์โดยตรง คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียนมีดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นผู้วิเคราะห์คุณค่าความสำคัญของสิ่งที่จะเรียนรู้ วางแผนกำหนดขอบเขตแนวทางการเรียนรู้ของตนเอง ลงมือเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ตามความสามารถความถนัด ความสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสค้นพบศักยภาพที่แท้จริงของตน รู้จักและเข้าใจตนเองมากยิ่งขึ้น



2. ผู้เรียนได้รับข้อมูลความรู้จากประสบการณ์ตรง แล้วใช้กระบวนการคิด เชื่อมโยงสรุปสิ่งที่เรียนรู้ และทำชิ้นงานนำเสนอความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนได้เป็นรูปธรรมทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง รู้เข้าใจในสิ่งที่เรียนอย่างถ่องแท้ สามารถพูดได้ อธิบายได้ชัดเจน เห็นคุณค่าความสำคัญ มีค่านิยมที่เหมาะสม มีทักษะในการปฏิบัติ ปฏิบัติได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เนื้อหาอื่นๆ และใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

3. ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการด้านต่างๆ ทั้งกระบวนการคิดและกระบวนการปฏิบัติ คิดเป็น ทำได้แก้ปัญหาเป็น เช่น สามารถวางแผน คิดแก้ปัญหา วิเคราะห์วิจารณ์ และสรุป ตัดสินใจได้ อย่างมีเหตุผล มีทักษะกระบวนการปฏิบัติ ทำงานอย่างมีแผน เป็นระบบ มีขั้นตอน

4. ผู้เรียนรู้สึกว่าคุณค่าความสำคัญได้รับการยอมรับมีความสุขและเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจในตนเอง

5. ผู้เรียนได้พัฒนาลักษณะนิสัยที่ดีงาม เกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ เช่น มีความรับผิดชอบ ขยัน อดทน นอกจากนี้การทำงานเป็นกลุ่มยังทำให้ผู้เรียนมีทักษะทางสังคม ทำงานและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

พันธ์ ทองชุมนุม (2544: 57) กล่าวถึง ข้อดี ข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดได้อย่างเต็มที่ รู้จักใช้เหตุผลมาวิเคราะห์บทเรียน
2. นักเรียนสามารถคิดเรื่องอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนในการคิด อันจะส่งผลต่อนักเรียนในการพัฒนาตัวเองเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นๆ

3. การเรียนการสอนให้ความสำคัญกับนักเรียนหรือผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ในการสอนแต่ละครั้งใช้เวลาค่อนข้างจะมาก
2. หากสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้น ไม่เข้าใจผู้เรียน อาจจะทำให้ผู้เรียนให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนการสอนน้อยลง มีผลทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนไม่เข้าใจเท่าที่ควร ดังนั้นผู้สอนต้องเตรียมยกสถานการณ์ที่สามารถทำให้ผู้เรียนอยากมีส่วนร่วมมากที่สุด

3. สำหรับเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อน และค่อนข้างยาก จะทำให้นักเรียนที่สติปัญญาต่ำอาจมีปัญหาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. นักเรียนที่มีวุฒิภาวะที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ อาจไม่มีแรงจูงใจเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ครบตามกระบวนการ ส่งผลให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่วางไว้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 156-157) ได้อธิบายข้อดีและข้อจำกัดในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้ในมิติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากๆ อาจจะพอบทบาทได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

### 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซารีนา พลสา (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เจริญสุข คงชาติ (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนการ์ตูน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด

วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ บทเรียนการ์ตูนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิมลรัตน์ ลิหะสุนนท์ (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ ความฉลาดทางอารมณ์ด้านทักษะทางสังคมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการ เรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะแสวงหา ความรู้เป็นกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความฉลาดทาง อารมณ์ด้านทักษะทางสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

วัฒนา พาผล(2551: บทคัดย่อ)ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของตัวแปรปัจจัย กับความใฝ่รู้ใฝ่เรียน รูปแบบโครงสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความใฝ่รู้ใฝ่เรียน และ ขนาดอิทธิพลระหว่างตัวแปรปัจจัยกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ตัวแปรปัจจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ แรงจูงใจในการเรียน การเห็นคุณค่าในตนเอง ความเชื่ออำนาจภายในตน การกำหนดเป้าหมายใน อนาคต การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การสนับสนุนทางสังคมจากครอบครัว พบว่า องค์ประกอบของตัวแปรปัจจัยทุกตัวมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนได้รับอิทธิพลจากแรงจูงใจในการเรียนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การกำหนดเป้าหมายในอนาคตและความเชื่ออำนาจภายใน ตน โดยมีอิทธิพลเท่ากับ 0.0401 0.390 0.102 และ 0.101 ตามลำดับ

ลาวรรณ โสมแพน (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เรมไชยน์ และคณะ (Remziye: et al. 2011: 48-68) ศึกษาผลของการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถม ศึกษาค้นพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีทักษะกระบวนการและเจตคติต่อวิทยา ศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เรนและชี (Rens; & Schee. 2009: 1437-1441) ศึกษาแนวคิดเรื่องการกระจายตัวของโมเดล กูลของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้

มีแนวคิดเรื่อง การแพร่, การละลาย และการควบแน่นถูกต้องร้อยละ 82, 80 และ 85 ตามลำดับ

หยาง และ ลี (Yang; & Li. 2009: 506-513) ศึกษาความสามารถแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้การทดลองแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นฐานเรื่องการหาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในน้ำ กระดังพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การทดลองแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ นักเรียนสามารถค้นหาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ออกแบบทดสอบ ประเมินผล ขั้นตอนการทดลองและการปฏิบัติการทดลองได้เป็นอย่างดี

เซนเจอร์ (Sanger. 2007: 1035-1039) ได้เปรียบเทียบความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ 5 หัวข้อ ได้แก่ ความหนาแน่น แก๊ส ผลึกสารไอออนิก พื้นที่ผิวและการระเหย และการรวมตัวระหว่างน้ำมันกับน้ำ ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ พบว่า คะแนนความรู้เรื่องความหนาแน่นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับหัวข้ออื่นๆ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีค่ามากกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าหมายถึงวิธีสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนเผชิญหน้ากับปัญหา แล้วพยายามคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ผู้เรียนจะได้จัดกระทำข้อมูลศึกษา สืบค้น เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือลงข้อสรุปด้วยตนเอง จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจ โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ใช้ตามแบบของ สสวท. ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1.ขั้นสร้างความสนใจ 2.ขั้นสำรวจและค้นหา 3.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4.ขั้นขยายความรู้ 5.ขั้นประเมิน

## 2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อมัลติมีเดีย (multimedia)

### 2.1 ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย (multimedia)

ณัฐกร สงคราม (2553: 11-26) ได้ให้ความหมายของ มัลติมีเดีย ว่าหมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ผสมผสานรูปแบบการนำเสนอข้อมูลข่าวสาร เพื่อก่อให้เกิดการรับรู้ที่หลากหลายต่อกลุ่มเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นการมองเห็นข้อความ ภาพ การได้ยินเสียง หรือแม้กระทั่งความสามารถในการโต้ตอบกับสื่อ ทำให้มัลติมีเดียถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการสอนอย่างแพร่หลาย ทั้งประกอบการเรียนการสอนและให้ผู้เรียนนำไปใช้เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ หมายถึง การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ถ่ายทอดหรือนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน ที่บูรณาการหรือผสมผสานสื่อหลากหลายรูปแบบ เข้าไว้ด้วยกัน ได้แก่ ข้อความ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดิทัศน์ หรือรูปแบบอื่นๆ ที่นอกเหนือจากข้อความเพียงอย่างเดียว โดยมีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต่อผู้เรียน

รูปแบบของสื่อมัลติมีเดียที่นิยมใช้เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอนได้แก่

1. มัลติมีเดียแบบนำเสนอเนื้อหา (tutorials) เป็นบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหา ทำหน้าที่เสมือนครูผู้สอนในห้องเรียน ซึ่งอาจเป็นเนื้อหาใหม่หรือเป็นการทบทวนบทเรียนเดิมก็ได้

2. มัลติมีเดียแบบไฮเพอร์มีเดีย (hypermedia) เป็นการนำเสนอเนื้อหาที่ผู้เรียนสร้างกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากการนำเสนอข้อมูลที่ไม่เป็นเส้นตรง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเส้นทางการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง ผ่านจุดการเชื่อมโยง (node) ของข้อมูล ผู้เรียนสามารถเลือกสืบค้นเนื้อหาต่างๆ ได้อย่างอิสระโดยไม่จำเป็นต้องเรียนตามลำดับ

3. มัลติมีเดียแบบการฝึกฝน (drills) เป็นบทเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว ด้วยการฝึกฝนทักษะหรือฝึกปฏิบัติซ้ำ โดยจะใช้ประกอบกับการศึกษาเนื้อหาจากวิธีการอื่นๆ เช่น การให้ผู้เรียนได้ตอบคำถาม จับคู่ เติมคำ แล้วให้ข้อมูลตอบกลับกับผู้เรียนทันที

4. มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง (simulations) เป็นการจำลองสถานการณ์จริงโดยใช้คอมพิวเตอร์ เช่น การจำลองสถานการณ์การขับเครื่องบิน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์และตัดสินใจจากข้อมูลที่กำหนดให้

5. มัลติมีเดียแบบเกมส์ (game) เป็นวิธีการมัลติมีเดียที่คล้ายกับสถานการณ์จำลอง แต่เพิ่มบทบาทของผู้เรียนเข้าไป ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นโดยง่าย

6. มัลติมีเดียแบบเครื่องมือและสภาพแวดล้อมแบบเปิดกว้าง (tools and Open-ended learning environments) หมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยเสริมบทเรียนหรือกิจกรรมอื่นๆ เช่น เครื่องมือทางกราฟิกช่วยในการวาดภาพทางศิลปะ การสร้างกราฟทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน

7. มัลติมีเดียแบบการทดสอบ (tests) เป็นรูปแบบที่ใช้วัดความรู้ของผู้เรียน แบ่งเป็นการทดสอบย่อยและการทดสอบผลรวม

8. มัลติมีเดียแบบการเรียนรู้ผ่านเว็บ (web-based learning) เป็นการผสมผสานมัลติมีเดียรูปแบบต่างๆ โดยใช้เว็บเป็นช่องทางในการเผยแพร่และติดต่อสื่อสาร

วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2551: 23) ได้ให้ความหมายว่า สื่อประสม หมายถึงการนำสื่อที่หลากหลาย ที่มีความสัมพันธ์กันมีคุณค่าในตัวของมันเอง สื่อบางชนิดใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียนได้ดี บางชนิดใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง จะช่วยให้ตัวผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกัน การใช้สื่อประสมถือว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2551: 73) ได้ให้ความหมายว่า มัลติมีเดียหมายถึงการใช้สื่อหลายอย่างนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เช่น รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เครื่องเล่น วิดีทัศน์ เครื่องบันทึกเสียง ฯลฯ โดยมีระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย

จรรยา เหนียนเฉลย (2549: 171) ได้ให้ความหมายว่า สื่อประสมหมายถึง การนำเอาสื่อการ  
สอนมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไป มาสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องในเวลาเดียวกันและมีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกัน  
และกัน สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อหาความสนใจ ในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบาย  
ข้อเท็จจริงของเนื้อหาและอีกชนิดอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้ง การใช้สื่อ ประสมจะช่วยให้  
ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกัน ได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้  
ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

กิดานันท์ มลิทอง (2548: 192) ได้ให้ความหมายของสื่อประสม ว่ามี 2 ลักษณะคือ  
สื่อประสมแบบดั้งเดิม หมายถึง การนำสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุ อุปกรณ์และวิธี  
การ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการเรียนการสอน โดยใช้สื่อแต่ละอย่าง  
ตามลำดับขั้นตอนของการนำเสนอเนื้อหา

สื่อประสมแบบใหม่ หมายถึง การนำเสนอข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบตัวอักษร ภาพนิ่ง  
ภาพเคลื่อนไหว เสียง การมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบ “multimedia” ในลักษณะสื่อประสมแบบใหม่จึงใช้อีก  
อย่างหนึ่งได้ว่า “computer media”

พจนีย์ สุขชาวนา (2548: 129-130) ให้ความหมายว่า สื่อประสม (multimedia) มาจากคำ  
2 คำคือ multi ซึ่งหมายถึง หลายๆ อย่างมาผสมกัน หรือประสม ส่วนอีกคำคือ media หมายถึง สื่อ  
ช่องทางการติดต่อสื่อสารหรือข่าวสาร สรุปได้ว่า สื่อประสมหรือมัลติมีเดีย หมายถึง การนำสื่อหลายๆ  
ประเภทมาผสมผสานร่วมกันในการพัฒนา หรือสร้างสรรค์งานด้านต่างๆ เพื่อเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารให้  
มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยสื่อด้านข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ หรือสื่ออื่นๆ

พรพิไล เลิศวิชา (2544 : 21) ได้ให้ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย ว่าสื่อที่มีลักษณะพิเศษ  
เกี่ยวกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โดยอาศัยคอมพิวเตอร์นำเอาข้อความ ภาพ และเสียงในรูปแบบต่างๆ  
มาบันทึกไว้ในรูปข้อมูลดิจิทัล แล้วนำข้อมูลนั้นมาแปลงกลับแสดงผลเป็นข้อความและภาพทางจอ  
ภาพ เสียงทางลำโพง ผสมผสานกัน พร้อมกับควบคุมการแสดงผลของสื่อเหล่านั้น โดยซอฟต์แวร์  
(software) หรือโปรแกรมสั่งงานคอมพิวเตอร์ (program) ทำให้สื่อเหล่านั้นมีลักษณะพิเศษขึ้น มีพลัง  
ในการสื่อสารอย่างมีชีวิตชีวา มากกว่าที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์อื่นๆ

ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ(2544:2-8) ให้ความหมายของคำว่า  
มัลติมีเดียว่าหมายถึง การใช้สื่อมากกว่า 1 สื่อ ร่วมกันนำเสนอข้อมูลข่าวสาร โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้รับ  
สื่อสามารถรับข้อมูลข่าวสารได้มากกว่า 1 ช่องทาง และหลากหลายรูปแบบ คำจำกัดความนี้  
ครอบคลุมถึงชุดการสอนที่รวมสื่อต่างๆ ไว้ด้วยกันเป็นชุด เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการนำ  
อุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องเล่นวีดิทัศน์ ฯลฯ มาต่อพ่วง รวมถึงระบบสื่อสมบูรณ์แบบที่

นำสื่อหลากหลายเข้ามาบูรณาการ ผ่านการควบคุมการใช้และการโต้ตอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือเครือข่าย

พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ฉบับราชบัณฑิตยสถานให้ความหมายของสื่อมัลติมีเดียว่าเป็นสื่อประสมหรือสื่อหลายแบบ ซึ่งหมายถึง การใช้อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อร่วมกันนำเสนอข้อมูลเป็นหลัก โดยเน้นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากเทคนิคการนำเสนอ เช่น ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นบนจอภาพคอมพิวเตอร์ หรือบนจอร์รับภาพในรูปแบบอื่นๆ การนำเสนอด้วยระบบมัลติมีเดียเน้นผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการนำข้อมูลหลากหลายรูปแบบ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ข้อความ มานำเสนอร่วมกันและจัดการด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการมองภาพของการนำเสนอมากกว่ากระบวนการ

การใช้สื่อมัลติมีเดียโดยทั่วไป จะพิจารณาคูณสมบัติหลัก 2 ประการ คือ การควบคุมการใช้งาน และความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ คือผู้ใช้ต้องสามารถควบคุมระบบและขั้นตอนการนำเสนอได้ง่ายๆ ไม่ซับซ้อน และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่างๆ โดยคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลจากผู้ใช้ไปประมวลผล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการโต้ตอบหรือการประเมิน ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองมีประสิทธิภาพและน่าสนใจขึ้น ดังนั้น สื่อมัลติมีเดียจะเน้นที่รูปแบบของข้อมูลต่างๆ ที่ได้มีการออกแบบนำเสนอไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อการเรียนรู้การสอนศึกษาค้นคว้า และเรียนรู้ด้วยตนเอง

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปความหมายของสื่อมัลติมีเดีย ว่าเป็นการนำสื่อหลายอย่างมาใช้ร่วมกันทั้งการใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการผลิตบทเรียน และนำเสนอในรูปแบบของข้อความ ภาพกราฟิก ภาพแอนิเมชัน ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ และเสียง ซึ่งเป็นมัลติมีเดียแบบผสมระหว่างมัลติมีเดียแบบนำเสนอเนื้อหา แบบการฝึกฝนและแบบการทดสอบ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองมีประสิทธิภาพและน่าสนใจขึ้น

## 2.2 โครงสร้างและองค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดีย

ณัฐกร สงคราม (2553: 13-34) ได้สรุปโครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ที่ทำหน้าที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ภายในตัวของผู้เรียน โดยคุณลักษณะที่มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ควรมี 4 ประการ ได้แก่

1. สารสนเทศ (information) คือ ข้อมูลที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี มีประโยชน์ตามความต้องการของผู้เรียน
2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (individualization) คือ บทเรียนควรมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตน รวมทั้งเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนได้
3. ปฏิสัมพันธ์ (interaction) คือ การเรียนรู้โดยมีการโต้ตอบกับโปรแกรมบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วมกับการเรียน ไม่ใช่ดูเนื้อหาไปเรื่อยๆ

4. ผลป้อนกลับโดยทันที (immediate feedback) คือ การให้ผลตอบกลับทันทีหลังจากผู้เรียน มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน เช่น การแจ้งคะแนนหลังทำแบบฝึกหัด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนประเมินความเข้าใจของตนเองและถือเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้

สำหรับโครงสร้างของสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ สามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

โครงสร้างแบบเส้นตรง (linear structure)

เป็นการจัดโครงสร้างของบทเรียนตามลำดับความคิดที่ผู้สอนเห็นว่า หัวข้อใดควรเรียนก่อนเรียนหลัง การนำเสนอเนื้อหาจะเรียงลำดับต่อกันไปเป็นขั้นตอนตามโปรแกรมกำหนด ส่วนใหญ่โครงสร้างแบบนี้ มักใช้กับเนื้อหาที่ต้องเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งเข้าใจก่อนแล้วจึงจะเรียนอีกเรื่องหนึ่งได้

โครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง (non-linear structure)

เรียกอีกชื่อว่าโครงสร้างแบบสาขา (branching structure) เป็นการจัดโครงสร้างที่ไม่บังคับผู้เรียน โดยการใช้ความยืดหยุ่นในการเลือกรูปแบบในการเรียน ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาได้หลากหลายวิธีตามความสนใจ โดยจะเรียนไปตามลำดับหรือข้ามไปไม่ศึกษาก็ได้

ส่วนประกอบในมัลติมีเดียที่เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะประกอบด้วยส่วนย่อยต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนนำ (title) เป็นส่วนที่นำเสนอชื่อเรื่องของบทเรียนนั้นๆ มักออกแบบให้น่าสนใจด้วยภาพเคลื่อนไหว กราฟิก เสียง ผสมผสานกัน เพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้

2. ส่วนชี้แจงบทเรียน (introduction) เป็นส่วนที่แจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงวิธีการใช้บทเรียน และการควบคุมบทเรียนก่อนจะเริ่มเข้าสู่การศึกษาเนื้อหาในบทเรียน เช่น การใช้งานปุ่มควบคุมต่างๆ การใช้เมาส์ การออกจากโปรแกรม เป็นต้น

3. วัตถุประสงค์ (objectives) เป็นส่วนชี้แจงวัตถุประสงค์ของบทเรียน หรือความคาดหวังของบทเรียน ซึ่งมักเป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนจะแสดงออกเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

4. เมนู (menu) ทำหน้าที่เชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาย่อยบทต่างๆ ทั้งหมดในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกหัวข้อที่สนใจศึกษาตามความสนใจของตนเอง

5. เนื้อหา (content) เป็นหัวใจสำคัญของบทเรียน โดยต้องอาศัยการนำเสนอที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายที่สุด โดยทั่วไปจะแบ่งการนำเสนอเนื้อหาออกเป็นเฟรม แต่ละเฟรมจะมีข้อความสั้นๆ มีภาพหรือเสียงมาประกอบ

6. ฝึกปฏิบัติ (practices) เป็นส่วนที่ใช้ทบทวนความรู้จากเนื้อหาที่ได้ศึกษามาแนะนำเสนอในรูปแบบสถานการณ์จำลอง เกมส์ แบบฝึกหัดหรือรูปแบบอื่นตามความเหมาะสม การฝึกปฏิบัติควรให้ผลป้อนกลับเพื่อช่วยเสริมความเข้าใจแก่ผู้เรียน

7. สรุปเนื้อหา (summery) เป็นการสรุปเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาส่วนนั้นๆ ไปใช้



งานต่อไป ในกรณีผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียน บทเรียนอาจให้เนื้อหาเพิ่มเติม

8. แบบทดสอบ (test) เป็นส่วนที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ของผู้เรียน โดยนำเสนอในรูปแบบคำถาม จับคู่ หรือเติมคำสั้นๆ และมีการสรุปผลการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนทราบหลังทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 271-272) กล่าวถึงองค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดียดังนี้

สื่อประสมในปัจจุบันจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการเสนอสารสนเทศในรูปแบบรวมของข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว และภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ เพื่อรวมเป็นองค์ประกอบของสื่อประสมในลักษณะของ “สื่อหลายมิติ” โดยก่อนที่จะมีการประมวลเป็นสารสนเทศนั้น ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับรูปแบบโดยแบ่งเป็นลักษณะดังนี้

### 1. ภาพนิ่ง

ก่อนที่ภาพถ่าย ภาพวาดหรือภาพต่างๆที่เป็นภาพนิ่งจะเสนอบนจอคอมพิวเตอร์ให้แลดูสวยงามได้นั้น ภาพเหล่านี้จะต้องถูกเปลี่ยนรูปแบบก่อนเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถชี้และเสนอภาพเหล่านั้นได้ โดยมีรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก 2 รูปแบบ คือ

กราฟิกแผนที่บิต (bitmapped graphics) หรือกราฟิกแรสเตอร์ (raster graphics) เป็นกราฟิกที่แสดงด้วยจุดภาพในแนวตั้งและแนวนอนเพื่อประกอบรวมเป็นภาพ ภาพในรูปแบบนี้จะมีชื่อท้ายด้วย .gif, .tiff และ .bmp

กราฟิกเส้นสมมติ (vector graphics) หรือกราฟิกวัตถุ (object-oriented graphics) เป็นกราฟิกที่ใช้สูตรคณิตศาสตร์ในการสร้างภาพโดยที่จุดภาพจะถูกระบุด้วยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แทนที่จะอยู่ในแนวตั้งและแนวนอน ภาพกราฟิกประเภทนี้จะสร้างและแก้ไขได้ง่ายและมองดูสวยงามมากกว่ากราฟิกแผนที่บิต ภาพในรูปแบบนี้จะมีชื่อท้ายด้วย .eps, .wmf และ .pict

### 2. ภาพเคลื่อนไหว

ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ในสื่อประสมจะหมายถึง ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว หรือที่เรียกกันว่า “แอนิเมชัน” (animation) ซึ่งนำภาพกราฟิกที่วาดหรือถ่ายเป็นภาพนิ่งไว้มาสร้างให้แลดูเคลื่อนไหวด้วยโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการจำลองสถานการณ์จริง เช่น ภาพการขับเคลื่อนบิน นอกจากนี้ยังอาจใช้การเพิ่มผลพิเศษ เช่น การหลอมภาพ (morphing) ซึ่งเป็นเทคนิคการทำให้เคลื่อนไหวโดยใช้ “การเติมช่องว่าง” ระหว่างภาพที่ไม่เหมือนกัน เพื่อให้ดูเหมือนว่าภาพหนึ่งถูกหลอมละลายไปเป็นอีกภาพหนึ่ง โดยมีการแสดงการหลอมของภาพหนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่งให้ดูด้วย

### 3. ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์

การบรรจุภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ลงในคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องใช้โปรแกรมและอุปกรณ์

เฉพาะในการจัดทำ ปกติแล้วแฟ้มภาพวีดิทัศน์จะมีขนาดเนื้อที่บรรจุใหญ่มาก ดังนั้นจึงต้องลดขนาดแฟ้มภาพลงด้วยการใช้เทคนิคการบีบอัดภาพ ด้วยการลดพารามิเตอร์บางส่วนของสัญญาณในขณะที่คงเนื้อหาสำคัญไว้ รูปแบบของภาพวีดิทัศน์บีบอัดที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ Quicktime, AVI และ MPEG

#### 4. เสียง

เช่นเดียวกับข้อมูลภาพ เสียงที่ใช้ในสื่อประสมจำเป็นต้องบันทึกและจัดรูปแบบเฉพาะเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและใช้ได้ รูปแบบเสียงที่นิยมใช้กันมากจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ Waveform (WAV) และ Musical Instrument Digital Interface (MIDI) แฟ้มเสียง WAV จะบันทึกเสียงจริงดังเช่นเสียงเพลงในแผ่นซีดี และจะเป็นแฟ้มขนาดใหญ่จึงจำเป็นต้องได้รับการบีบอัดก่อนนำไปใช้แฟ้มเสียง MIDI จะเป็นการสังเคราะห์เสียงเพื่อสร้างเสียงใหม่ขึ้นมากจึงทำให้แฟ้มมีขนาดเล็กกว่าแฟ้ม WAV แต่คุณภาพเสียงจะด้อยกว่า

#### 5. ส่วนต่อประสาน

เมื่อมีการนำข้อมูลต่างๆ มารวบรวมสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลด้วยโปรแกรมสร้างสื่อประสมแล้ว การที่จะนำองค์ประกอบต่างๆ มาใช้งานได้นั้นจำเป็นต้องใช้ส่วนต่อประสาน (interface) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานโต้ตอบกับข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้นได้ ส่วนต่อประสานที่ปรากฏบนจอภาพจะมีมากมายหลายรูปแบบ อาทิเช่น รายการเลือกแบบผุดขึ้น (pop-up menus) แถบเลื่อน (scroll bars) และสัญรูปต่างๆ เป็นต้น

#### 6. การเชื่อมโยงหลายมิติ

ส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของการใช้งานในรูปแบบสื่อประสมในลักษณะของสื่อหลายมิติ คือ ข้อมูลต่างๆ สามารถเชื่อมโยงกันได้อย่างรวดเร็วโดยใช้จุดเชื่อมโยงหลายมิติ (hyperlink) การเชื่อมโยงนี้จะสร้างการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลตัวอักษร ภาพ และเสียงโดยการใช้สี ข้อความขีดเส้นใต้ หรือสัญรูปที่ใช้แทนสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น รูปลำโพง รูปฟิล์ม ฯลฯ เพื่อให้ผู้ใช้คลิกที่จุดเชื่อมโยงเหล่านั้นไปยังข้อมูลที่ต้องการ

### 2.3 ประโยชน์ของสื่อมัลติมีเดียในการศึกษา

จรรยา เหนียนเฉลย (2549: 173) สรุปความจำเป็นและบทบาทของสื่อประสมไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาต่างๆ ได้ดีเกือบทุกอย่างจากแหล่งหลายแหล่ง โดยถือว่าสื่อแต่ละอย่างมีเนื้อหาต่างกันและรูปแบบต่างกัน
2. ช่วยประหยัดเวลาทั้งผู้สอนและผู้เรียน
3. ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ตามความสามารถและความพร้อมของแต่ละบุคคล
4. ช่วยดึงดูดความสนใจเพราะสื่อประสมจะเป็นการผสมผสานกันของสื่อที่มีการนำเอาเทคนิคการผลิตแบบต่างๆ มาใช้ทำให้น่าสนใจ

## 5. ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จากข้อได้เปรียบในหลายรูปแบบของสื่อประสม

5.1 เห็นการเปรียบเทียบ ในกรณีภาพมีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกัน การฉายให้เห็นทีละหลายภาพจะเปรียบเทียบให้เห็นชัดเจนกว่า

5.2 เห็นความแตกต่างกัน ระหว่างภาพที่ฉายต่อเนื่องบนจอ

5.3 สามารถเห็นภาพจากหลายมุมมอง ภาพเดียวกันอาจจะสามารถดูได้จากหลายมุม โดยการเปลี่ยนมุมมอง ซึ่งจะมีผลเกี่ยวกับการรับรู้ของสิ่งนั้นได้ มองเห็นภาพที่แตกต่างกันออกไปเห็นความต่อเนื่องเป็นลำดับขั้นตอนของภาพ เพราะภาพจะมีการฉายสลับกัน

5.4 การนำภาพประเภทต่างๆ มาวางเคียงกัน เช่น ภาพตามแนวตั้ง แนวตรง แนวนอน จะทำให้เห็นภาพพจน์ชัดเจน ตามขนาด รูปร่าง ของภาพได้

5.5 มีการจัดภาพเด่นตรงกลาง ซึ่งทำให้ผู้เรียนจะพุ่งความสนใจไปยังจุดเด่นของภาพชัดนั้น โดยมีภาพอื่นเป็นส่วนประกอบ

5.6 ผู้เรียนนอกจากจะรู้ถึงจุดหลัก คือ ภาพเด่นแล้ว ยังจะต้องได้เห็นถึงภาพที่เป็นจุดเน้นรอง ที่สนับสนุนภาพหลักโดยอาจจะภาพหนึ่งเป็นหลักอยู่ 1 จอ แล้วเปลี่ยนภาพบนจออื่น

5.7 ผู้เรียนจะได้รับรู้ถึงภาพที่มีการเคลื่อนไหว ที่เปลี่ยนแปลงทีละน้อยแบบภาพยนตร์การ์ตูน

5.8 ผู้เรียนจะได้ชมภาพทั้งภาพนิ่งและภาพที่มีการเคลื่อนไหวได้พร้อมๆ กันจากการฉาย โดยจะเป็นการผสมผสานกัน

ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544:14-17) กล่าวถึงบทบาทของสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

1. เป้าหมายคือ การสอน อาจใช้ช่วยในการสอนหรือสอนเสริมก็ได้
2. ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเอง หรือเรียนเป็นกลุ่มย่อย 2-3 คน
3. มีวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เฉพาะ โดยครอบคลุมทักษะความรู้ ความจำ ความเข้าใจและเจตคติ ส่วนจะเน้นอย่างใดมากน้อยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และโครงสร้างของเนื้อหา
4. เป็นลักษณะการสื่อสารแบบสองทาง
5. ใช้เพื่อการเรียนการสอน และไม่จำกัดว่าต้องอยู่ในระบบโรงเรียนเท่านั้น
6. รูปแบบการสอนจะเน้นการออกแบบการสอน การมีปฏิสัมพันธ์ การตรวจสอบความรู้ โดยประยุกต์ทฤษฎีจิตวิทยา และทฤษฎีการเรียนรู้เป็นหลัก

นอกจากนั้นสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอนยังช่วยส่งเสริมการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนให้คุ่มค่ายิ่งขึ้น ดังนี้

1. เทคโนโลยีด้านสื่อมัลติมีเดียช่วยให้การออกแบบบทเรียนตอบสนองต่อแนวคิดและ

ทฤษฎีการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียว่าสามารถช่วยเสริมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้

2. สื่อมัลติมีเดียในรูปแบบของซีดีรอม ใช้ง่าย เก็บรักษาง่ายพกพาได้สะดวก และสามารถทำสำเนาได้ง่าย

3. สื่อมัลติมีเดียเป็นสื่อการสอนที่ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามศักยภาพความต้องการ และความสะดวกของตนเอง

4. ในปัจจุบันมีโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียน (authoring tool) ที่ง่ายต่อการใช้งานทำให้บุคคลที่สนใจทั่วไปสามารถสร้างบทเรียนสื่อมัลติมีเดียใช้เองได้

5. ผู้สอนสามารถใช้สื่อมัลติมีเดียเพื่อสอนเนื้อหาใหม่ เพื่อฝึกฝน เพื่อเสนอสถานการณ์จำลอง และเพื่อสอนการคิดแก้ปัญหา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้เป็นประการสำคัญ รูปแบบต่างๆ ดังกล่าวนี้จะส่งผลดีต่อการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ และรูปแบบการคิดหาคำตอบ

6. สื่อมัลติมีเดียช่วยสนับสนุนให้มีสถานการณ์ที่เรียนไม่จำกัดอยู่เพียงห้องเรียนเท่านั้น ผู้เรียนอาจเรียนรู้ที่บ้าน ที่ห้องสมุด หรือภายใต้สภาพแวดล้อมอื่นๆ ตามเวลาที่ตนเองต้องการ

7. เทคโนโลยีสื่อมัลติมีเดีย สนับสนุนให้เราสามารถใช้สื่อมัลติมีเดียกับผู้เรียนได้ทุกระดับอายุและความรู้ หลักสำคัญอยู่ที่การออกแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียนเท่านั้น

8. สื่อมัลติมีเดียที่มีคุณภาพ นอกจากจะช่วยให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนของโรงเรียนหรือหน่วยงานแล้ว ความก้าวหน้าของระบบเครือข่ายยังช่วยเสริมให้การใช้สื่อมัลติมีเดียเป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษาอื่นๆ อีกด้วย

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 275) ได้กล่าวถึงบทบาทของสื่อมัลติมีเดียที่มีต่อการศึกษาดังนี้

การใช้สื่อประสมในการศึกษาจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการเรียนการสอนได้อย่างมาก โดยใช้ในลักษณะของการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วย รูปแบบต่างๆ เช่น สถานการณ์จำลอง เกมส์ การทบทวน ฯลฯ ตัวอย่างเช่น วงการแพทย์สามารถใช้สถานการณ์จำลองของการผ่าตัดโดยใช้สื่อประสมเพื่อให้ผู้เรียน ทำการผ่าตัดกับคนไข้เสมือนจริง หรือแม้แต่เด็กนักเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาก็สามารถใช้สื่อประสมในการเสนอเรียงความแก่ครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นได้เช่นกัน

การใช้สื่อประสมในการศึกษาจะมีประโยชน์มากมายหลายด้าน อาทิเช่น

1. ดึงดูดความสนใจ บทเรียนสื่อประสมในลักษณะสื่อหลายมิติที่ประกอบด้วยภาพกราฟิก ภาพแอนิเมชันแบบวีดิทัศน์ และเสียง นอกเหนือไปจากเนื้อหาตัวอักษร จะดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ยังช่วยในการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนด้วย

2. การสืบค้นเชื่อมโยงโดยฉับไว ด้วยสมรรถนะของการเชื่อมโยงหลายมิติทำให้ผู้เรียนสามารถ

เรียนรู้ในสิ่งต่างๆ ได้กว้างขวางและหลากหลายอย่างรวดเร็วโดยไม่จำเป็นต้องเรียนไปตามลำดับเนื้อหา

3. การโต้ตอบระหว่างสื่อและผู้เรียน บทเรียนสื่อประสมจะมีจุดเชื่อมโยงหลายมิติเพื่อให้ผู้เรียนและสื่อมีปฏิสัมพันธ์กันได้ในลักษณะสื่อประสมเชิงโต้ตอบ

4. ให้สารสนเทศหลากหลาย ด้วยการใช้ซีดีและดีวีดีในการให้ข้อมูลและสารสนเทศในปริมาณที่มากมายและหลากหลายรูปแบบเกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนที่สอน

5. ทดสอบความเข้าใจ ผู้เรียนบางคนอาจจะไม่กล้าถามข้อสงสัยหรือตอบคำถามในห้องเรียน การใช้สื่อประสมจะช่วยแก้ปัญหาในสิ่งนี้ได้โดยการใช้ในลักษณะการศึกษารายบุคคล

6. สนับสนุนความคิดรวบยอด สื่อประสมสามารถแสดงสารสนเทศเพื่อสนับสนุนความคิดรวบยอดของผู้เรียน และแก้ไขจุดอ่อนในการเรียน

กิดานันท์ มลิทอง (2548: 196) กล่าวถึงบทบาทของสื่อมัลติมีเดียในหนังสือเทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ไว้ว่าคุณสมบัติของสื่อประสมที่นำเสนอสื่อหลากหลายรูปแบบ รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ทันที ทำให้การใช้สื่อประสมคอมพิวเตอร์เป็นที่แพร่หลายและนำมาใช้เพื่อเอื้อประโยชน์ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจาก

1. เนื้อหาบทเรียนในรูปแบบสื่อประสมช่วยในการสื่อสารความรู้จากผู้สอนหรือจากแหล่งส่งไปยังผู้เรียนได้อย่างกระจ่างชัดเจนกว่าเนื้อหาธรรมดา

2. เอื้อการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียน เนื่องจากผู้เรียนสามารถเลือกหรือกำหนดอัตราการเรียนรู้ของตนเองได้

3. สามารถใช้กับการเรียนในทุกรูปแบบและทุกภาวะการณ์ เนื่องจากใช้สื่อประสมได้ในหลายวิธีการเพื่อจัดการเรียนการสอนที่ดีที่สุดแก่ผู้เรียน

4. กระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบกับบทเรียน ทำให้เป็นการเรียนแบบกระฉับกระเฉง ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ข้อมูลหลากหลายรูปแบบ

5. เสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เชิงทดลอง และแบบสตอรีไลน์

6. สร้างการทำงานในลักษณะโครงงานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน

7. สนับสนุนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

8. เหมาะสำหรับการเรียนรายบุคคล ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ไม่ว่าจะเป็นผู้เรียนที่เรียนเร็วหรือเรียนช้าทำให้ไม่ต้องคอยกัน

9. เหมาะอย่างยิ่งในการสร้างเนื้อหาบทเรียนในการศึกษาทางไกลเพื่อให้ผู้เรียนสามารถรับข้อมูลได้ทุกรูปแบบ

## 2.4 การผลิตและการใช้สื่อมัลติมีเดียในโรงเรียน

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2551: 75-78) ได้อธิบายขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย ว่ามีขั้นตอนที่สำคัญที่สอดคล้องกัน ได้แก่

1. กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาบทเรียน เป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมการสร้างโปรแกรม ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการโดยต้องพัฒนาในเรื่องต่อไปนี

- 1.1 หัวข้อของงานที่นำมาพัฒนาโปรแกรม
- 1.2 วัตถุประสงค์
- 1.3 กลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ใช้
- 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการใช้โปรแกรม

2. การวิเคราะห์เนื้อหา การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย นั้น ผู้จัดทำจะได้เนื้อหาบทเรียนจากการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรในรายวิชานั้นๆ คำอธิบายรายวิชานั้นๆ หนังสือ ตำรา หรือเอกสารประกอบการสอนในแต่ละวิชา ต่อจากนั้นนำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อกัน เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา เลือกหัวเรื่องและเขียนหัวข้อย่อย แล้วเลือกเรื่องนำมาสร้างบทเรียน นำเรื่องที่เลือกมาแบ่งเป็นหัวข้อย่อยแล้วจัดลำดับความต่อเนื่องและความสัมพันธ์ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา กล่าวได้ว่าประเด็นสำคัญในขั้นการวิเคราะห์ ได้แก่

- 2.1 รายละเอียดของเนื้อหาที่จะเสนอตามวัตถุประสงค์
- 2.2 วิธีการนำเสนอเนื้อหา
- 2.3 ระยะเวลาการนำเสนอตามเนื้อหา
- 2.4 การเลือกสื่อที่สอดคล้องกันเนื้อหาและเป็นไปตามวัตถุประสงค์
- 2.5 วิธีการโต้ตอบระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้ตามหลักการสื่อความหมาย
- 2.6 วิธีการตรวจปรับเนื้อหา
- 2.7 การเสริมแรง ทำให้เกิดความเข้าใจในการเรียนและต้องการมีส่วนร่วม
- 2.8 วิธีการประเมินผล

3. การเขียนสคริปต์ดำเนินเรื่อง เมื่อเตรียมการตามรายละเอียดในข้อ 1-2 แล้วจะต้องมีการเขียนสคริปต์เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินเรื่อง (storyboard) ที่จะนำเสนอตามเป้าหมาย การเขียนสคริปต์มีขั้นตอน คือ

3.1 การเขียนผังงาน (flow chart) การเขียนผังงานนั้นเพื่อกำหนดขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมซึ่งผังงาน จะมีความสัมพันธ์กับวิธีการออกแบบว่าจะให้บทเรียนมีการทำงานเป็นแบบใด ในการเขียนผังงานนั้นเป็นการอธิบายการทำงานที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงการสร้างสภาพแวดล้อมให้เหมือนจริง ความละเอียดของผังงานขึ้นอยู่กับประเภทของบทเรียน

3.2 การจัดทำแบบบทเรื่อง (storyboard) หมายถึงเรื่องราวของบทเรียนที่จะประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นกรอบๆ ตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นแต่ละกรอบย่อยเรียงตามลำดับตั้งแต่กรอบที่ 1 จนถึงกรอบสุดท้ายของแต่ละหัวข้อย่อย บทเรื่องจะแจกแจงรายละเอียดลงไปว่าส่วนนี้ประกอบด้วยข้อความ ภาพ ภาพเคลื่อนไหว มีเสียง หรือมีเพลงประกอบ มีการทำงานอย่างไร มีการวางหน้าจอย่างไร กล่าวได้ว่าขณะที่ฝั่งงาน ลำดับขั้นตอนของการตัดสินใจ บทเรื่องจะนำเสนอเนื้อหาและลักษณะของการนำเสนอ ในการจัดทำเรื่องนี้จะรวมไปถึงการเขียนสคริปต์ที่ผู้เรียนจะได้เห็นบนหน้าจอ ได้แก่ เนื้อหา ข้อมูล คำถาม ผลป้อนกลับ คำแนะนำ คำชี้แจง ข้อความเรียกความสนใจ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

4. การเตรียมข้อมูลสำหรับ storyboard ข้อมูลที่ใส่ลงไปอาจมีทั้งภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียงข้อความ ซึ่งต้องมีการจัดเตรียมขึ้นมาก่อนที่จะนำไปใส่ในโปรแกรม มีรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง คือ

4.1 การจัดเตรียมภาพ ข้อมูลอาจมาจากการสร้างด้วยโปรแกรม graphic edition เช่น โปรแกรม adobe photoshop, corel draw ในแต่ละโปรแกรมจะมีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกันออกไป ซึ่งอาจต้องใช้โปรแกรมหลายชนิดช่วยกัน และถ้าหากทำงานภายใต้ระบบไมโครซอฟต์วินโดวส์ ก็จะทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ง่าย เราอาจสแกนภาพประกอบจากหนังสือ วารสารต่างๆ ด้วยเครื่องสแกนเนอร์ หรืออาจนำมาจากกล้องถ่ายภาพดิจิทัล หรือนำมาจากกล้องถ่ายวิดีโอ เป็นต้น

4.2 การจัดเตรียมเสียง การบันทึกเสียงเข้ามาในโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องมีการ์ดเสียง (sound card) ซึ่งการ์ดเสียงนั้นมีความจำเป็นในการบันทึกเสียงที่มีการแปลงสัญญาณเสียงเป็นข้อมูลคอมพิวเตอร์ และทำงานแปลงข้อมูลคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณเสียง เมื่อโปรแกรมเรียกใช้เพิ่มเสียงที่จะให้ออกลำโพงในโปรแกรม ไมโครซอฟต์วินโดวส์ มีโปรแกรม media player สำหรับเรียกใช้ไฟล์เสียง (playback) มีโปรแกรม sound recorder สำหรับบันทึกเสียง

5. การสร้างโปรแกรม (authoring) เป็นขั้นตอนที่รวบรวมเอาข้อมูลต่างๆ ที่จัดเตรียมไว้ เช่น ข้อความ ภาพ เสียง และ animation movies มารวมกัน ทำให้เกิดโปรแกรมขึ้นมาด้วยโปรแกรมระบบประพันธ์ (authoring system) โดยมีการจัดเรียงลำดับการทำงานตามที่ออกแบบไว้ และกำหนดรายละเอียด เช่น special effect และ animation ตามที่กำหนดไว้ใน storyboard

6. การทดสอบโปรแกรมเพื่อทดสอบว่ามีเนื้อหาสมบูรณ์ตาม storyboard หรือไม่ ทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม ในการพัฒนาโปรแกรมนั้น ผู้สร้างมักมีการทดสอบการทำงานของโปรแกรมอยู่แล้ว แต่เป็นการทดสอบทีละส่วนในระหว่างการพัฒนา ดังนั้นเมื่อสร้างโปรแกรมเสร็จแล้ว ผู้สร้างและพัฒนาโปรแกรม ควรได้มีการทดสอบทุกส่วนทั้งหมดอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของแต่ละจุด ต่อจากนั้นไปทดสอบกับผู้ใช้เป็นครั้งสุดท้ายเพื่อดูปัญหาที่จะเกิดขึ้น การทดสอบผลของการใช้

โปรแกรมว่าได้ผลบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่นั้น การทดสอบแต่ละขั้นตอนเมื่อมีปัญหาาก็กลับไปแก้ไข อาจจะใช้โปรแกรม แก์สคริปต์ แก์ storyboard ในส่วนที่พบว่ามีปัญหา เมื่อแก้ไขเสร็จแล้วก็มี การทดสอบเช่นเดิมจนปัญหาหมดไป

7. การทำเอกสารประกอบบทเรียน เอกสารประกอบบทเรียนจะรวมถึง flow chart และ storyboard ถ้าเอกสารประกอบบทเรียนมีความชัดเจนจะทำให้การแก้ปัญหาโปรแกรมทำได้รวดเร็ว วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2551: 218) ได้สรุปหลักการสำคัญในการออกแบบสื่อมัลติมีเดียไว้ดังนี้

- 1.การใช้งานไม่ซับซ้อนยุ่งยาก
- 2.ใช้เวลาน้อยแต่เรียนรู้ได้มาก
- 3.ใช้ในทุกสถานที่ ไม่กำหนดเวลา
- 4.มีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับ
- 5.จุดมุ่งหมายเพื่อการเรียนรู้
- 6.ขยายผลกับผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน
- 7.ไม่ติดขัดและขัดข้องทางเทคนิค

พจนีย์ สุขชวานา (2548 : 130-131) ได้อธิบายขั้นตอนการผลิตสื่อประสมสำหรับการเรียน การสอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบสื่อประสม สิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการสร้างสื่อประสมให้เกิดประสิทธิภาพ นั้นคือ ขั้นตอนของการออกแบบ ซึ่งขั้นตอนการออกแบบแต่ละขั้นมีดังนี้

- 2.1 กำหนดตารางเวลาการทำงานที่ชัดเจนและรัดกุม
- 2.2 กำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบและติดต่อประสานงานร่วมกันของทีมพัฒนา
- 2.3 การเลือกใช้สื่อที่เหมาะสม เช่น รูปแบบเอกสาร วิธีการนำเสนอ ตัวอักษร ข้อความ สัญลักษณ์ กราฟิก และอื่นๆ

2.4 กำหนดเนื้อหา วิธีการ และการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของบทเรียน เช่น เลือกเนื้อหา วิธีการสอน จัดลำดับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การเขียนบทดำเนินเรื่อง การป้อนกลับ การควบคุม บทเรียนด้วยตนเอง การสร้างปฏิสัมพันธ์ กำหนดมาตรฐานแบบทดสอบ และรายละเอียดอื่นๆ

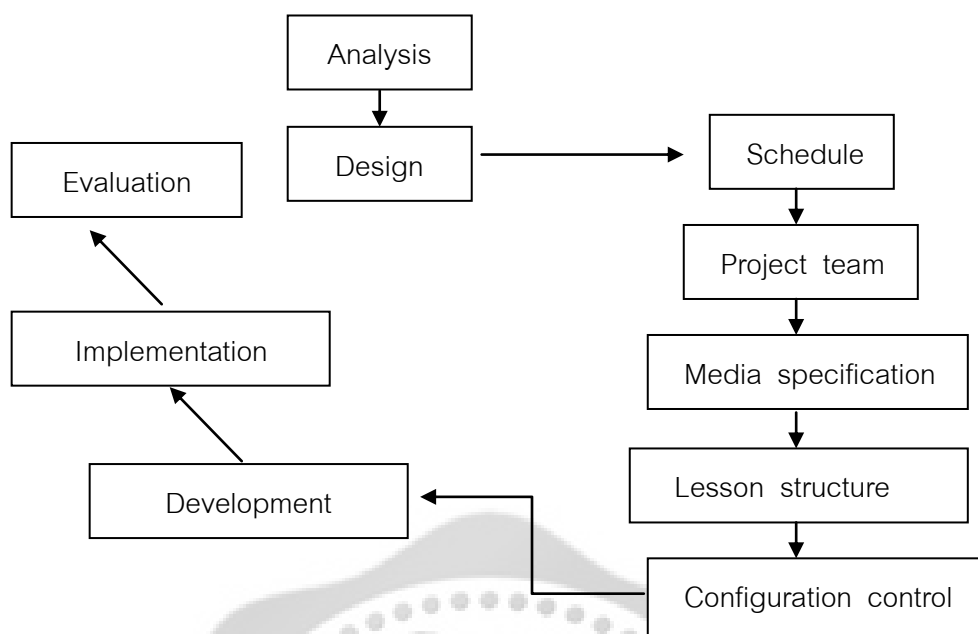
2.5 การควบคุม และกำหนดรูปแบบ การออกแบบ การจัดการด้านสื่อต่างๆ ตลอดจนการจัดการเกี่ยวกับคู่มือ และการติดตั้งระบบ

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างสื่อประสมสำหรับการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 4 การนำสื่อที่สร้างขึ้นไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล





ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการออกแบบและการพัฒนาสื่อประสม

ที่มา: พจนีย์ สุขชาวนา. 2548: 130; อ้างอิงจาก Lee; & Owen. 2000. Multimedia-based Instructional design computer-basd training web-base training distance broadcast training. pp.83)

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อมัลติมีเดีย

ณัฐสุภรณ์ นิลขำ (2554: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องร่างกายของเราสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพทั้งด้านเนื้อหาและเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในระดับ ดีมาก และมีประสิทธิภาพ 92.14/96.21 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

กนกศักดิ์ ลุนสำโรง(2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5) พบว่า คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในระดับดี และบทเรียนมีประสิทธิภาพ 87.93/88.41 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ด้านผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียพบว่า ผู้เรียนที่ศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนร้อยละ 90 ของผู้เรียนทั้งหมดผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

ทิพวรรณ เดชสงค์ (2551: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างอะตอมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01นอกจากนี้นักกลุ่มตัวอย่างยังมีเจตคติต่อการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง โครงสร้างอะตอมอยู่ในระดับปานกลาง

ชนากานต์ ศรีชมภู(2550: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนผ่านเว็บ วิชาชีววิทยาเรื่องการหายใจระดับเซลล์ ( cell respiration) สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 พบว่าบทเรียนผ่านเว็บมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก และคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพ 88.56/90

สุรภา ชูสวัสดิ์ (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 พบว่าได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ที่มีคุณภาพจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในระดับดี และบทเรียนมีประสิทธิภาพ 90.50/92.08 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ด้านผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย พบว่า ผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีจำนวนร้อยละ 90.00 ของผู้เรียนทั้งหมด

เซริน (Serin. 2011: บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กวน (Guan. 2009: บทคัดย่อ) ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย โดยให้ผู้เรียนกลุ่มแรกเรียนรู้จากสื่อมัลติมีเดียที่มีทั้งภาพและเสียง และอีกกลุ่มศึกษาจากสื่อมัลติมีเดียที่มีเพียงเสียงและเอกสารประกอบการบรรยาย จากการศึกษาพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มเกิดการเรียนรู้เนื้อหาไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นการใช้คำบรรยายซ้ำๆ ไม่มีผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น และไม่มีหลักฐานว่าการใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีเสียงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีภาพประกอบ

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปความหมายของสื่อมัลติมีเดียว่าหมายถึงการนำสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกัน ทั้งการใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการผลิตบทเรียน โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 7 นำเสนอในรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ และเสียง รวมถึงการใช้วัสดุ อุปกรณ์ สื่อสิ่งพิมพ์ โดยสื่อมัลติมีเดียจะมีโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง

(non-linear structure) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเลือกหัวข้อที่จะศึกษาได้ตามความสนใจ การเรียนรู้ด้วยตนเองมีประสิทธิภาพและน่าสนใจยิ่งขึ้น

### 3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

#### 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

กู๊ด (1973: 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ (achievement) ว่าหมายถึง ความสำเร็จ ความชำนาญ ความคล่องแคล่ว ความชำนาญในการใช้ทักษะหรือประยุกต์ใช้ความรู้ต่างๆ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (academic achievement) หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้จากการทดสอบจากผู้สอน หรือผู้รับผิดชอบในการสอนหรือทั้งสองอย่างรวมกัน

คอลลิต และเชียเพตตา (ภาพ เลาน์ไฮบูลย์. 2537: 87; อ้างอิงจาก Collette; & Chiappetta. 1986. Science Instruction in the Middle and Secondary Schools.) ได้เสนอว่าวิธีที่ดีที่สุดที่จะให้คำจำกัดความของคำว่า “ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์” ก็คือ การบอกว่าคุณที่มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์เป็นบุคคลที่มีคุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. มีพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์ที่เพียงพอ เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนคติและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีความสามารถที่จะประยุกต์ใช้ความรู้นั้น
2. มีความเข้าใจในแนวทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติวิทยา
3. มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. มีความชื่นชมต่อคุณค่าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคม และมีความรู้ที่วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานต่างๆ ในสังคม
5. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้ทำงานได้ผลดี ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ทำงานให้สังคมทั่วไป
6. มีความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น อันเป็นผลมาจากการสอนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ให้มีลักษณะที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2536)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและอิทธิพลของ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม
6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคม และการพัฒนาคุณภาพชีวิต

### 3.2 วิธีการสร้างแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์

เยาเวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2552: 14-19, 178-189) ได้ให้ความหมายของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ว่า เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้น เพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะต่างๆ ของแต่ละสาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาวิชาทั้งหลายที่ได้จัดสอนในระดับชั้นเรียนต่างๆ ของแต่ละโรงเรียน ลักษณะของแบบสอบผลสัมฤทธิ์มีทั้งที่เป็นข้อเขียน ( paper and pencil test) และที่เป็นภาคปฏิบัติจริง ( performance test) โดยวิธีการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

เนื่องจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่ดีและมีคุณค่า จะต้องสร้างให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ทางการศึกษากำหนดไว้ ดังนั้น การกำหนดวัตถุประสงค์ทางการศึกษา เพื่อการเรียนรู้และการสอนจึงต้องชัดเจน เข้าใจง่าย และสามารถวัดได้ในเชิงพฤติกรรม ดังที่บลูมและคณะ (Bloom; et al, 1967) ได้จำแนกวัตถุประสงค์ของการศึกษาออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ที่เรียกว่า ปริเขต ได้ 3 ปริเขต (domain) ได้แก่ ด้านความรู้หรือพุทธิพิสัย (cognitive domain) ปริเขตด้านคุณค่าหรือจิตพิสัย (affective domain) และปริเขตด้านทักษะหรือทักษะพิสัย (psychomotor domain)

ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

เนื่องจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ควรระบุเนื้อหาที่จะทดสอบตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงต้องมีโครงเรื่องครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดที่จะทำการทดสอบ

ขั้นที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะ หรือผังของแบบสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่างๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กะทัดรัด และมีความชัดเจน

ตารางเฉพาะ เป็นตารางที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงหัวข้อเรื่องที่ต้องการจะทดสอบและระดับของพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด มีลักษณะเป็นตารางสองทาง มีระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดเรียงอยู่ข้างบนในแนวนอน และมีหัวข้อเรื่องต่างๆ ของเนื้อหาวิชาเรียงอยู่ทางด้านซ้ายมือในแนวตั้ง

ขั้นที่ 4 สร้างข้อกระทงทั้งหมดที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะวัดความสามารถของผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดย บลูม (Benjamin S. Bloom. 1956) และคณะจำแนกออกเป็น 3 ด้าน ซึ่ง ภพ เลหาไพบุลย์ (2542:97-99) ได้ให้คำอธิบายไว้ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) เป็นการแสดงความรู้ความจำและทักษะทางปัญญา ได้แก่ ความเข้าใจในเนื้อหาการจัดระบบความคิด การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ข้อมูลการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และประเมินคุณค่าความคิดหรือการกระทำนั้น บลูม จำแนกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ขั้นตอน ตามระดับความซับซ้อนจากต่ำไปสูงได้ดังนี้

1.1 ความรู้ (knowledge) เป็นความสามารถทางสมองในการรับรู้จดจำเรื่องราวต่างๆ วัดได้จากความสามารถในการระลึกออกของบุคคลนั้น แบ่งย่อยเป็น

1.1.1 ความรู้ในเนื้อเรื่อง (knowledge of specifics) เป็นความรู้ในคำศัพท์และนิยาม กฎและความจริง เป็นความหมาย คำจำกัดความของสิ่งต่างๆ กฎ สูตร ทฤษฎีและข้อเท็จจริงต่างๆ

1.1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ (knowledge of ways and means of dealing with specifics) เป็นความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผนที่เป็นแบบฟอร์มหรือระเบียบปฏิบัติ ลำดับขั้นตอน และแนวโน้มในการกระทำหรือการเกิดขึ้นของสิ่งต่างๆ การจำแนกประเภทตามความเหมือนความต่าง หรือคุณสมบัติและหน้าที่ เกณฑ์ที่ใช้ในการวินิจฉัยและเทคนิควิธีการที่ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการ

1.1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง (knowledge of the universals and abstractions in a field) จำแนกเป็นความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาซึ่งเป็นใจความสำคัญของเรื่องและการอ้างสรุปครอบคลุมเป็นการนำหลักไปอภิปรายเรื่องอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกัน นอกจากนี้มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้างเป็นความสามารถในการนำหลายๆหลักวิชาในสกุลเดียวกันมาสัมพันธ์กันจนได้เป็นโครงสร้างของเนื้อความใหญ่ในเรื่องนั้น

1.2 ความเข้าใจ (comprehension) เป็นความสามารถในการจับใจความของเรื่องแบ่งเป็น 3 ซ้อย่อย ได้แก่

1.2.1 การแปลความ (translation) เป็นความสามารถในการบอกความหมายตามนัยของเรื่องรวมนั้น

1.2.2 การตีความ (interpretation) เป็นการถอดความจากหลายๆ ความหมายตามนัยของเรื่องรวมนั้น

1.2.3 การขยายความ (extrapolation) เป็นการคาดคะเนหรือพยากรณ์โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่เป็นอยู่

1.3 การนำไปใช้ (application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริง ฯลฯ ไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ได้

1.4 การวิเคราะห์ (analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่างๆ เป็นส่วนย่อยว่าประกอบกันอยู่อย่างไร แต่ละอันคืออะไร มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับอย่างไร จำแนกได้ 3 ข้อย่อย ดังนี้

1.4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ (analysis of element) เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญหรือหัวใจของเรื่อง

1.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (analysis of relationship) เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ

1.4.3 การวิเคราะห์หลักการ (analysis of organizational principles) เป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องนั้น

1.5 การสังเคราะห์ (synthesis) เป็นความสามารถในการประกอบส่วนย่อยๆ ให้เข้ากันได้ โดยจัดระบบโครงสร้างให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากขึ้น จำแนกพฤติกรรมเป็น 3 ข้อย่อย ดังนี้

1.5.1 สังเคราะห์ข้อความ เป็นความสามารถในการเรียบเรียงถ้อยคำให้ผูกเป็นเรื่องราวได้โดยต้องอาศัยข้อมูลหลายอย่างมาสนับสนุน พร้อมมีตัวอย่างความคิดเห็นเพื่อให้ได้ความหมายชัดเจนตามต้องการ

1.5.2 สังเคราะห์แผนงาน เป็นความสามารถในการสร้างโครงการหรือแผนการในการทำงานต่างๆ

1.5.3 สังเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นความสามารถในการจัดระบบของส่วนประกอบให้เป็นสิ่งใหม่ที่มีประโยชน์หรือประสิทธิภาพมากขึ้น

1.6 การประเมินค่า (evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานเป็นหลัก พฤติกรรมการประเมินค่าสามารถจำแนกได้เป็นการประเมินโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในและการประเมินโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอก

2. ด้านทักษะพิสัย (psychomotor domain) เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษา ที่ใช้วัดความสามารถในการกระทำอย่างมีทักษะของผู้เรียน เป็นการเรียนรู้การปฏิบัติงาน เช่น การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ เกณฑ์ในการวัดความสำเร็จของทักษะที่ออกมาจะสัมพันธ์กับผลที่ออกมาจริงซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความต้องการแม่นยำ ความรวดเร็ว ระดับความดีของผลงานซึ่งอาจเปรียบเทียบโดยอาศัยข้อมูลจากภายนอกเป็นเกณฑ์ตัดสิน

3. ด้านเจตพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความรู้สึก เจตคติ คุณธรรม หรือค่านิยมต่อคน ความคิดหรือสิ่งของ สามารถวัดได้จากพฤติกรรมความรู้สึกที่แสดงออกมา สามารถแบ่งระดับการเรียนรู้ด้านเจตพิสัยออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ การรับรู้ (receiving) การตอบ

สนอง (responding) การสร้างค่านิยม (valuing) การจัดระบบค่านิยม(organization) และการสร้างลักษณะนิสัยตามค่านิยม (characterization)

### 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พินิตา เอี่ยมมณูญ (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สายรุ้ง กิจโชติช่วง(2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมกระบวนการแก้ปัญหาอนาคต พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม กระบวนการแก้ปัญหาอนาคตสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

วิรุรักษ์ สุขสำราญ (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปัทมา เมืองลี (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมส์ประกอบการสอนวิทยาศาสตร์พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อลิสสา เสนามนตรี (2551: บทคัดย่อ) ได้พัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบสื่อประสมเรื่องชีวโมเลกุลด้วยรูปแบบการบูรณาการสำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ฯ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ฯ อยู่ในระดับเห็นด้วย ( $\bar{X} = 4.14$ ) คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของแบบทดสอบชีวโมเลกุลของกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 คะแนนเฉลี่ยทักษะการทดลองและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องความคิดยืดหยุ่น และ ความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนชีวโมเลกุลสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .00

ซาดีและคากิโรกลู(Sadi; & Cakiroglu. 2011: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมภาคปฏิบัติ (hand-on) ต่อผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 พบว่า การสอนโดยใช้กิจกรรมภาคปฏิบัติส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มากกว่าการสอนแบบปกติ

อิทัก และคณะ (Etuk; et al. 2011: บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบการสอนแบบสร้างความรู้ด้วยตนเองกับการสอนแบบบรรยายที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์พบว่า การสอนแบบสร้างความรู้ด้วยตนเองมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์มากกว่าการสอนแบบบรรยาย

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ทั้งทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คำศัพท์ ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาจากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของ บลูม โดยวัดความสามารถตามจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ความรู้ (knowledge), ความเข้าใจ (comprehension), การนำไปใช้ (application) และการวิเคราะห์ (analysis)

#### 4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

##### 4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 9) ให้ความหมาย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญ หรือความสามารถในการใช้ความคิด เพื่อค้นหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา (intellectual skill) ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (psychomotor skill/ hand on skill) เพราะเป็นการทำงานของสมอง การคิดมีทั้งการคิดพื้นฐาน เช่น ทักษะการสื่อความหมาย ได้แก่ การอ่าน การรับรู้ การจำ การจำถาวร การพูด การเขียน นอกจากนี้ยังมีทักษะการสังเกต การระบุ การจำแนก การเรียงลำดับการเปรียบเทียบ การลงข้อสรุป และการใช้ตัวเลข

สรศักดิ์ แพรดำ (2544 : 21 - 22) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การวัดการคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติและเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลองและการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ เพื่อการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาอันเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบ



วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540: บทนำ) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการลงความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป อย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ปี 2551 ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงกระบวนการในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา การสร้างสมมติฐานหรือการคาดการณ์คำตอบ การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล การลงข้อสรุป และการสื่อสาร

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และต้องมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ด้วย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยตามแนวทางของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science- AAAS) กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน(basic science process skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (integrated science process skills) 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลาหไพบูลย์. 2542: 15-30)

#### ทักษะขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณ
4. ทักษะการจำแนก
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์

#### ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
4. ทักษะการทดลอง
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

#### ทักษะขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต (observation) หมายถึงความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน แต่ควรใช้ให้มากที่สุดทำการสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ควรสังเกตอย่างละเอียดหลายครั้ง โดยไม่ต้องใช้ประสบการณ์หรือความคิดเห็นส่วนตัวอธิบายหรือตีความหมายสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (measurement) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆได้อย่างถูกต้อง สามารถเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัดและสามารถอ่านค่าจากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็วและใกล้เคียงกับความเป็นจริงพร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการคำนวณ (using numbers) หมายถึงความสามารถในการบวก ลบ คูณ หารหรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

4. ทักษะการจำแนกประเภท (classification) หมายถึงความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา หมายถึงความสามารถในการระบุ 1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ 2) สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร 3) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง 4) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของกับเวลา

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and communication) หมายถึงความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) หมายถึงความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (prediction) หมายถึงความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆหรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎและทฤษฎีมาช่วย

#### ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถ

ตรวจสอบได้โดยการสังเกต หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไข เมื่อมีความรู้ใหม่ได้

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally) หมายถึงความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตได้ และวัดได้ นิยามเชิงปฏิบัติการเป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่ายๆ ชัดเจนไม่กำกวม ระบุสิ่งที่จะสังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด ทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

ทักษะการควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะชี้บ่งได้ว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุม ในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ หรือในปรากฏการณ์หนึ่งๆ

4. การทดลอง (experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ

5. การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย

และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้น

#### 4.2 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540: 166) ได้สรุปการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (multiple-choice paper-and-pencil tests)
2. การประเมินพฤติกรรมกรการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (performance assessment)

นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์จาก The University of California แห่งเมืองซานตาบาบาราและจาก The California Institute of Technology ประเทศอเมริกา ได้พัฒนาการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 วิธีด้วยกันคือ

1. การสังเกตพฤติกรรมลงมือปฏิบัติการทดลองของนักเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ
2. การประเมินจากสมุดบันทึกที่นักเรียนใช้บันทึกวิธีการดำเนินการทดลอง
3. การใช้ icon ในสถานการณ์จำลองจากเครื่องคอมพิวเตอร์ (computer stimulation)
4. การตอบคำถามสั้นๆ ที่เกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ และการตีความหมายข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ในประเทศอังกฤษ The Assessment of Performance Unit (APU) ซึ่งเป็นหน่วยงานของกรมวิชาการ (Department of Education and Science) ได้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียน ในหัวข้อต่อไปนี้ คือ

1. การนำเสนอด้วยสัญลักษณ์ (use of symbolic representation) เป็นความสามารถที่จะเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ และตีความหมายข้อมูล ที่เขียนอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ได้
2. การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการวัด (use of apparatus and measuring instruments) เป็นความสามารถพื้นฐานของทักษะอื่นๆ ซึ่งได้แก่ การสังเกต และการดำเนินการทดลอง
3. การสังเกต (observation) การสังเกตได้บูรณาการเข้ากับการตีความหมายข้อมูล และขึ้นอยู่กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เดิม การสังเกตไม่ใช่กิจกรรมที่เป็นอิสระจากทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
4. การตีความหมายข้อมูลและการนำไปใช้ (interpretation and application) เป็นความสามารถในการหาแบบแผนของข้อมูล การพยากรณ์ การตัดสินใจที่เชื่อถือได้ระหว่างพยานหลักฐาน และการลงความคิดเห็น การลงข้อสรุป การให้คำอธิบาย และการตั้งสมมติฐาน

5. การวางแผนการทดลอง (planning of investigation) เป็นความสามารถในการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบแนวความคิด โดยพิจารณาถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องรวมทั้งการใช้การสังเกตและการวัดที่จำเป็น

6. การสืบเสาะหาความรู้ (performance of investigation) เป็นความสามารถในการวางแผนการทดลอง การวัด การสังเกต และการตีความหมายผลที่ได้จากการทดลอง ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ประเมินแยกจากกันตั้งแต่ข้อ 1-5 จะถูกประเมินร่วมกันในการแก้ปัญหาโดยการลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ ในหัวข้อนี้

#### 4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปวีณา ซาลีเครือ (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จินตนา คำสอนจิก (2553:บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการสอนเรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้การ์ตูนอนิเมชันเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติของนักเรียนที่เรียนด้วยการ์ตูนอนิเมชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เอวารวรรณ ศรีจักร (2553:บทคัดย่อ) ได้พัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบชุดแบบฝึกทักษะ พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ประกอบชุดแบบฝึกหัดสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยเฉพาะทักษะการสังเกต ทักษะการสื่อสาร ทักษะการลงความเห็น ซึ่งคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชฎา ศิลมัน (2552: บทคัดย่อ) ได้ประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี จากการศึกษาพบว่าคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมก่อนการจัดกิจกรรมระหว่างการจัดกิจกรรม และหลังการจัดกิจกรรม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

แอลเวน(Elvan. 2010: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบแก้ปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการ

สอนแบบปกติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 3 ด้าน ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่ว ในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

## 5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ

### 5.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติอาจมีชื่อเรียกต่างกันไป เช่น ทศนคติ หรือ เจตคติ มาจากภาษาอังกฤษ คือ attitude ซึ่งมีผู้ให้ความหมายดังต่อไปนี้

นิวคอมบ์ เทอร์เนอร์ และคอนเวอร์ส (Newcomb; Turner; & Converse. 1965: 40-42) ให้ความหมายไว้ว่า เจตคติเป็นความรู้สึก มุมมอง ที่เกิดจากการได้รับการกระตุ้น หรือความพร้อมสำหรับการกระตุ้นทางอารมณ์ เจตคติของบุคคลจึงเป็นความรู้สึกเอนเอียงของจิตใจที่มีต่อประสบการณ์ที่คนเราได้รับอาจมากหรือน้อยก็ได้ เจตคติแสดงออกได้ทางพฤติกรรมซึ่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ การแสดงออกในลักษณะที่พึงพอใจ ชอบหรือเห็นด้วย ลักษณะนี้เรียกว่าเจตคติเชิงบวกหรือเชิงนิมาน (positive attitude) อีกลักษณะหนึ่งคือ การแสดงออกในลักษณะที่ไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ ไม่เห็นด้วย เบื่อหน่ายชิงชัง ลักษณะเช่นนี้ เรียกว่า เจตคติเชิงลบ (negative attitude)

แอลพอต (Allport. 1935: 810) กล่าวว่าเจตคติ หมายถึง สภาพความพร้อมของสมองและประสาทอันได้จากประสบการณ์ และการตอบสนองทั้งทางตรงและโดยอทธิพลของแต่ละบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ และสถานการณ์ทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกัน

ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 54) ได้สรุปความหมายของทัศนคติหรือเจตคติว่าเป็นความรู้สึกเชื่อ ศรัทธา ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนเกิดความพร้อมที่จะแสดงการกระทำออกมา ซึ่งอาจจะไปในทางดีหรือไม่ดีก็ได้ เจตคดียังไม่เป็นพฤติกรรมแต่เป็นตัวการที่จะทำให้เกิดพฤติกรรม ดังนั้นเจตคติจึงเป็นคุณลักษณะของความรู้สึกที่ซ่อนเร้นอยู่ภายในใจ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ปี พ.ศ. 2551 ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitudes toward sciences) ว่าหมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญและคุณค่า

จากความหมายของเจตคติข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติหมายถึง ความรู้สึกนึกคิดภายในจิตใจ ความคิดเห็นส่วนบุคคล ความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ เห็นคุณค่าและประโยชน์ของสิ่งที่

ผู้เรียนได้เรียน เจตคติที่ทั้งทางบวกและลบ สามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (นพคุณ แดงบุญ. 2552: 37; อ้างอิงจาก สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 149) กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว ได้แก่ ความพอใจ ความศรัทธาและซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ ตระหนักในคุณและโทษ ความตั้งใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์การเลือกใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

โครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติมีดังนี้

1. พพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณค่าและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดี และผลเสียจาก

กรอบแนวคิดดังกล่าวได้จัดเรียงพฤติกรรมด้านจิตพิสัยออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด ได้แก่ พฤติกรรม 1 – 4
2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออก ซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมย่อย 2 ส่วน คือ
  - 2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียน ได้แก่ พฤติกรรม 5 – 7
  - 2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้ ได้แก่ พฤติกรรม 8 – 9

สรุปได้ว่า การวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด และพฤติกรรมในระดับการแสดงออก

## 5.2 องค์ประกอบของเจตคติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 59-60) กล่าวว่าแนวคิดของนักจิตวิทยาเกี่ยวกับองค์ประกอบของเจตคติแตกต่างกัน 3 กลุ่ม ดังนี้

1. เจตคติมีองค์ประกอบเดียว ตามความคิดหรือแนวความเชื่อนี้มองว่าเจตคติเกิดจาก

การประเมินเป้าของเจตคติว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบ นักจิตวิทยากลุ่มนี้ได้แก่ เทอร์สโตน (Thurstone. 1931) แอลพอร์ต (Allport. 1935) และคนอื่นๆ อีกหลายคน

2. เจตคติมีสององค์ประกอบ ตามแนวคิดนี้มองว่าเจตคติประกอบด้วย องค์ประกอบด้านสติปัญญา (cognitive) และด้านความรู้สึก (affective) นักจิตวิทยาที่สนับสนุนแนวคิดนี้ ได้แก่ แคทซ์ (Katz. 1960)

3. เจตคติมีสามองค์ประกอบ แนวคิดนี้เชื่อว่าเจตคติมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

3.1 ด้านสติปัญญา ( cognitive component) ประกอบด้วยความรู้ ความคิด และความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อเป้าเจตคติ

3.2 ด้านความรู้สึก (affective component) หมายถึงความรู้สึกหรืออารมณ์ของคนใดคนหนึ่งที่มีต่อเป้าเจตคติ รู้สึกชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น สามารถแสดงความรู้สึกโดยการประเมินสิ่งนั้นว่าดีหรือไม่ดี

3.3 ด้านพฤติกรรม (behavioral component) เป็นด้านแนวโน้มของการจะกระทำหรือจะแสดงพฤติกรรม เจตคติเป็นพฤติกรรมซ่อนเร้น ในขั้นนี้เป็นการแสดงแนวโน้มของการกระทำต่อเป้าเจตคติเท่านั้นยังไม่แสดงออกจริง

### 5.3 การวัดเจตคติ

ลัวิน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 66-116) กล่าวว่า การสร้างเครื่องมือวัดเจตคติมีหลายวิธี เช่น แบบของเทอร์สโตน (Thurstone's method), แบบของลิเกิต (Likert technique), แบบของออสกูต (Osgood's method) และแบบของกัตแมน (Guttman's method)

แบบของลิเกิต (Likert technique) มีผู้นิยมใช้แพร่หลายมากที่สุด มาตรฐานชนิดนี้ประกอบด้วยประโยคต่างๆ มากมาย โดยใช้แสดงความพึงพอใจและไม่พึงพอใจต่อสิ่งต่างๆ หรือเรื่องราวต่างๆ ให้ผู้ตอบเลือกแสดงความรู้สึกของตนเองออกมาตามมาตราส่วนแบบ five point scale และมีการคิดคะแนนตามวิธีการโดยเฉพาะก็จะทราบเจตคติของผู้ตอบได้ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้ พิจารณาว่าต้องการวัดเจตคติของใคร ที่มีต่ออะไร และให้ความหมายของเจตคติและสิ่งที่จะวัดนั้นในแน่นอน

1. เมื่อตีความหมายสิ่งที่จะวัดแน่นอนแล้วก็สร้างข้อความในแต่ละข้อของหัวข้อนั้นๆ โดยให้คลุมเนื้อหาในหัวข้อเหล่านั้น โดยข้อความเหล่านั้น จะมีลักษณะถามความรู้สึกของผู้ตอบซึ่งผู้สร้างเครื่องมืออาจเขียนหรือนำมาจากที่อื่น หรือผู้ทรงคุณวุฒิในด้านนั้นๆ ก็ได้ แต่ต้องมีลักษณะดังนี้ (เพ็ญศรี สิงหวิ. 2551: 25)

1.1 ต้องเป็นข้อความที่เขียนขึ้นในแง่ความรู้สึก ความเชื่อหรือความตั้งใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่ใช่เป็นข้อเท็จจริง (fact)



1.2 ข้อความที่บรรจุลงในมาตราวัด(scale)จะต้องประกอบด้วยข้อความที่เป็นทั้งด้านบวก (positive) และด้านลบ (negative) คละกัน

1.3 ในแต่ละข้อความจะต้องสั้น เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม จำนวนข้อความที่สร้างขึ้นครั้งแรกควรมีประมาณ 30 ข้อ เพราะจะต้องเลือกให้เหลือประมาณ 20-25 ข้อ

2.เมื่อได้ข้อความเพียงพอแล้วก็บรรจุลงในมาตราวัด (scale) โดยให้มีข้อเลือก 5 ข้อ ดังนี้มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

3. กำหนดน้ำหนักในการตอบข้อเลือกต่างๆ ของแต่ละข้อความซึ่งในการกำหนดน้ำหนักว่าเลือกข้อใด ควรจะให้น้ำหนักเท่าใดนั้น มีวิธีการอยู่ 3 วิธี แต่นิยมใช้กันมากที่สุดวิธีหนึ่งคือ arbitrary weighting method ซึ่งกำหนดให้แต่ละข้อเลือก ซึ่งมีน้ำหนัก 5 4 3 2 1 และ 1 2 3 4 และ 5 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของข้อความว่าจะเป็นตัวบวก (positive) หรือตัวลบ(negative)

4. ทดลองใช้แบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบกับกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะพื้นฐานคล้ายๆ กับกลุ่มที่เราจะศึกษา แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อความที่มีความแตกต่างกันของคะแนนในกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด กับกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำสุด เพราะถือว่าข้อความเหล่านี้สามารถจะวัดความรู้สึกที่แตกต่างกันได้

#### 5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ

นพคุณ แดงบุญ (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประยงค์ ประจงไสย (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมพหุปัญญาด้านความเข้าใจในธรรมชาติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

จินตนา แก้วคุณ (2550: บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อ การเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนงค์ คำแสงทอง (2550: บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า และเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความคิดสร้าง

สรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่าง การสอนวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ  
สมองครบส่วน (สคส.) การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) กับการสอนปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียน  
ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบการสอนแบบสมองครบส่วน (สคส.) การสอนแบบ 7E และการสอนแบบปกติ มี  
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการ  
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  
ระดับ .05

ซูเว-อา ฮอง (Zuway R. Hong. 2010: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือต่อ  
ความกังวลใจและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 ที่มีผลการเรียนดี พบว่านักเรียน  
ที่เรียนแบบร่วมมือจะมีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันจะมีความกังวลในการ  
เรียนลดลง

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้สรุปความหมายของเจตคติว่าหมายถึงความรู้สึกนึกคิด  
ความคิดเห็น ความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ เห็นคุณค่าและประโยชน์ของการเรียน



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

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

#### การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี จำนวน 131 คน ซึ่งจัดแบ่งเป็น 3 ห้องเรียน

##### การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวน 1 ห้องเรียน จากนั้นรับสมัครนักเรียนตามความสมัครใจ จำนวน 30 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี

##### ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลซึ่งประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

##### เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาวิชาเคมี ตรงตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 สำหรับมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 โปรตีน

หน่วยที่ 2 คาร์โบไฮเดรต

หน่วยที่ 3 ลิพิด

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยใช้เวลา 14 ชั่วโมง 5 สัปดาห์

ตาราง 1 แสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง

สารชีวโมเลกุล

สัปดาห์ที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
1	บทนำ และกรดอะมิโน*	2
	พันธะเพปไทด์	1
2	โครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีน	1
	การแปลงสภาพโปรตีน	1
	เอนไซม์	1
3	เอนไซม์(ต่อ)	1
	ความสำคัญของคาร์โบไฮเดรต	1
	น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว	1
4	น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (ต่อ)	1
	น้ำตาลโมเลกุลคู่และโพลีแซคคาไรด์	1
	ไขมันและน้ำมัน	1
5	ปฏิบัติการทดสอบสารอาหาร	1
	ปฏิบัติการทดสอบสมบัติคาร์โบไฮเดรต**	1
รวม		14

\* ก่อนเรียนบทนำและกรดอะมิโนทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

\*\* หลังปฏิบัติการทดสอบสมบัติคาร์โบไฮเดรตทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล, แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

## การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

### ขั้นตอนในการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล

การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามเนื้อหาที่ใช้นั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสื่อมัลติมีเดีย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม ซึ่งงานวิจัยนี้จะจัดทำสื่อมัลติมีเดียที่เป็นแบบผสมทั้งมัลติมีเดียแบบการนำเสนอเนื้อหา การฝึกฝนและการทดสอบ โดยโครงสร้างเป็นแบบสาขา เพื่อให้นักเรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ ส่วนประกอบย่อยมี 8 ส่วน ตามแนวคิดของณัฐกร สงคราม (2553: 13-34) การนำเสนอจะเน้นความหลากหลาย ผสมผสาน ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ เข้าด้วยกันเพื่อให้น่าสนใจ และง่ายต่อการสื่อความหมาย โดยสื่อมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นจะถูกบันทึกไว้ในแผ่นซีดีรอม (CD-ROM) และแจกให้กับนักเรียนเพื่อความสะดวกในการศึกษาได้ทุกที่ที่มีคอมพิวเตอร์ และทุกเวลาที่ผู้เรียนต้องการ

2. ศึกษาเอกสารงานวิจัย แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการศึกษาเอกสารดังกล่าวทำให้การผลิตสื่อมัลติมีเดียของงานวิจัยนี้ เน้นการตั้งคำถาม ให้นักเรียนได้เผชิญหน้ากับปัญหา และให้ข้อมูลเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ 3 ด้านได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นอกจากนี้การนำเสนอเนื้อหาจะเน้นให้เข้ากับสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าในเนื้อหาที่เรียน และการนำเสนอเน้นความสวยงาม โดยจะใช้ภาพประกอบและตัวอักษรที่มีสี บางช่วงจะมีเพลงบรรเลงประกอบการนำเสนอ เพื่อให้นักเรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ถือเป็นการพัฒนาเจตคติของนักเรียน

3. ศึกษาเนื้อหาและตัวชี้วัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โครงสร้างหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สาระที่ 3 ดังนี้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4- ม.6	1. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน	โปรตีนเป็นสารที่ช่วยในการเจริญเติบโต เสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ หน่วยย่อยของโปรตีนคือกรดอะมิโนซึ่งมีทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและไม่จำเป็น มีธาตุองค์ประกอบสำคัญคือ C H O และ N การทดสอบโปรตีนในอาหารใช้สารละลาย $\text{CuSO}_4$ กับ NaOH หรือ สารละลายไบยูเรต
	2. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต	คาร์โบไฮเดรตจัดเป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลสและไกลโคเจน โดยมีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเป็นหน่วยย่อยสำคัญ ซึ่งประกอบด้วยธาตุ C H และ O การตรวจสอบสมบัติการรีดิวซ์ของน้ำตาลโดยใช้สารละลายเบเนดิกต์ และการทดสอบแป้งโดยใช้สารละลายไอโอดีน
	3. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน	ไขมันและน้ำมัน เป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมันกับกลีเซอรอล กรดไขมันมีทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบความไม่อิ่มตัวได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน (iodine saturation test)

4. กำหนดรูปแบบของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลซึ่งประกอบด้วย

4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารชีวโมเลกุล

4.1.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสารชีวโมเลกุล

4.1.1.1 กำหนดรายละเอียดของเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

4.1.1.2 นำเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้มาสร้างเป็นเรื่องราวบท

เรียน เป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการนำเสนอผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ไว้บนแผ่นเรื่องราวบทเรียน (story board) โดยประกอบด้วยเนื้อหา การแบ่งพื้นที่หน้าจอของการนำเสนอ รูปแบบ ขนาดและสีของ ตัวอักษร รูปภาพ และกำหนดเงื่อนไขของการนำเสนอ

4.1.1.3. นำแผ่นเรื่องราวบทเรียนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำเสนอต่อประธานควบคุมปริญญาบัตรเพื่อตรวจสอบพิจารณา แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

4.1.1.4. นำแผ่นเรื่องราวบทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว มาสร้างเป็นสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 7

#### 4.2 บทปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2 เรื่อง ได้แก่

##### 4.2.1 การทดสอบสารอาหาร

##### 4.2.2 การทดสอบสมบัติของคาร์โบไฮเดรตประเภทต่างๆ

ในบทปฏิบัติการนักเรียนจะได้ฝึก วางแผนการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การหาคำตอบของปัญหา การแสดงความคิดเห็น การปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. กระตุ้นความสนใจ 2. สำรวจและค้นหา 3. อธิบายและลงข้อสรุป 4. ขยายความรู้ 5. ประเมินผล รูปแบบสื่อเป็นการผสมผสานทั้งการนำเสนอเนื้อหา การฝึกฝนและแบบทดสอบ โดยมีโครงสร้างเป็นแบบสาขา ทำให้ผู้เรียนเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามความสนใจ และบันทึกลงในแผ่นซีดีพร้อม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ที่มีคอมพิวเตอร์และทุกเวลาที่ต้องการ

#### วิธีการหาคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล

##### 1. การหาคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ

นำสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี จำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาและความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข โดยการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียนี้ ใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในลักษณะมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งได้กำหนดคะแนนของระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ดี

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ผลจากผู้เชี่ยวชาญมีเกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ควรปรับปรุง

ผลการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมีจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีจำนวน 3 ท่าน แสดงดังตาราง 2 และตาราง 3

ตาราง 2 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	
	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
<b>1. ด้านเทคโนโลยี</b>		
1.1 ความเหมาะสมของขนาดและตำแหน่งของภาพที่ใช้	4.33	ดี
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย	4.33	ดี
1.3 การกระตุ้นความสนใจด้วยภาพและเสียงประกอบ	4.00	ดี
1.4 การใช้ภาษาถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	ดี
1.5 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4.67	ดีมาก
1.6 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	4.33	ดี
1.7 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.67	ดีมาก
1.8 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.33	ดี
1.9 ความเหมาะสมของพื้นหลังที่ใช้ในบทเรียน	4.33	ดี
1.10 ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบและสร้างภาพ	3.67	ดี
<b>2. ด้านการจัดบทเรียน</b>		
2.1 การออกแบบบทเรียนมีความต่อเนื่องเหมาะสม	4.33	ดี



ตาราง 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	
	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
<b>2. ด้านการจัดบทเรียน(ต่อ)</b>		
2.2 ความยาวของแต่ละหน่วยที่นำเสนอ	5.00	ดีมาก
2.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การใช้เมาส์ แป้นพิมพ์	4.67	ดีมาก
2.4 วิธีการโต้ตอบกับบทเรียนมีความเหมาะสม	4.33	ดี
2.5 ความสะดวกและคล่องตัวในการใช้บทเรียน	4.33	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.38	ดี

ตาราง 3 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	
	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
<b>ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ</b>		
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.00	ดี
2. ความสมบูรณ์ของเนื้อหา	3.67	ดี
3. เนื้อหาบทเรียนครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.00	ดี
4. การจัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	3.00	ปานกลาง
5. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.00	ดี
6. ความเหมาะสมของเนื้อหากับเวลาที่นำเสนอ	4.33	ดี
7. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.00	ดี
8. ความถูกต้องในการใช้ภาษา	4.00	ดี
9. ภาพ ภาพเคลื่อนไหว และภาพ 3 มิติ ช่วยให้เกิดความเข้าใจเนื้อหา	4.00	ดี
10. ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4.00	ดี

ตาราง 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	
	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
11. ส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.33	ดี
12. เนื้อหาบทเรียนโดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับ	3.67	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.92	ดี

จากตาราง 2 และตาราง 3 สรุปผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญได้ว่า สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ มีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีอยู่ในระดับดี โดยคุณภาพด้านเทคโนโลยีมีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.38 และคุณภาพด้านเนื้อหา มีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.92 แสดงว่าสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลมีความเหมาะสมทั้งด้านเทคโนโลยีและด้านเนื้อหา

จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีข้อควรปรับปรุงแก้ไข ดังแสดงในตาราง 4 ตาราง 4 สรุปข้อบกพร่องตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อบกพร่อง	การแก้ไขของผู้วิจัย
<b>ด้านเทคโนโลยี</b>	
1. การจัดวางเมนูไม่เป็นระบบ และไม่เป็นรูปแบบเดียวกัน	1. จัดวางเมนูให้อยู่ด้านล่าง ขวามือของสื่อมัลติมีเดียในทุกสไลด์
2. ปุ่มต่างๆในสื่อมัลติมีเดียไม่มีความชัดเจน	2. เขียนคำอธิบายปุ่มต่างๆ เช่น ไปหน้าหลัก
3. ควรมีคำแนะนำในการใช้สื่อมัลติมีเดียเพื่ออธิบายปุ่มการทำงานต่างๆ	3. จัดทำคำแนะนำในการใช้สื่อมัลติมีเดียไว้บนหน้าแรกของบทเรียน
<b>ด้านเนื้อหา</b>	
<b>โปรดีน</b>	
1. เนื้อหาบางหัวข้อค่อนข้างน้อย ไม่ละเอียด	1. เพิ่มคำอธิบายในเนื้อหาให้มากยิ่งขึ้น
2. ควรเพิ่มรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา	2. เพิ่มรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน
3. ประจุของกรดอะมิโนไม่คงที่ (มี-ไม่มี)	3. แก้ไขโครงสร้างกรดอะมิโนให้มีประจุ
<b>คาร์โบไฮเดรต</b>	
1. การแปลศัพท์เป็นภาษาไทยไม่สม่ำเสมอ เช่น	1. แปลศัพท์ให้เป็นรูปแบบเดียวกันทั้งหมด

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อบกพร่อง	การแก้ไขของผู้วิจัย
<p>รีดิวซ์ หรือ รีดิวส์</p> <p>2. ควรเพิ่มโครงสร้าง 3 มิติของน้ำตาลแบบโซ่เปิด</p> <p>3. ควรเสริมความรู้เรื่องเซลลูโลส ว่าเหตุใดคนจึงไม่สามารถย่อยเซลลูโลสเป็นน้ำตาลได้</p> <p>ไขมัน</p> <p>1. ควรให้ความรู้เรื่องการอ่านชื่อกรดไขมันด้วย</p> <p>2. ควรบอกข้อแตกต่างระหว่างไขมันและน้ำมัน</p> <p>3. คำศัพท์ให้ใช้ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน</p>	<p>2. เพิ่มโครงสร้าง 3 มิติของน้ำตาล</p> <p>3. ให้ความรู้เพิ่มเติมเรื่องเอนไซม์ที่ช่วยย่อยเซลลูโลสที่มีอยู่ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง</p> <p>1. เพิ่มเนื้อหาการอ่านชื่อกรดไขมัน</p> <p>2. ให้ความรู้เรื่องกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของไขมันและน้ำมัน</p> <p>3. แก้ไขคำศัพท์ให้เป็นตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน</p>

เมื่อปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำบทเรียนสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้มาตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพ

## 2. การหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้

นำสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ตามแนวคิดของเมเยอร์ (1984: 305-344) ดังนี้

2.1 ทดลองรายบุคคลกับนักเรียนจำนวน 3 คน ซึ่งมีระดับความรู้ความสามารถเก่งปานกลาง และอ่อน โดยให้ผู้เรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของการสะกดคำ ขนาด สี ตัวอักษร วิธีการโต้ตอบกับบทเรียนและการควบคุมบทเรียน

ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนระหว่างเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มอ่อน จะไม่สามารถทำกิจกรรมได้ทันเวลาที่กำหนด เนื่องจากใช้เวลาในการทำความเข้าใจเนื้อหา รวมถึงแบบฝึกหัดภายในสื่อมัลติมีเดียเป็นเวลานาน สำหรับนักเรียนกลุ่มปานกลางและเก่งสามารถทำกิจกรรมได้ทันเวลาที่กำหนด และพบข้อบกพร่องของการสะกดคำบางส่วน ผู้วิจัยจึงได้นำสื่อมัลติมีเดียดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไข ในส่วนของการสะกดคำให้ถูกต้อง รวมทั้งแก้ไขคำอธิบายเนื้อหาให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น

2.2 ทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียน จำนวน 6 คน โดยนักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1

เครื่อง ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนควบคู่ไปกับการเรียนแต่ละบท และเมื่อจบบทเรียนให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล ซึ่งผลจากการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 76.30/72.08 ผู้วิจัยจึงแก้ไขสื่อมัลติมีเดียอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ

2.3 ทดลองภาคสนาม โดยนำสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียน 30 คน โดยนักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนควบคู่ไปกับการเรียนแต่ละบท และเมื่อจบบทเรียนให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ได้ตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจากการตอบคำถามในการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้แต่ละเรื่อง ในเกณฑ์มาตรฐาน  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80 มีความหมายดังนี้

$E_1$  ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80%

$E_2$  ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80%

เมื่อพิจารณาข้อมูล  $E_1$  และ  $E_2$  ถ้าได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80 / 80 จะถือว่าเป็นสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ที่สมบูรณ์ แต่ถ้า  $E_1/E_2$  ไม่ถึงเกณฑ์ 80 / 80 ถือว่าไม่สมบูรณ์ต้องปรับปรุงแก้ไข

จากการนำสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน ปรากฏผลดังตาราง 5 ตาราง 5 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล จากนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	45	37.50	4.02	83.33 ( $E_1$ )
หลังเรียน	40	32.60	3.74	81.50 ( $E_2$ )

จากตาราง 5 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบระหว่างเรียน ( $E_1$ ) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ( $E_2$ ) มีค่า 83.33 และ 81.50 ตามลำดับ ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

ไว้ แสดงว่าสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล มีประสิทธิภาพ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

### ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารการวัดผลประเมินผล ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในงานวิจัยนี้ได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งจะวัดความสามารถของผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย ตามแนวคิดของบลูม (Benjamin S. Bloom. 1956) เป็น 4 ขั้นตอน ตามระดับความซับซ้อนจากต่ำไปสูงได้แก่ ด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สำหรับขั้นการสังเคราะห์ และการประเมินค่า ผู้วิจัยไม่ได้นำมาบรรจุไว้ในแบบทดสอบนี้ เนื่องจากในสื่อมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น มีสถานการณ์หรือเนื้อหาที่ให้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาทักษะ 2 ด้านนี้อยู่บ่อย ประกอบกับเป็นระดับความสามารถขั้นสูง ที่แบบทดสอบแบบปรนัยอาจไม่สามารถทำให้นักเรียนแสดงความสามารถที่มีได้อย่างเต็มที่

2. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลซึ่งผู้วิจัยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลดังนี้ โปรตีน 7 ข้อ, คาร์โบไฮเดรต 6 ข้อ และลิพิด 7 ข้อ

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด โดยสร้างแบบทดสอบเรื่องโปรตีนจำนวน 50 ข้อ เรื่องคาร์โบไฮเดรตจำนวน 30 ข้อ และเรื่องลิพิดจำนวน 20 ข้อ รวมทั้งหมด 100 ข้อ

### วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนเคมี จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ตัวเลือกความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และความถูกต้องด้านภาษา โดยพิจารณาข้อสอบที่มีค่าความเที่ยงตรง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป คะแนนที่ประกอบการพิจารณามีเกณฑ์ดังนี้คือ +1 หมายถึง เห็นด้วย, 0 หมายถึง ต้องแก้ไข, -1 หมายถึง ต้องตัดทิ้ง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะได้แก่ คำถามและตัวเลือกบางข้อกำกวม เข้าใจยาก ผู้วิจัยจึงได้ตั้งคำถาม และเปลี่ยนตัวเลือกใหม่ให้เข้าใจง่ายขึ้น โครงสร้างสารชีวโมเลกุลในแบบทดสอบไม่เป็นรูปแบบเดียวกัน ผู้วิจัยจึงปรับแก้ให้โครงสร้างสารชีวโมเลกุลเป็นรูปแบบเดียวกัน

2. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เคยเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลมาแล้ว และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มประชากร และกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

3. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจสอบคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นรายชื่อ

4. คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.82 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป ประกอบด้วยข้อสอบปรนัย 15 ข้อ คาร์โบไฮเดรต 15 ข้อ และลิพิด 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 40 ข้อ รายละเอียดในภาคผนวก จ

5. นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ได้ 0.88

### **ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีหลายแบบเช่น แบบสังเกตพฤติกรรม การประเมินจากสมุดบันทึกที่นักเรียนทำการทดลอง แต่งานวิจัยนี้เน้นการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดีย นักเรียนไม่มีสมุดบันทึกการทดลอง ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบข้อสอบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ

2. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับบูรณาการ 3 ระดับ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยกำหนดสถานการณ์ใหม่ แต่มีเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องสารชีวโมเลกุล

### **วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**

1. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้การเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และความถูกต้องด้านภาษา โดยพิจารณาข้อสอบที่มีค่าความเที่ยงตรง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป ซึ่งคะแนนที่ประกอบการพิจารณามีเกณฑ์ดังนี้คือ +1 หมายถึง เห็นด้วย, 0 หมายถึง ต้องแก้ไข, -1 หมายถึง ต้องตัดทิ้ง ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญได้แก่การแก้ไขคำศัพท์บางคำเช่น ดรอปเปอร์ ควรเปลี่ยนเป็นหลอดหยด หรือคำว่าการละลายโปรตีน ต้องเปลี่ยนเป็นการตกตะกอนโปรตีน เป็นต้น

2. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ ไปใช้ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เคยเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลมาแล้ว และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสภาพ

แวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ แล้ววิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)

3. คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.52 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.43 ขึ้นไป จำนวน 6 ข้อ แบ่งเป็นเรื่องโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และลิพิดอย่างละ 2 ข้อ

4. นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ได้ 0.81

### ขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติ ตามวิธีของลิเกิต (Likert technique) จากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยงานวิจัยนี้สร้างแบบวัดเจตคติที่มี 3 องค์ประกอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 59-60) ได้แก่ 1.ด้านสติปัญญา ข้อที่ 1-4 2.ด้านความรู้สึก ข้อที่ 5-10 และ 3.ด้านพฤติกรรม ข้อที่ 11-15 รวมทั้งหมด 15 ข้อ

2. สร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องชีวโมเลกุล แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 4 3 2 และ 1 หมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามลำดับ โดยมีเกณฑ์การแปลผลดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึงว่ามีเจตคติในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึงว่ามีเจตคติในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึงว่ามีเจตคติในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึงว่ามีเจตคติในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึงว่ามีเจตคติในระดับน้อยที่สุด

### วิธีการหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องชีวโมเลกุล

1. นำแบบวัดเจตคติที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความชัดเจนของคำถาม ความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้การเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความถูกต้องด้านภาษา โดยพิจารณาข้อสอบที่มีค่าความเที่ยงตรง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป ซึ่งคะแนนที่ประกอบการพิจารณามีเกณฑ์ดังนี้คือ +1 หมายถึง เห็นด้วย, 0 หมายถึง ต้องแก้ไข, -1 หมายถึง ต้องตัดทิ้ง จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญข้อคำถามในแบบวัดเจตคติมีค่าความเที่ยงตรง 0.67 ขึ้นไป จึงสามารถใช้ได้ทั้ง 15 ข้อ รายละเอียดในภาคผนวก ง

2. นำแบบวัดเจตคติที่ได้ไปหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ได้ 0.70

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานการทดลองดังนี้

1. สุ่มนักเรียนโดยการจับสลากห้องเรียนมา จำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน
2. ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง
3. ทดสอบก่อนเรียน (pretest) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ดำเนินการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยนักเรียน 1 คนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง และผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง
5. ทำการทดสอบหลังเรียน (posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล
6. ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทดลองทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

## การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การคำนวณค่าประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล
2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการแจกแจงที่ (t-test) แบบ t dependent
3. ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 3 ชั้น ได้แก่ ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการแจกแจงที่ (t-test) แบบ t dependent
4. ศึกษาเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ใช้สูตร  $E_1 / E_2$  ดังนี้ (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 284)



$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	แทน ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตอบคำถามระหว่างเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้
	$E_2$	แทน ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตอบคำถามหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้
	$\sum X$	แทน คะแนนรวมจากการตอบคำถามระหว่างเรียนของนักเรียน
	$\sum Y$	แทน คะแนนรวมจากการตอบคำถามหลังเรียนของนักเรียน
	N	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	A	แทน คะแนนเต็มของการตอบคำถามระหว่างเรียน
	B	แทน คะแนนเต็มของการตอบคำถามหลังเรียน

2. สถิติที่ใช้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คำนวณจากสูตร t-test for dependent samples โดยใช้สูตร (ลิ้น สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538 : 100-101)

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

เมื่อ	t	แทน ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที
	D	แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการเรียนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้
	$\sum D^2$	แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการเรียนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้
	n	แทน จำนวนคู่ของคะแนนจากการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

### 3. สถิติที่ใช้ศึกษาเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

3.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย (mean) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538 : 73)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากสูตร (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2538 :79)

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

เมื่อ  $S$  แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

### 4. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

4.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ และแบบทดสอบโดยพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2545 : 150)

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

เมื่อ  $IOC$  แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$$\frac{\sum R}{N} \text{ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}$$

$$N \text{ แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ}$$

4.2 หาค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 183-186)

$$P_D = \frac{N_w}{N_t}$$

เมื่อ	$P_D$	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	$N_w$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิด
	$N_t$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

$$D = \frac{U}{n_u} - \frac{L}{n_L}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	$n_u$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	$n_L$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

4.3 หาค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มอ่อน ด้วยเทคนิค 27% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมดใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2538 : 199-200)

$$\text{ค่าความยากง่าย} = \frac{S_u + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

$$\text{อำนาจจำแนก} = \frac{(S_u - S_L)}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$S_u$	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	$X_{Max}$	แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{Min}$	แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	$N$	แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

4.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (ลิ้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2538 : 197-198)

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

เมื่อ	$n$	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$p$	แทน	สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ นั่นคือสัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด
	$q$	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือคือ $1-p$
	$S_t^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

4.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ลิ้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2538 : 200)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	$n$	แทน	จำนวนของข้อเครื่องมือวัด
	$S_i^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	$S_t^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้นทั้งฉบับ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยเสนอตามสมมติฐานของการวิจัย คือ ประสิทธิภาพของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่

สมมติฐานข้อที่ 1 สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80

สมมติฐานข้อที่ 2 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 3 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 4 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล อยู่ในระดับดี

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นจนมีคุณภาพระดับดี ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลตามสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

**สมมติฐานข้อที่ 1 สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80 มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้**

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายบุคคลกับนักเรียนจำนวน 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเก่งปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ยังมีข้อบกพร่องด้านการสะกดคำ คำชี้แจงในการใช้บทเรียนเข้าใจได้ยาก และการอธิบายเนื้อหาบางส่วนยังไม่ละเอียดทำให้นักเรียนในกลุ่มอ่อนใช้เวลาศึกษาทำความเข้าใจนาน และไม่ทันเวลาที่กำหนด ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงก่อนนำไปทดลองต่อไป

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบกลุ่มเล็กกับนักเรียนจำนวน 6 คน คะแนนที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์  $E_1/E_2$  ได้ผลดังแสดงในตาราง 6 (รายละเอียดในภาคผนวก จ)

ตาราง 6 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจำนวน 6 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	45	34.33	5.01	76.30 ( $E_1$ )
หลังเรียน	40	28.83	2.04	72.08 ( $E_2$ )

จากตาราง 6 สรุปได้ว่า ผลคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบระหว่างเรียนของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 34.33 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.30 และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ( $E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 28.83 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.08 ดังนั้นผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลแบบกลุ่มเล็ก พบว่ามีประสิทธิภาพ 76.30/72.08

3. ผลการวิเคราะห์สำหรับหาประสิทธิภาพในการทดสอบภาคสนาม

ในการทดสอบภาคสนาม จะใช้ นักเรียนจำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล ได้ผลดังแสดงในตาราง 7 (รายละเอียดในภาคผนวก จ.)

ตาราง 7 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจำนวน 30 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	45	37.50	4.02	83.33 ( $E_1$ )
หลังเรียน	40	32.60	3.74	81.50 ( $E_2$ )

จากตาราง 7 สรุปได้ว่าผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ( $E_1$ ) ของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 37.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.33 และผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ( $E_2$ ) ของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 32.60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.50 ดังนั้นผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล พบว่ามีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 83.33/81.50 ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80

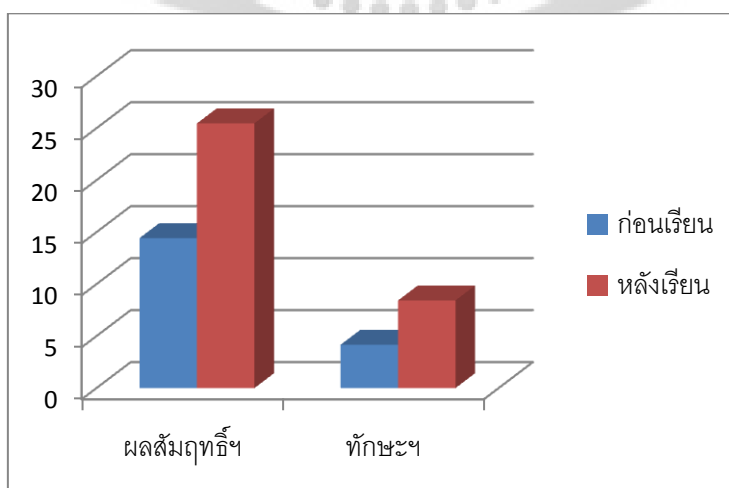
สมมติฐานข้อที่ 2 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 8 ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	40	14.43	4.21	-12.755*	.000
หลังเรียน	40	25.47	5.10		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 สรุปได้ว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่กำหนดว่านักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล พบว่าคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 ด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 3 แสดงผลต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

**สมมติฐานข้อที่ 3 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ความแตกต่างระหว่างคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	18	4.17	1.78	-7.837*	.000
หลังเรียน	18	8.43	3.48		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 สรุปได้ว่า นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่กำหนดว่านักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**สมมติฐานข้อที่ 4 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล อยู่ในระดับดี** มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. เรื่องสารชีวโมเลกุลไม่ยากเกินไปที่จะทำความเข้าใจ	4.33	0.71	ดี
2. การเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลทำให้นักเรียนเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต	4.23	0.67	ดี
3. นักเรียนเห็นว่าถ้านำความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลไปใช้ในชีวิตรประจำวันจะทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น	4.20	0.63	ดี
4. นักเรียนเห็นว่าถ้านำความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลเป็น			



ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
พื้นฐานในการเรียนระดับที่สูงขึ้นได้เป็นอย่างดี	4.37	0.71	ดี
5. นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล	4.53	0.50	ดีมาก
6. นักเรียนรู้สึกเพลิดเพลินในการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล	4.27	0.63	ดี
7. นักเรียนชอบเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ที่มีภาพโมเลกุล 3 มิติ ทำให้เห็นเป็นรูปธรรม	4.20	0.75	ดี
8. นักเรียนพอใจการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ที่มีภาพเคลื่อนไหวพร้อมคำอธิบายทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น	4.40	0.71	ดี
9. นักเรียนไม่รู้สึกเบื่อและเกิดแรงจูงใจที่มีแบบทดสอบให้ทำในระหว่างเรียน	4.27	0.57	ดี
10. นักเรียนชอบเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลที่มีการทดลองจริงในห้องปฏิบัติการ	4.33	0.75	ดี
11. นักเรียนมีความตั้งใจเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล	4.03	0.60	ดี
12. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล	4.23	0.67	ดี
13. นักเรียนตั้งใจจะทำคะแนนให้ดีในการสอบเรื่องสารชีวโมเลกุล	4.57	0.67	ดีมาก
14. นักเรียนอยากค้นคว้าเพิ่มเติมในวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นที่เกี่ยวข้องกับสารชีวโมเลกุล	3.97	0.57	ดี
15. นักเรียนอยากที่จะอธิบายความสำคัญของสารชีวโมเลกุลให้บุคคลใกล้ชิดได้รับรู้	4.03	0.71	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.26	0.66	ดี

จากตาราง 10 สรุปได้ว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียน เรื่อง สารชีวโมเลกุล อยู่ในระดับ ดี ( $\bar{X} = 4.26$ ) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ที่กำหนดว่านักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล จะมีเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล อยู่ในระดับดี

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยศึกษา ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้าน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80
2. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล อยู่ในระดับดี

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### ขอบเขตของการวิจัย

### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี จำนวน 131 คน ซึ่งจัดแบ่งเป็น 3 ห้องเรียน

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 3 ห้องเรียน จากนั้นรับสมัครนักเรียนตามความสมัครใจ จำนวน 30 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี

### ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

#### 1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล

#### 2. ตัวแปรตาม ได้แก่

ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ซึ่งประกอบด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวิธีดำเนินการวิจัย 2 ขั้นตอน ดังนี้คือ

1. สร้างและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล ให้มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยทำการทดสอบเป็นรายบุคคล ทดสอบกลุ่มย่อย และทดสอบภาคสนาม

2. นำสื่อมัลติมีเดียที่ได้ประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ นักเรียนปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

2.2 ทดสอบก่อนเรียน (pretest) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ดำเนินการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยนักเรียน 1 คนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง และผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง

2.4 ทำการทดสอบหลังเรียน (posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

2.5 ตรวจสอบผลการทดสอบนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้ จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ตามเกณฑ์ 80/80

2. วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้สถิติ t dependent

3. วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถิติ t dependent

4. วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดเจตคติทางการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย

### สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 83.33/81.50 ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

3. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล สรุปได้ว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

4. นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล อยู่ในระดับ ดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

### การอภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการศึกษาวิจัยจะเสนอตามลำดับของสมมติฐานการวิจัยดังนี้

**สมมติฐานข้อที่ 1** สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 80/80

ผลการวิจัยพบว่า สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจาก

1. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ที่สร้างขึ้นได้พัฒนาอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การกำหนดจุดมุ่งหมาย เพื่อให้สื่อมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537 : 56-60) การศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา การวางแผนการดำเนินการพัฒนา จนถึงขั้นตอนของการพัฒนา ที่มีการเขียนสคริปต์และสตอรี่บอร์ด มีการนำภาพนิ่ง และสื่อวีดิทัศน์มาใช้ (พจนีย์ สุขชานา.2548: 130-131) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสื่อมัลติมีเดีย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และงานวิจัยต่างๆ เพื่อนำมาประมวลผล ทำให้การพัฒนาให้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้มีรูปแบบและเนื้อหาที่สมบูรณ์

2. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา และด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยผลการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและเทคโนโลยีการศึกษา อยู่ในระดับดี และจากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญทำให้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ได้มีการตรวจสอบ แก้ไข ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ในขั้นตอนของการดำเนินการทดลองก็เป็นไปตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา โดยนำผลที่ได้จากการทดลองรายบุคคล และกลุ่มย่อยมาวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง (ฉลองชัย สุรวฒนบุญรณ์. 2528 : 214-275) เพื่อให้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้มีความเหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากเหตุผลดังกล่าวทำให้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 83.33/81.50 ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 80/80 และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**สมมติฐานข้อที่ 2** ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาขึ้น ได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน ทำให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบได้ว่าการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ (ณัฐกร สงคราม. 2553:15) หากผู้เรียนยังไม่เข้าใจเนื้อหาในบทเรียนก็สามารถย้อนกลับไปทบทวนบทเรียน ทำแบบทดสอบได้ตามความต้องการ และสามารถควบคุมอัตราเร็วในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้สื่อมัลติมีเดียยังสามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ กล่าวคือผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามความสนใจ ตามความสามารถทางสติปัญญา (พรพิไล เลิศวิชา. 2544: 25) ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองมีประสิทธิภาพและน่าสนใจยิ่งขึ้น

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยให้ผู้เรียนเผชิญหน้ากับปัญหาและค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ดังที่จอยส์และไวล์ (Joyce; & Weil. 1986: 56-57) กล่าวว่าในการเรียนรู้นี้ผู้เรียนจะสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทางสติปัญญาอย่างเต็มที่ สอดคล้องกับภพ เลาหไพบูลย์ (2542: 156-157) ที่กล่าวว่าข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือนักเรียนสามารถเรียนรู้ในมิติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดี ดังงานวิจัยของเจริญสุข คงชาติ (2552: 59) พบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนการ์ตูนสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิมลรัตน์ ลิหะสุนนท์ (2551: 56) ลาวรรณ โสมแพน (2550: 71) และมาติน บาร์ธอลโลว์ (Martin Bartholow. 2007: บทคัดย่อ)

3. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาขึ้น มีการนำสื่อหลายๆ ประเภทมาใช้ร่วมกัน เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดิทัศน์ เป็นการสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน และยังเป็นประโยชน์ต่อบทเรียนที่สลับซับซ้อน เข้าใจยาก ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว จำได้อย่างถาวร (สุคนธ์ สินธพานนท์. 2552. 71) ซึ่งสอดคล้องกับจริยา เหนียนเฉลย (2549: 173) ที่กล่าวว่า สื่อมัลติมีเดียช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาต่างๆ ได้ดีเกือบทุกเรื่อง ทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนและเป็นการเรียนรู้ที่มีความคงทนถาวร

จากเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดย

ใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**สมมติฐานข้อที่ 3** ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1.รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกวางแผนการเรียนรู้ สืบหาข้อมูล อภิปรายสรุปความรู้ที่ได้ และนำไปสู่การสรุปข้อสมมติฐาน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้ และได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นไปตามคำกล่าวของจอยส์และไวล์ (Joyce; & Weil. 1996: 56-57) ที่กล่าวว่าเป้าหมายของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้คือช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทางสติปัญญาและทักษะกระบวนการที่จำเป็นต่อการค้นหาคำตอบจากสิ่งที่ผู้เรียนสงสัยใคร่รู้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของเพกกี บริกแมน และคณะ (Peggy Brickman; at all. 2009: บทคัดย่อ) ที่กล่าวว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความเชื่อมั่นในตนเองของผู้เรียนได้

2. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาขึ้น มีส่วนประกอบที่เป็นบทปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2 เรื่องได้แก่ การทดสอบสารอาหาร และการทดสอบสมบัติของคาร์โบไฮเดรตประเภทต่างๆ ทำให้นักเรียนจะได้ฝึก วางแผนการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนนอกเหนือจากการเรียนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียว และจากการตรวจสอบกระดาษคำตอบของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนส่วนมาก พบว่าคำตอบก่อนเรียนจะเป็นการอธิบายโดยใช้ข้อความยาวๆ เช่น การทดสอบสารตัวอย่าง 3 ชนิด ทำได้โดยการนำไปทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ สารละลายไอโอดีน และสารละลายไบยูเรต แต่หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้แล้ว พบว่าคำตอบของนักเรียน มีลักษณะเป็นขั้นตอนตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น กล่าวคือ มีการตั้งสมมติฐาน การกำหนดอุปกรณ์และสารเคมี มีขั้นตอนการทดลองและแสดงตารางบันทึกผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้

ตั้งที่ญาดาพนิต พิณกุล (2539: 285) และพจนานุกรม (2549: 2) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรากฐานมาจากทฤษฎีทางจิตวิทยาของเพียเจต์ (Piaget) ช่วยให้ผู้เรียนได้รับทักษะในการเรียนรู้ รู้จักวางแผนกำหนดขอบเขตวิธีการเรียนรู้ วิเคราะห์อภิปรายสรุปความรู้ที่ได้รับ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของอนันต์ ศิริทองสุข (2548: บทคัดย่อ) สุพัตรา ฝ่ายพันธ์ (2552: 57-58) และ มูซาฟา คาาน และมุฮัมมัด ซาฟา (Muzaffar Khan & Muhammad Zafar. 2011: 175)

จากเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**สมมติฐานข้อที่ 4** ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุลด้านเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล อยู่ในระดับดี

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล มีเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล อยู่ในระดับ ดี เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1. สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาขึ้น สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ คือได้ตอบและให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนได้ทันที ทำให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้และทราบความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเองได้ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ สอดคล้องกับกิดานันท์ มลิทอง (2548: 196) ที่กล่าวว่า การเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียเป็นการเรียนแบบ กระจัดกระจาย ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ นอกจากนั้นภายในสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ยังประกอบด้วยแบบฝึกหัด และคำถามระหว่างเรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและได้รับสนุกสนานในระหว่างการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประภาพรรณ พลະสวัสดิ์ (2549: บทคัดย่อ) วิจิตร สมบัติวงศ์ (2549: 74) จิรพันธ์ ทัศนศรี (2548: 72) และคิงส์-โดว์ ซู (King-Dow Su. 2008: 1365-1374)

2. การเรียนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ สามารถเลือกเรียนเนื้อหาที่ตนเองต้องการและควบคุมอัตราเร็วในการเรียนได้ สามารถย้อนกลับไปศึกษาเนื้อหาเดิมเมื่อไม่เข้าใจ ผู้เรียนจึงไม่รู้สึกกดดันระหว่างเรียน ไม่รู้สึกว่าถูกควบคุมโดยครูผู้สอน สอดคล้องกับพรพิไล เลิศวิชา (2544: 25) ที่กล่าวว่า สื่อมัลติมีเดียส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคล ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจและความสามารถทางสติปัญญาโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอรุณนิจรุดี ปกป้อง (2549: 39-43) ที่สรุปว่า สื่อมัลติมีเดียทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนเนื่องจากผู้เรียนสามารถเรียนรู้นอกเวลาเรียนได้ และไม่รู้สึกอับอายเพื่อนเมื่อประสบความล้มเหลวในการเรียน และสื่อมัลติมีเดียยังมีการเสริมกำลังใจ



ในบางโอกาส ทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียน นอกจากนี้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ยังมีภาพประกอบที่มีสีสันสวยงาม ภาพสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ และเสียงบรรยายประกอบเนื้อหา จึงทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิจิตรสมบัติวงศ์ (2549: 75) จุฑามาศ แหนผัน (2548: 55) และ ฮัคและคณะ (Huk; et all. 2010: 455-469)

3. การนำเสนอเนื้อหาเรื่องสารชีวโมเลกุล ทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าสารชีวโมเลกุลมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต และความรู้ที่ได้รับจากการเรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้เรียนจึงเห็นคุณค่าและประโยชน์ต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอลิสเสนามนตรี (2551: 130) ที่สรุปว่า ผู้เรียนเห็นคุณค่าต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล เพราะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้สิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตดีขึ้น และหากนำความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลไปใช้จะทำให้มีคุณภาพชีวิตที่ดี

จากเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นการสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล มีเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลอยู่ในระดับ ดี

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ จำเป็นต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน โดยเฉพาะความเร็วในการประมวลผลซึ่งจะมีผลอย่างยิ่งในกรณีที่มีการใช้ภาพเคลื่อนไหว หรือวีดิทัศน์ หากผู้สอนบันทึกสื่อมัลติมีเดียลงในแผ่นซีดี-รอม จะทำให้การเชื่อมโยงหลายมิติเป็นไปได้ช้า จึงควรบันทึกสื่อมัลติมีเดียไว้ในความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ จะทำให้การเรียนรู้ทำได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ควรจัดให้ผู้เรียนมีหูฟังที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ให้ครบทุกคน จะได้ไม่รบกวนสมาธิเพื่อนร่วมชั้นเรียน

1.2 ผู้สอนควรมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สามารถให้คำแนะนำแก่นักเรียนในระหว่างควบคุมชั้นเรียนได้ อีกทั้งควรจัดเวลาให้นักเรียนทบทวนนอกเหนือจากเวลาเรียน และให้นักเรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้สอนได้ตลอดเวลาโดยใช้อินเทอร์เน็ต

1.3 ควรเพิ่มทปฏิบัติการเช่น การแปลงสภาพโปรตีน การทำโยเกิร์ต การทำสบู่ เพื่อเป็นการส่งเสริมความเข้าใจในบทเรียน ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการที่จำเป็น ได้รับความสนุกสนาน และเห็นว่าการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

1.4 เพื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงบทเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลาที่ต้องการ ผู้สอนควรนำสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ไปไว้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต(internet) บันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ของ

ห้องสมุดโรงเรียน หรือให้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้แก่นักเรียนในรูปแบบซีดี-รอม เพื่อให้ นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองในทุกเวลาและทุกสถานที่

## 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาประสิทธิผลของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ กับตัวแปรอื่น เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์

2.2 ควรพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ในบทเรียนอื่นๆที่เป็นนามธรรม ให้เห็นเป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น เช่น โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี และกรด นิวคลีอิก





## บรรณานุกรม

- กนกศักดิ์ ลุนสำโรง. (2551). ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา กรมการศาสนา.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- . (2548). เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติพงษ์ หมอกมุงเมือง. (2546). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแสงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- คริสติน เนลสัน. (2000). การสอนในยุคไซเบอร์. แปลโดย สนธิดา เกยูรวงศ์. กรุงเทพฯ: เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า.
- จรรยา เหนียนเฉลย. (2549). เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- จินตนา คำสอนจิก. (2553). การพัฒนาชุดการสอนเรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้การ์ตูนอนิเมชันเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จินตนา แก้วคุณ. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา). เลข: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. ถ่ายเอกสาร.

- จิรพันธุ์ ทศนครี. (2548). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่3 ที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบชิปปากับแบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินฎยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เจริญสุข คงชาติ. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนการ์ตูน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉลองชัย สุวัฒน์บุรณ์. (2528). การเลือกใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนากานต์ ศรีชมภู. (2550). การพัฒนาบทเรียนผ่านเว็บ วิชาชีววิทยา เรื่องการหายใจระดับเซลล์ (cell respiration) สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชาญวิทย์ สันดอน. (2548). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชาริณา พลสา. (2553). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณัฐกร สงคราม. (2553). การออกแบบและพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ณัฐฐากรณ์ นิลขำ (2554) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องร่างกายของเราสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดาวัลย์ ฉิมภู. (2551). ชิวเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิพวรรณ เดชสงค์. (2551). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โครงสร้างอะตอมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินฎยานิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ทิตินา แชมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพคุณ แดงบุญ. (2552). *การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นันทพร สุวาท. (2546). *การใช้ชุดพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนลาซาลโชติรวินครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์*. ปริญญา นิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). นนทบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- บุษยามาศ ทองหล่อ. (2547). *การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประยงค์ ประจงไสย. (2551). *การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมพหุปัญญาด้านความเข้าใจในธรรมชาติ*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประเสริฐ ศรีโพโรจน์. (2538). *ชีวเคมี : คำถาม คำตอบ และคำอธิบาย*. กรุงเทพฯ: เอส แอนด์ เค บุคส์.
- ปวีณา ชาลีเครือ. (2553). *การศึกษามลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปัทมา เมืองลี. (2552). *การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกมประกอบการสอนวิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พจนา ทวีพย์สมาน. (2549). *การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พจนีย์ สุขชานา. (2548). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กาญจนบุรี. ท็อปดับเบิลเอ.
- . (2549). เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต: เอกสารประกอบการสอนรายวิชา.  
กาญจนบุรี: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.
- พนิดา เอี่ยมบุญ. (2553). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มี  
ผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทาง  
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรพิไล เลิศวิชา. (2544). มัลติมีเดียเทคโนโลยี กับโรงเรียนในศตวรรษที่ 21. พิมพ์ครั้งที่ 2.  
กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- พันธ์ ทองชุม. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. ปัตตานี: คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พิชิต ฤทธิ์บุญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: แฮร์ส ออฟ  
เคอร์มีส์ท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- เพ็ญศรี สิงห์วี. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ  
เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาทั่วไป 1 จากการเรียนการสอนโดยโครงงาน.  
สุพรรณบุรี: สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2534). การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่: เชียงใหม่  
คอมเมอร์เชียล.
- . (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- . (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มนมนัส สุดสิ้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิด  
วิเคราะห์ วิจัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
ประกอบการเขียนผังมโนคติ. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต  
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2552). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 8.  
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชฎา ศิลมัน . (2552). การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทาง  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง)  
จังหวัดปทุมธานี. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ :

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รัตนา สัมพันธ์ชิต. (2548). *ชีวเคมี โครงสร้างและหน้าที่ของชีวโมเลกุล*. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

ล้วน สายยศ; และอังกณนา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5.

กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

----- (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลาวรรณ โสมแพน. (2550). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รววิทย์ นิเทศศิลป์. (2551). *สื่อและนวัตกรรมการเรียนรู้*. ปทุมธานี: สกายบุ๊กส์.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว).

----- (2542). *การพัฒนาการคิดของนักเรียนด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

วัฒนา พาผล. (2551). *การวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วินุรักษ์ สุขสำราญ. (2553). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิมลรัตน์ ลิ้มสุนนท์. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความฉลาดทางอารมณ์ด้านทักษะทางสังคมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2544). *การเสริมสร้างการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อความเป็นเลิศในระบบการศึกษาของไทย: ยุทธศาสตร์ในการสร้างบุคลากรทางวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาประเทศในยุคโลกาภิวัตน์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.



- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ. (2537). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม.
- สถาปนา เกษมศิลป์. (2546). *การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงกับการสอนตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. ถ่ายเอกสาร.
- สายรุ้ง กิจโชติช่วง. (2553). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมกระบวนการแก้ปัญหาอนาคต*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2551). *นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.
- สุพัตรา ฝ่ายจันทร์. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรภา ชูสวัสดิ์. (2550). *ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กส์ เซนเตอร์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สรศักดิ์ แพรดำ. (2544). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. อุบลราชธานี : สถาบันราชภัฏ อุบลราชธานี.
- เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อนันต์ ศิริทองสุข. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง*. สารนิพนธ์ กศ.ม.

- (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร. อติสา เสนามนตรี. (2551). *การพัฒนาวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบสื่อประสมเรื่องชีวโมเลกุลด้วยรูปแบบการบูรณาการสำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อภาพร สิงหาช. (2545). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เอราวรรณ ศรีจักร. (2550). *การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบชุดแบบฝึกทักษะ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษานปฐมวัย). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Allport, G. W. (1935). *Handbook of Social Psychology*. Worcester, Massachusetts: Clark University Press.
- Bass, Joel E.; Contant, Terry L.; & Carin, Arthur A. (2009). *Teaching science as inquiry*. 7th ed. New Jersey: Pearson Education.
- Brown; et al. (2009). *Organic Chemistry*. 5th ed. California: Brooks/Cole.
- Canan; & Tekin. (2006, November). Identifying students' misconceptions about nuclear chemistry A study of Turkish high school students. *Journal of chemical education*. 83(11): 1712.
- Carin, Arthur A.; & Sund, Robert B. (1975). *Teaching science through discovery*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.
- Carin and Sund. (1880). *Teaching Modern Science*. 3rd ed. Columbus: Charle E. Merrill Publishing.
- Chambers, Kent A. (2007). Enhancing student performance in first-semester general chemistry using active feedback through the world wide web. *Journal of chemical education*. 84(7): 1130-1135.
- Collette, Alfred T.; & Eugene L. Chiappetta. (1986). *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.

- Elvan, Ince Aka. (2010). Effect of Problem Solving Method on Science Process Skills and Academic Achievement. *Journal of Turkish science education*. 7(4): 13-25.
- Etuk; et al. (2011). Constructivist instructional strategy and pupils' achievement and attitude towards primary science. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*. 5(1): 30-46.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. Columbus, Ohio: McGraw-Hill.
- Guan, Y.-H. (2009). *A Study on the Learning Efficiency of Multimedia-Presented, Computer-Based Science Information*. *Educational Technology & Society*. 12 (1): 62–72.
- Joyce, Bruce; & Weil, Marsha. (1986). *Models of Teaching*. 3rd ed. New Jersey: Prentice/Hall.
- Kuslan; & Stone. (1969). *Teaching children science: an inquiry approach*. 3rd ed. Belmont, California: Wadsworth.
- Lawson, A.E. (1994). *Science Teaching and Development of Thinking*. California: Allyn and Bacon.
- Mark Windschiti; & Helen Buttemer. (2000). What Should the Inquiry Experience Be for the Learner?. *The American Biology Teacher*. 62(5): 346-350.
- Martin Bartholow. (2007). A Class Inquiry into Newton's Cooling Curve. *Journal of chemical education*. 84(10): 1684.
- Mayer, G. R. (1984). *From Design to Implementation*. Manila: The Colombo Paln Staff College for Technician Education.
- Murry, Jonn Mc; & Castellion, Mary E. (1994). *Fundamentals of organic and biological chemistry*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Muzaffar Khan; & Muhammad Zafar Iqbal. (2011). Effect of Inquiry Lab Teaching Method on the Development of Scientific Skills Through the Teaching of Biology in Pakistan. *Strength for Today and Bright Hope for Tomorrow*. 2011(11): 169-178.
- Newcomb; Turner; & Converse. (1965). *Social psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Remziye; et al. (2011). The effects of inquiry-based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*. 2011(5): 48-68.

- Renner, John W.; & Don G. Stafford. (1972). *Teaching science in the secondary school*. New York: 1974 Wiley Periodicals.
- Rens, Lisette van; & Schee, Joop van der. (2009, December). Teaching molecular diffusion using an inquiry approach. *Journal of Chemical Education*. 2009(12): 1437-1441.
- Sadi, Ozlem; & Cakiroglu, Jale. (2011). Effects of hands-on activity enriched instruction on students' achievement and attitudes towards science. *Journal of Baltic Science Education*. 10(2): 87-97.
- Sanger, Michael J. (2007). The effects of inquiry-based instruction on elementary teaching majors' chemistry content knowledge. *Journal of Chemical Education*. 2007(6): 1035-1039.
- Serin, Oguz. (2011). The effects of the computer-based instruction on the achievement and problem solving skills of the science and technology students. *Journal of Educational Technology*. 2011(10): 183-201
- Solomon; et al. (2002). *Biology*. 6th ed. California: Brooks/Cole.
- Yang, Shui-Ping; & Li, Chung-Chia. (2009, April). Using student-developed, inquiry-based experiments to investigate the contributions of Ca and Mg to water hardness. *Journal of Chemical Education*. 2009(4): 506-513.
- Zuway-R. Hong. Effects of a Collaborative Science Intervention on High Achieving Students' Learning Anxiety and Attitudes toward Science. *International Journal of Science Education*. 32(15): 1971-1988.



ภาคผนวก

### ภาคผนวก ก

- คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท
- รายงานผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย
- สำเนาหนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อการวิจัย





คำสั่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ที่ 014 /2553

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท

.....

เพื่อให้การดำเนินการทำปริญญาโทดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ  
อาศัยอำนาจ ตามความในมาตรา 19 และมาตรา 22 แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
พ.ศ.2541 และคำสั่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่ 1629/2550 ลงวันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ. 2550 เรื่อง  
การมอบหมายและมอบอำนาจของอธิการบดีให้ผู้บริหารปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท ดังนี้

- |   |           |             |
|---|-----------|-------------|
| 1. อาจารย์ ดร.ปิยรัตน์                    | ดรบัณฑิต  | เป็นประธาน  |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พินเอกหญิง ดร.อลิสรา | เสนามนตรี | เป็นกรรมการ |

โดยมีหน้าที่ให้คำปรึกษาและควบคุมดูแลการทำปริญญาโท นางสาวนิติมา รุจิเรชาสุวรรณ  
รหัสประจำตัว 52199110007 ระดับ ปริญญาโท หลักสูตร การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
เคมี คณะวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไปจนนิสิตสำเร็จการศึกษา

สั่ง ณ วันที่ 1 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2553

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

## รายนามผู้เชี่ยวชาญ

### ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนอ อัครุจานนท์  
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนา สัมพันธ์ชิต  
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์น้ำฝน คูเจริญไพศาล  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. อาจารย์เกรียงศักดิ์ สงศรีโรจน์  
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

### ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสื่อมัลติมีเดีย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง  
ผู้อำนวยการสำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ ดร.จารุวัล หนูทอง  
รองผู้อำนวยการฝ่ายปฏิบัติการสำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ ดร.ธนอมศักดิ์ ศรีจันทร์  
หัวหน้างานโสตทัศนศึกษา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ





## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5730

ที่ ศธ 0519.12/๑1๐1

วันที่ ๖ มกราคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวนิตติมา รุจิเรชาสุวรรณ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปฏิญานิพนธ์ เรื่อง “ประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ครอบงำ และ พ.อ.หญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิสสา เสนามนตรี เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปฏิญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนอ อัสวรจานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนา สัมพันธ์จิต และ อาจารย์น้ำฝน กุเจริญไพศาล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวนิตติมา รุจิเรชาสุวรรณ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ   บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5730

ที่   ศร 0519.12/5310

วันที่   18 ตุลาคม 2554

เรื่อง   ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวนิตติมา รุจิเรขาสุวรรณ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ครอบัฒิต และ พันเอกหญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิสสา เสนามนตรี เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์เกรียงศักดิ์ ส่องศรีโรจน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบเรื่อง สารชีวโมเลกุล/ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/ แบบวัดเจตคติทางการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล และ สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวนิตติมา รุจิเรขาสุวรรณ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5730

ที่ ศธ 0519.12/0100

วันที่ 6 มกราคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา

เนื่องด้วย นางสาวนิตติมา รุจิเรชาสุวรรณ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปฏิญานิพนธ์ เรื่อง “ประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ครบบัณฑิต และ พ.อ.หญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิสา เสนามนตรี เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปฏิญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน และ อาจารย์ ดร.จารุวัส หนูทอง รองผู้อำนวยการฝ่ายปฏิบัติการ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวนิตติมา รุจิเรชาสุวรรณ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ   บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5730

ที่   ศธ 0519.12/๑1๐๑

วันที่ ๖ มกราคม 2554

เรื่อง   ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน   คณบดีคณะแพทยศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวนิติมา รุจิเรชาสุวรรณ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “ประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ครอบชัย และ พ.อ.หญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิสตา เสนามนตรี เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญาโท ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.ถนอมศักดิ์ ศรีจันทร์ หัวหน้างานโสตทัศนศึกษา เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมด้านเทคโนโลยีของสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารชีวโมเลกุล

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวนิติมา รุจิเรชาสุวรรณ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ศธ 0519.12/53 ๐ ๖

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

17 ตุลาคม 2554

เรื่อง ขอบขออนุเคราะห์เพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี

เนื่องด้วย นางสาวนิติมา รุจิเรชาสุวรรณ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ประสิทธิผลของการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง สารชีวโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี อาจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ครอบจิต และ พันเอกหญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิสรา เสนามนตรี เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องพัฒนาเครื่องมือการวิจัยในการทำปริญญานิพนธ์ โดยขอใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เพื่อทดลองใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง สารชีวโมเลกุล และ แบบทดสอบเรื่อง สารชีวโมเลกุล และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 88 คน ในระหว่างเดือน ตุลาคม – ธันวาคม 2554

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวนิติมา รุจิเรชาสุวรรณ ได้เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)  
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัยฝ่ายวิจัยและประกันคุณภาพ  
ปฏิบัติหน้าที่แทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-6495067

โทรสาร. 02-2600132

## ภาคผนวก ข

แบบประเมินต่างๆ โดยผู้เชี่ยวชาญ

1. แบบประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียด้านเนื้อหา
2. แบบประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียด้านเทคโนโลยี
3. แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียน

## แบบประเมินสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านเนื้อหา

### คำชี้แจง

โปรดอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านที่มีต่อสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ					
1. ความถูกต้องของเนื้อหา					
2. ความสมบูรณ์ของเนื้อหา					
3. เนื้อหาบทเรียนครอบคลุมวัตถุประสงค์					
4. การจัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา					
5. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
6. ความเหมาะสมของเนื้อหากับเวลาที่นำเสนอ					
7. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
8. ความถูกต้องในการใช้ภาษา					
9. ภาพ ภาพเคลื่อนไหว และภาพ 3 มิติ ช่วยให้เกิดความเข้าใจเนื้อหา					
10. ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง					
11. ส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน					
12. เนื้อหาบทเรียนโดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับ					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....  
 .....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

( )

วันที่...../...../.....

## แบบประเมินสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ ด้านเทคโนโลยี

### คำชี้แจง

โปรดอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านที่มีต่อสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
<b>1.ด้านภาพ เสียงและการใช้ภาษา</b>					
1.1 ความเหมาะสมของขนาดและตำแหน่งของภาพที่ใช้					
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย					
1.3 การกระตุ้นความสนใจด้วยภาพและเสียงประกอบ					
1.4 การใช้ภาษาถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย					
1.5 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย					
1.6 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร					
1.7 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
1.8 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
1.9 ความเหมาะสมของพื้นหลังที่ใช้ในบทเรียน					
1.10 ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบและสร้างภาพ					
<b>2.ด้านการจัดบทเรียน</b>					
2.1 การออกแบบบทเรียนมีความต่อเนื่องเหมาะสม					
2.2 ความยาวของแต่ละหน่วยที่นำเสนอ					
2.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การใช้เมาส์ แป้นพิมพ์					
2.4 วิธีการโต้ตอบกับบทเรียนมีความเหมาะสม					



รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
2.5 ความสะดวกและคล่องตัวในการใช้บทเรียน					
3. พิจารณาบทเรียนโดยรวม					
ประเมินให้บทเรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับ					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่...../...../.....

## แบบประเมินแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ไพรติน

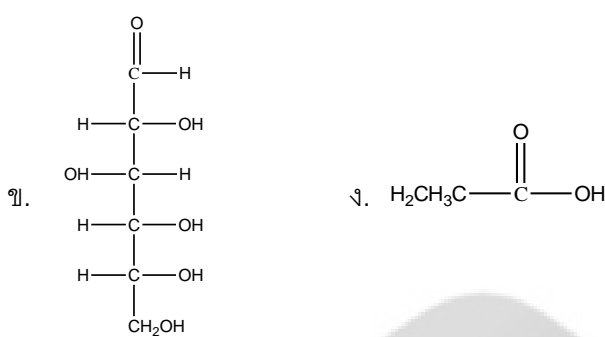
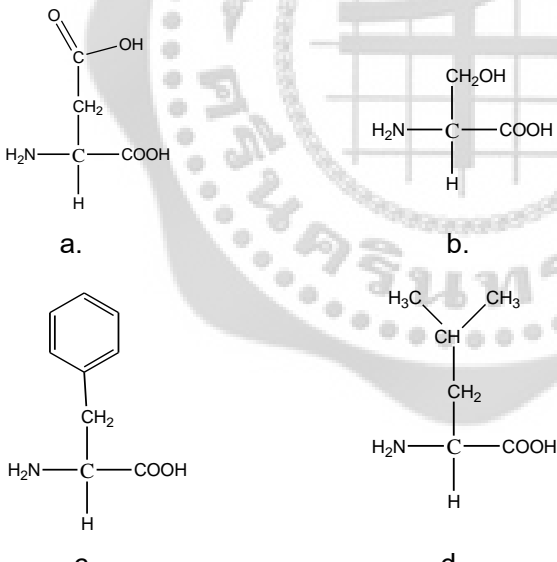
### คำชี้แจง

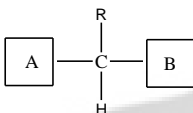
โปรดอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไพรติน

ความสอดคล้อง หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ <b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b> 1. ระบุธาตุองค์ประกอบหลัก และหน่วยย่อยของไพรตินได้ <b>คำถาม</b> ข้อใดไม่เป็นธาตุองค์ประกอบหลักของไพรติน ก. C                      ค. O ข. S                      ง. H <b>คำตอบ</b> ข้อ ข.				
<b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ <b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b> 1. ระบุธาตุองค์ประกอบหลัก และหน่วยย่อยของไพรตินได้ <b>คำถาม</b> ข้อความเกี่ยวกับไพรตินต่อไปนี้ข้อใดกล่าวผิด ก. มวลโมเลกุลสูง ข. ประกอบด้วยหมู่ -CONH- ค. ประกอบด้วยธาตุ C, H, O และ N เท่านั้น ง. เมื่อไฮโดรไลซ์ด้วยกรดเจือจางจะได้กรดอะมิโน <b>คำตอบ</b> ข้อ ค.				
<b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ <b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b> 1. ระบุธาตุองค์ประกอบหลัก และหน่วยย่อยของไพรตินได้ <b>คำถาม</b> ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับไพรติน ก. หน่วยย่อยของไพรตินคือนิวคลีโอไทด์				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
ข. หน่วยย่อยของโปรตีนคือ กรดอะมิโน ค. หน่วยย่อยของโปรตีนเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ ง. หน่วยย่อยของโปรตีนมีหมู่ฟังก์ชัน $-\text{COOH}$ และ $-\text{NH}_2$ <b>ตอบ</b> ข้อ ก.				
<b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ <b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b> 1. ระบุธาตุองค์ประกอบหลัก และหน่วยย่อยของโปรตีนได้ <b>คำถาม</b> สารในข้อใดไม่ใช่หน่วยย่อยของโปรตีน ก. $\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{HN} \quad \text{CH}_3 \\   \\ \text{C} \\   \\ \text{H}_2 \end{array}$ ข. $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{COOH} \\    \quad   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{HC}-\text{NH}_2 \end{array}$ ค. $\begin{array}{c} \text{NH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \\   \\ \text{COOH} \end{array}$ ง. $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{NH}_2 \\   \\ \text{COOH}$				
<b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ <b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b> 1. ระบุธาตุองค์ประกอบหลัก และหน่วยย่อยของโปรตีนได้ <b>คำถาม</b> สารในข้อใดเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน ก. $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HC}-\text{OH} \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array}$ ค. $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{H} \end{array}$				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>  </p> <p>ตอบ ข้อ ค.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>1. ระบุธาตุองค์ประกอบหลัก และหน่วยย่อยของโปรตีนได้</p> <p>คำถาม พิจารณากรดอะมิโนต่อไปนี้</p> <p>  </p> <p>โซ่ข้างของกรดอะมิโนข้อใดมีสมบัติ ไม่มีขั้ว เป็นกรด และ กลาง ตามลำดับ</p> <p>ก. d b a                      ข. c a b</p> <p>ค. b a c                      ง. a b c</p> <p>ตอบ ข้อ ข.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>1. ระบุธาตุองค์ประกอบหลัก และหน่วยย่อยของโปรตีนได้</p> <p>คำถาม พิจารณาโครงสร้างของกรดอะมิโนต่อไปนี้ สาร A และ B ควรเป็นข้อใด</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>ก. NH<sub>2</sub>, COOH                      ข. H, NH<sub>2</sub></p> <p>ค. COOH, H                            ง. COOH, COOH</p> <p>คำตอบ ข้อ ก.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>2. อธิบายการเกิดพันธะเพปไทด์และระบุตำแหน่งของพันธะเพปไทด์ในโมเลกุลของโปรตีนได้</p> <p>คำถาม กรดอะมิโน (ก) (ข) และ (ค) มีโอกาสทำปฏิกิริยากันได้เพปไทด์กี่ชนิด</p> <p>a. <math>\text{H}_2\text{NCH}_2\text{—COOH}</math></p> <p>b. <math>\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_2\text{NCH—COOH} \end{array}</math></p> <p>c. <math>\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5 \\   \\ \text{H}_2\text{NCHCOOH} \end{array}</math></p> <p>ก. 3                                      ข. 4</p> <p>ค. 5                                      ง. มากกว่า 5</p> <p>ตอบ ข้อ ง.</p>				













จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ชนิดใด</p> $\begin{array}{c} \text{O-H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{H} \\ \text{serine} \end{array}$ <p>ก. พันธะไฮโดรเจน                      ค. พันธะไดซัลไฟด์ ข. พันธะไอออนิก                        ง. แรงแวนเดอร์วาลส์</p> <p>ตอบ ข้อ ก.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>4.อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีนได้</p> <p>คำถาม ใช้ข้างของกรดอะมิโนที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ส่งผลต่อการเกิดโครงสร้างสามมิติของโปรตีนโดยจะเกิดแรงอย่างอ่อน</p> <p>ชนิดใด</p> $\begin{array}{c} \text{S-H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{H} \\ \text{Cystein} \end{array}$ <p>ก.พันธะไฮโดรเจน                      ค. พันธะไดซัลไฟด์ ข.พันธะไอออนิก                        ง. แรงแวนเดอร์วาลส์</p> <p>ตอบ ข้อ ค.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความรู้ ความจำ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>4.อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีนได้</p> <p>คำถาม โครงสร้างโมเลกุลของฮีโมโกลบิน มีหน่วยย่อยของสายโพลีเปปไทด์ 4 หน่วยมายึดจับกัน จัดเป็นโครงสร้างแบบใด และอยู่ในระดับใด</p> <p>ก.โปรตีนก้อนกลม, ปฐมภูมิ    ข. โปรตีนเส้นใย, ทติยภูมิ ค. โปรตีนเส้นใย, ตติยภูมิ        ง. โปรตีนก้อนกลม, จตุรภูมิ</p> <p>ตอบ ข้อ ง.</p>				



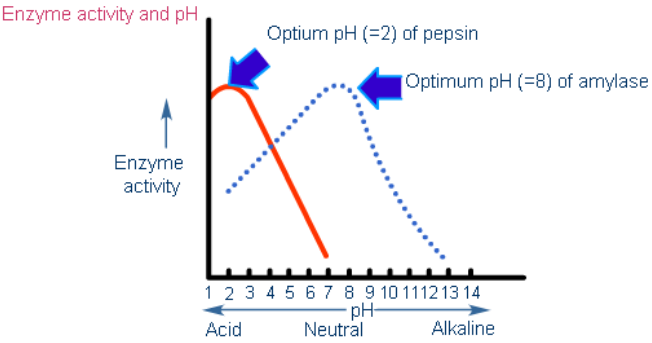
จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ข. โครงสร้างแบบทุติยภูมิมีทั้งแบบเกลียวแอลฟา พลีทบีตาและส่วนที่โค้งงอ วกกลับได้</p> <p>ค. โครงสร้างแบบตติยภูมิของโปรตีนมีรูปร่างได้ 2 แบบ ได้แก่ เส้นใย และชนิดกลม</p> <p>ง. โครงสร้างแบบจตุรภูมิเกิดจากการดอะมิโนหลายหน่วยเรียงตัวต่อกันเป็นเส้นยาว</p> <p>ตอบ ข้อ ค.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>4.อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีนได้</p> <p><b>คำถาม</b> หน้าที่และตัวอย่างของโปรตีนในข้อใดไม่สัมพันธ์กัน</p> <p>ก. โปรตีนเร่งปฏิกิริยา → อินซูลิน</p> <p>ข. โปรตีนโครงสร้าง → คอลลาเจน</p> <p>ค. โปรตีนขนส่ง → ฮีโมโกลบิน</p> <p>ง. โปรตีนฮอร์โมน → โกรท ฮอร์โมน</p> <p>ตอบ ข้อ ก.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>4.อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีนได้</p> <p><b>คำถาม</b> โครงสร้างของโปรตีนที่เกิดจากการสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่าง C=O กับ N-H ของกรดอะมิโนในสายพอลิเพปไทด์เดียวกันเรียกว่า</p> <p>ก. พลีทบีตา                      ข. โครงสร้างปฐมภูมิ</p> <p>ค. เกลียวแอลฟา                      ง. โครงสร้างจตุรภูมิ</p> <p>ตอบ ข้อ ค.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ																							
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1																								
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การนำไปใช้</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>5. อธิบายวิธีทดสอบโปรตีนในอาหารได้</p> <p><b>คำถาม</b> ข้อความใดถูกต้องเกี่ยวกับการทดสอบโปรตีน</p> <p>ก.โปรตีนถูกทดสอบโดยใช้สารละลายไบยูเรต</p> <p>ข.สารเคมีที่ใช้ทดสอบโปรตีนได้แก่ <math>\text{CuSO}_4</math> และ <math>\text{NaOH}</math> โดยจะเกิดตะกอนสีแดงอิฐ</p> <p>ค.ไข่ต้มจะไม่สามารถนำมาทดสอบโปรตีนได้</p> <p>เนื่องจากโปรตีนเสียสภาพจากความร้อน</p> <p>ง.มีข้อถูกมากกว่า 1 ข้อ</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ก.</p>																											
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การวิเคราะห์</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>5. อธิบายวิธีทดสอบโปรตีนในอาหารได้</p> <p><b>คำถาม</b> พิจารณาตารางต่อไปนี้</p> <table border="1" data-bbox="252 1254 957 1624"> <thead> <tr> <th rowspan="2">สารที่ใช้ทดสอบ</th> <th colspan="4">ผลที่สังเกตได้</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>สาร C หลังต้มกับกรด</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>สารละลาย <math>\text{CuSO}_4</math></td> <td>ไม่เปลี่ยนสี</td> <td>เปลี่ยนเป็นสีม่วง</td> <td>ไม่เปลี่ยนสี</td> <td>ไม่เปลี่ยนสี</td> </tr> <tr> <td>สารละลาย <math>\text{I}_2</math></td> <td>เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน</td> <td>ไม่เปลี่ยนสี</td> <td>ไม่เปลี่ยนสี</td> <td>ไม่เปลี่ยนสี</td> </tr> <tr> <td>สารละลายเบนเนดิกต์</td> <td>ไม่เปลี่ยนสี</td> <td>ไม่เปลี่ยนสี</td> <td></td> <td>ตะกอนสีแดงอิฐ</td> </tr> </tbody> </table> <p>สาร A B และ C ควรเป็นสารใด ตามลำดับ</p> <p>ก. แป้ง โปรตีน น้ำตาลทราย</p> <p>ข. โปรตีน น้ำตาลทราย แป้ง</p> <p>ค. น้ำตาลทราย แป้ง โปรตีน</p> <p>ง. โปรตีน แป้ง น้ำตาลทราย</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ก.</p>	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลที่สังเกตได้				A	B	C	สาร C หลังต้มกับกรด	สารละลาย $\text{CuSO}_4$	ไม่เปลี่ยนสี	เปลี่ยนเป็นสีม่วง	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี	สารละลาย $\text{I}_2$	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี	สารละลายเบนเนดิกต์	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี		ตะกอนสีแดงอิฐ			
สารที่ใช้ทดสอบ		ผลที่สังเกตได้																									
	A	B	C	สาร C หลังต้มกับกรด																							
สารละลาย $\text{CuSO}_4$	ไม่เปลี่ยนสี	เปลี่ยนเป็นสีม่วง	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี																							
สารละลาย $\text{I}_2$	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี																							
สารละลายเบนเนดิกต์	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี		ตะกอนสีแดงอิฐ																							

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้</p> <p><b>คำถาม</b> ข้อความเกี่ยวกับเอนไซม์ต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>ก.เอนไซม์เป็นโปรตีน</p> <p>ข.เอนไซม์เร่งปฏิกิริยาได้เพราะเอนไซม์ไปเพิ่มพลังงานให้แก่ substrate</p> <p>ค.เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุด เอนไซม์มีปริมาณเหลืออยู่เท่ากับเมื่อเริ่มปฏิกิริยา</p> <p>ง.เอนไซม์ส่วนมากมีความจำเพาะเจาะจงต่อปฏิกิริยา</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ข.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การนำไปใช้</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้</p> <p><b>คำถาม</b> ข้อใดสนับสนุนคำกล่าวที่ว่า เอนไซม์ทำงานได้อย่างจำเพาะ (specificity)</p> <p>ก.เอนไซม์มี binding site ที่เฉพาะเจาะจงกับสารตั้งต้น(substrate) เท่านั้น</p> <p>ข.เอนไซม์มี binding site ที่เฉพาะเจาะจงกับสารตั้งต้น(substrate) และผลิตภัณฑ์(Product)</p> <p>ค.เอนไซม์หนึ่งชนิดอาจเร่งปฏิกิริยาของสารตั้งต้น(substrate) ได้หลายชนิด</p> <p>ง.เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุด ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์จะเปลี่ยนแปลงไป</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ก</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การนำไปใช้</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้</p> <p><b>คำถาม</b> ข้อใดสับสนุนคำกล่าวที่ว่า เอนไซม์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (efficiency)</p> <p>ก.เอนไซม์เร่งปฏิกิริยากับสารตั้งต้นชนิดเดียวเท่านั้น</p> <p>ข.เอนไซม์มีปริมาณน้อยก็สามารถเร่งปฏิกิริยาได้</p> <p>ค.เอนไซม์มีปริมาณไม่เปลี่ยนแปลง หลังเกิดสิ้นสุดปฏิกิริยา</p> <p>ง.เอนไซม์ทำให้เกิดปฏิกิริยาที่เร็วขึ้น โดยพลังงานรวมของปฏิกิริยาไม่เปลี่ยนแปลง <b>ตอบ</b> ข้อ ข.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การวิเคราะห์</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้</p> <p><b>คำถาม</b> Competitive inhibitor จะมีผลกระทบต่ออะไร</p> <p>ก.เพิ่มเอนไซม์                      ค. ลดเอนไซม์</p> <p>ข.เพิ่มสารตั้งต้น                  ง. ลดสารตั้งต้น <b>ตอบ</b> ข้อ ข.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้</p> <p><b>คำถาม</b> การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยที่ ตัวยับยั้งเข้าไปจับที่บริเวณอื่นบนโมเลกุลของ เอนไซม์ ที่ไม่ใช่บริเวณเร่ง แต่ทำให้บริเวณเร่งเปลี่ยนไปเอนไซม์จึงทำงานไม่ได้ เรียกว่าเป็นตัวยับยั้งชนิดใด</p> <p>ก.competitive inhibitor      ค.uncompetitive inhibition</p> <p>ข.noncompetitive inhibitor    ง.ไม่มีข้อใดถูกต้อง</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ข.</p>				



จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การวิเคราะห์</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>6.บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้</p> <p>คำถาม จากภาพข้อใดสรุปผิด</p>  <p>ก. เอนไซม์ pepsin ทำงานได้ดีที่ pH เท่ากับ 2</p> <p>ข. เอนไซม์ amylase ทำงานได้ดีที่ pH เท่ากับ 8</p> <p>ค. เอนไซม์ต่างชนิดกัน สามารถทำงานได้ดีที่ pH แตกต่างกัน</p> <p>ง. pH ไม่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์</p> <p>ตอบ ข้อ ง.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>6.บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้</p> <p>คำถาม คุณลักษณะใดของเอนไซม์ที่สำคัญต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> <p>ก. เป็นโปรตีน</p> <p>ข. ทำงานได้ดีที่อุณหภูมิจำกัด</p> <p>ค. ทำงานได้ดีในสภาพที่เป็นกลาง</p> <p>ง. ช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ง่ายขึ้น</p> <p>ตอบ ข้อ ง.</p>				



จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้</p> <p><b>คำถาม</b> ข้อใดอธิบายเรื่องเอนไซม์ไม่ถูกต้อง</p> <p>ก.เป็นสารประเภทโปรตีน</p> <p>ข.เมื่ออุณหภูมิยิ่งสูงขึ้นยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น</p> <p>ค.ทำให้สารอาหารเฉพาะอย่างเปลี่ยนแปลง</p> <p>ง.ทำให้สารอาหารเปลี่ยนแปลงโดยเอนไซม์ไม่เปลี่ยนแปลง</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ข.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การนำไปใช้</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้</p> <p><b>คำถาม</b> เอนไซม์บางชนิดมีประสิทธิภาพดีในกระเพาะอาหารแต่หมดประสิทธิภาพเมื่อเข้าสู่ลำไส้เล็ก เพราะเหตุใด</p> <p>ก.ถูกทำลายโดยน้ำดีที่ตับสร้างขึ้น</p> <p>ข.ถูกทำลายโดยเอนไซม์จากตับอ่อน</p> <p>ค.เป็นเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพในสภาวะที่เป็นกรด</p> <p>ง.เป็นเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพในสภาวะที่เป็นเบส</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ค.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การวิเคราะห์</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้</p> <p><b>คำถาม</b> ในการจำแนกประเภทของเอนไซม์ต่อไปนี้</p> <p>ประเภทที่ 1 มอลเทส, ซูเครส, แลกเตส</p> <p>ประเภทที่ 2 เปปซิน, ทริปซิน</p> <p>เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทคือ</p>				



จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การนำไปใช้</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้</p> <p><b>คำถาม</b> เอนไซม์เร่งปฏิกิริยาชีวเคมีได้อย่างไร</p> <p>ก. ทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้น</p> <p>ข. ลดพลังงานก่อกัมมันต์</p> <p>ค. เพิ่มพลังงานก่อกัมมันต์</p> <p>ง. ลดพลังงานรวมของปฏิกิริยา</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ข.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>7.บอกความหมายและปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนได้</p> <p><b>คำถาม</b> ข้อใดกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพโปรตีนไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. เกิดจากแรงอย่างอ่อนที่ยึดโครงสร้างตั้งแต่ระดับต่างๆ ตูยภูมิขึ้นไป ถูกทำลาย</p> <p>ข. ส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพของโปรตีน เช่น การละลายน้ำ</p> <p>ค. ไม่ส่งผลต่อรูปร่าง และการทำหน้าที่ทางชีวภาพของโปรตีน</p> <p>ง. สมบัติทางเคมีของโปรตีนไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากโครงสร้างปฐมภูมิยังคงอยู่</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ค.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การวิเคราะห์</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>7.บอกความหมายและปัจจัยที่มีผลต่อการแปลงสภาพของโปรตีนได้</p> <p><b>คำถาม</b> หากนำโปรตีนที่เกิดการแปลงสภาพไปทดสอบไบยูเรต จะเกิดผลใด</p> <p>ก. ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงสีสารละลายเนื่องจากโครงสร้างสามมิติของโปรตีนถูกทำลาย</p> <p>ข. ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงสีสารละลายเนื่องจากโครงสร้างปฐมภูมิยังอยู่ โดยมีพันธะเพปไทด์ยึดกรดอะมิโนต่างๆไว้เป็นพอลิเพปไทด์</p> <p>ค. เกิดสารสีม่วง เนื่องจากโครงสร้างสามมิติของโปรตีนถูกทำลาย</p> <p>ง. เกิดสารสีม่วง เนื่องจากโครงสร้างปฐมภูมิยังอยู่ โดยมีพันธะเพปไทด์ยึดกรดอะมิโนต่างๆไว้เป็นพอลิเพปไทด์</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ง.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การนำไปใช้</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>7.บอกความหมายและปัจจัยที่มีผลต่อการแปลงสภาพของโปรตีนได้</p> <p><b>คำถาม</b> กระบวนการใดต่อไปนี้มีผลทำให้คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนในอาหารเสียไปน้อยที่สุด</p> <p>ก.ให้ความร้อน                      ค. กวนเบาๆ</p> <p>ข. ใส่โลหะหนัก                      ง. ใส่น้ำส้มสายชู</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ค.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การนำไปใช้</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>7.บอกความหมายและปัจจัยที่มีผลต่อการแปลงสภาพของโปรตีนได้</p> <p><b>คำถาม</b> ข้อใดกล่าวผิด</p> <p>ก.การเขย่าเป็นการทำลายสภาพธรรมชาติของโปรตีน โดยทำให้โมเลกุลโปรตีนสั้นสะเทือน ส่งผลให้แรงอ่อนๆ ทั้งหลายแตกออก</p> <p>ข.การใช้ 70% เอทานอลเช็ดผิวหนัง เป็นการตกตะกอนโปรตีนในแบบที่เร็ว</p> <p>ค.โปรตีนที่เกิดการแปลงสภาพไปแล้วจะไม่สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้</p> <p>ง.การทอดไข่เป็นการทำลายสภาพโปรตีนทางกายภาพ</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ค.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>7.บอกความหมายและปัจจัยที่มีผลต่อการแปลงสภาพของโปรตีนได้</p> <p><b>คำถาม</b> พิจารณาข้อความต่อไปนี้</p> <p>a. การให้ความร้อน      c. ไอออนของโลหะหนัก</p> <p>b. ตัวทำละลายอินทรีย์      d. การใช้กรดหรือเบส</p> <p>ปัจจัยในข้อใดที่ทำให้โปรตีนแปลงสภาพ</p> <p>ก. a และ b เท่านั้น      ค. a เท่านั้น</p> <p>ข. a และ d เท่านั้น      ง. ถูกทุกข้อ</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ง.</p>				





ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

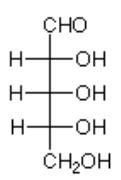
( )

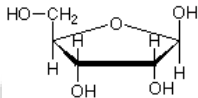
วันที่...../...../.....

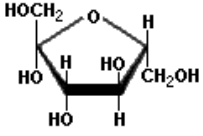




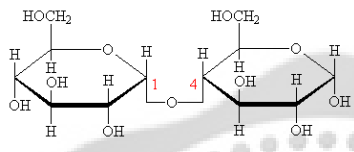


จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ไดแซ็กคาไรด์ ต่อกัน 3 หน่วยเรียกว่า ไตรแซ็กคาไรด์ เช่น แป้ง เซลลูโลส</p> <p>ค.พอลิแซ็กคาไรด์เกิดจากมอนอแซ็กคาไรด์จำนวนมากมา ต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก เช่น อะมิโลแพกติน ไกลโคเจน</p> <p>ง. กลูโคส กาแลกโทส และฟรุคโทส เป็นมอนอแซ็กคาไรด์</p> <p>ตอบ ข้อ ข.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>2.บอกสูตรโมเลกุล โครงสร้างโมเลกุล และประเภทน้ำตาลมอโนแซ็กคาไรด์ได้</p> <p>คำถาม ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับ กลูโคส</p> <p>ก. กลูโคสมีสูตรโมเลกุล <math>C_6H_{12}O_6</math></p> <p>ข. กลูโคสเป็นน้ำตาล ketose</p> <p>ค. เป็นน้ำตาลที่พบในเลือด แป้ง กระจกตา สาลี</p> <div style="text-align: center;">  <p>เป็นแอลฟา-กลูโคไพราโนส</p> </div> <p>คำตอบ ข้อ ข.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การนำไปใช้</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>2.บอกสูตรโมเลกุล โครงสร้างโมเลกุล และประเภทน้ำตาลมอโนแซ็กคาไรด์ได้</p> <p>คำถาม พิจารณาโครงสร้างโมเลกุลต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวผิด</p> <div style="text-align: center;">  </div>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ก. เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (มอนอแซ็กคาไรด์)</p> <p>ข. สูตรโมเลกุลของโครงสร้างนี้คือ <math>C_5H_{10}O_5</math></p> <p>ค. เป็นน้ำตาลประเภท แอลโดเฮกไซส</p> <p>ง. เมื่อเป็นวงแหวนจะมีโครงสร้างเป็น</p> 				
<p>ตอบ ข้อ ค.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>2. บอกสูตรโมเลกุล โครงสร้างโมเลกุล และประเภทน้ำตาลมอนอแซ็กคาไรด์ได้</p> <p>คำถาม ข้อใดเป็นสูตรโครงสร้างของน้ำตาลประเภท คีโตเฮกไซส</p>				
<p>ก.</p> $\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>ข.</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C} = \text{O} \\   \\ \text{HO} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	<p>ค.</p> $\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>ง.</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C} = \text{O} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{OH} \end{array}$			
<p>คำตอบ ข้อ ข.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>2.บอกสูตรโมเลกุล โครงสร้างโมเลกุล และประเภทน้ำตาลมอโนแซ็กคาไรด์ได้</p> <p><b>คำถาม</b> พิจารณาโครงสร้างต่อไปนี้ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง</p>  <p>ก. เป็นสูตรโครงสร้างของน้ำตาลฟรักโทส</p> <p>ข. มีสูตรโมเลกุล เป็น <math>C_5H_{10}O_5</math></p> <p>ค. เป็นน้ำตาลประเภท pyranose</p> <p>ง. สูตรโครงสร้างนี้ไม่จัดเป็นน้ำตาลรีดิวซ์(reducing sugar)</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ก.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>2.บอกสูตรโมเลกุล โครงสร้างโมเลกุล และประเภทน้ำตาลมอโนแซ็กคาไรด์ได้</p> <p><b>คำถาม</b> พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. aldose คือมอนอแซ็กคาไรด์ที่มีแอลดีไฮด์เป็นหมู่ฟังก์ชัน เช่น กลูโคส ไรโบส</p> <p>ข. ketose คือ มอนอแซ็กคาไรด์ที่มีคีโตน เป็นหมู่ฟังก์ชัน เช่น ไรบูโลส ฟรักโทส</p> <p>ค. มอนอแซ็กคาไรด์ที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนเป็น 4, 5 และ 6 เรียกว่า tetrose, pentose และ heptose ตามลำดับ</p> <p>ง. กลูโคส มีโครงสร้างแบบวงแหวนเป็นหกเหลี่ยมจัดเป็นน้ำตาล pyranose</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ค.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>3.อธิบายโครงสร้าง คุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้</p> <p><b>คำถาม</b> น้ำตาลในข้อใดมีโมเลกุลเล็กที่สุด</p> <p>ก.มอลโทส                      ค.แลกโทส</p> <p>ข.ฟรักโทส                      ง.เซลลูโลส</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ข.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>3.อธิบายโครงสร้าง คุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้</p> <p><b>คำถาม</b> ข้อใดกล่าวถึงไกลโคเจนได้ถูกต้อง</p> <p>ก. พบในคนและสัตว์โดยสะสมในกล้ามเนื้อและตับ</p> <p>ข. มีขนาดใหญ่กว่าแป้งแต่เล็กกว่าเซลลูโลส</p> <p>ค. เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวาน และไม่ละลายน้ำ</p> <p>ง. เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ซึ่งประกอบด้วยกลูโคสและซูโครส</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ก.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>3.อธิบายโครงสร้าง คุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้</p> <p><b>คำถาม</b> น้ำตาลซูโครสเกิดจากมอนอแซ็กคาไรด์ 2 โมเลกุลทำปฏิกิริยากัน มอนอแซ็กคาไรด์ดังกล่าวได้แก่ข้อใด</p> <p>ก.กลูโคส กาแลกโทส    ค. กลูโคส ฟรักโทส</p> <p>ข.กลูโคส มอลโทส        ง.กลูโคส แลกโทส</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ค.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>3.อธิบายโครงสร้าง คุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้</p> <p><b>คำถาม</b> จากโครงสร้างที่กำหนดให้ จัดเป็นโครงสร้างของน้ำตาลชนิดใด</p>  <p style="text-align: center;">Glucose                      Glucose</p> <p>ก. มอลโทส                      ค. แล็กโทส ข. ซูโครส                      ง. ฟรุคโทส</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ก.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>3.อธิบายโครงสร้าง คุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้</p> <p><b>คำถาม</b> เซลลูโลส ไกลโคเจน แป้ง เหมือนกันที่ลักษณะดังข้อใด</p> <p>ก. น้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน ข. การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเหมือนกัน ค. มีองค์ประกอบเป็นกลูโคสเหมือนกัน ง. มีการแตกแขนงของโมเลกุลเหมือนกัน      <b>ตอบ</b> ข้อ ค.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>3.อธิบายโครงสร้าง คุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้</p> <p><b>คำถาม</b> แป้ง , เซลลูโลสและไกลโคเจนคือข้อใด</p> <p>ก. มอนอแซ็กคาไรด์                      ค. ไตรแซ็กคาไรด์ ข. ไดแซ็กคาไรด์                      ง. พอลิแซ็กคาไรด์</p> <p><b>ตอบ</b> ข้อ ง.</p>				



จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ												
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1													
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>3.อธิบายโครงสร้าง คุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้</p> <p><b>คำถาม</b> ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของพอลิแซ็กคาไรด์</p> <p>ก. แป้ง และไกลโคเจน เป็นพอลิแซ็กคาไรด์สะสม</p> <p>ข. เซลลูโลส เป็นพอลิแซ็กคาไรด์โครงสร้าง</p> <p>ค. แป้ง ประกอบด้วย อะไมโลส ที่เป็นพอลิแซ็กคาไรด์แบบโซ่ตรง และอะไมโลเพกตินที่เป็นพอลิแซ็กคาไรด์แบบโซ่กิ่ง แป้งพบมากใน ข้าว มันฝรั่ง</p> <p>ง. ไกลโคเจน มีโครงสร้างคล้ายกับอะไมโลสที่เป็นพอลิแซ็กคาไรด์แบบโซ่ตรง เป็นพอลิแซ็กคาไรด์สะสมในคนและสัตว์ <b>ตอบ</b> ข้อ ง.</p>																
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การวิเคราะห์</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>3.อธิบายโครงสร้าง คุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้</p> <p><b>คำถาม</b> นำคาร์โบไฮเดรต A, B และ C ไปทดสอบคุณสมบัติการละลาย และทดสอบกับ <math>I_2</math> ได้ผลดังตาราง</p> <table border="1" data-bbox="331 1541 954 1910"> <thead> <tr> <th>สาร</th> <th>สมบัติการละลาย</th> <th>ทดสอบกับ <math>I_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>ละลายน้ำได้</td> <td>ไม่เปลี่ยนแปลง</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>ไม่ละลาย</td> <td>เปลี่ยนเป็นสารสีน้ำเงิน</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>ไม่ละลาย</td> <td>ไม่เปลี่ยนแปลง</td> </tr> </tbody> </table> <p>A, B และ C น่าจะเป็นสารใด ตามลำดับ</p>	สาร	สมบัติการละลาย	ทดสอบกับ $I_2$	A	ละลายน้ำได้	ไม่เปลี่ยนแปลง	B	ไม่ละลาย	เปลี่ยนเป็นสารสีน้ำเงิน	C	ไม่ละลาย	ไม่เปลี่ยนแปลง				
สาร	สมบัติการละลาย	ทดสอบกับ $I_2$														
A	ละลายน้ำได้	ไม่เปลี่ยนแปลง														
B	ไม่ละลาย	เปลี่ยนเป็นสารสีน้ำเงิน														
C	ไม่ละลาย	ไม่เปลี่ยนแปลง														

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ก. แป้ง เซลลูโลส น้ำตาล</p> <p>ข. เซลลูโลส แป้ง น้ำตาล</p> <p>ค. น้ำตาล แป้ง เซลลูโลส</p> <p>ง. น้ำตาล เซลลูโลส แป้ง</p> <p>ตอบ ข้อ ค.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การวิเคราะห์</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>3.อธิบายโครงสร้าง คุณสมบัติของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้</p> <p>คำถาม ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับโครงสร้างด้านล่าง</p>  <p>ก. เป็นน้ำตาลมอลโทส ซึ่งเป็น disaccharide ชนิดหนึ่ง</p> <p>ข. ยึดเหนี่ยวกันด้วย 1,4-glycosidic bond</p> <p>ค. เปลี่ยนสีสารละลายเบเนดิกต์จากสีฟ้าเป็นตะกอนสีแดงอิฐ</p> <p>ง. เป็น non-reducing sugar ที่พบในอ้อย</p> <p>ตอบ ข้อ ง.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การนำไปใช้</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>4.บอกผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์ได้</p> <p>คำถาม ปฏิกิริยาต่อไปนี้จะจัดว่าเป็นการหมัก และไฮโดรลิซิสตามลำดับ</p>				

จุดประสงค์		ความสอดคล้อง			คำแนะนำ										
		เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>การหมัก</th> <th>ไฮโดรลิซิส</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ก. คาร์บอนไดออกไซด์ - น้ำ → กลูโคส</td> <td>กลูโคส → แอลกอฮอล์</td> </tr> <tr> <td>ข. เอทานอล → กรดอะซิติก</td> <td>โปรตีน → กรดอะมิโน</td> </tr> <tr> <td>ค. กลูโคส → แอลกอฮอล์</td> <td>เอทานอล - ออกซิเจน → คาร์บอนไดออกไซด์ - น้ำ</td> </tr> <tr> <td>ง. กลูโคส → แอลกอฮอล์</td> <td>มอลโทส → กลูโคส 2 โมเลกุล</td> </tr> </tbody> </table>		การหมัก	ไฮโดรลิซิส	ก. คาร์บอนไดออกไซด์ - น้ำ → กลูโคส	กลูโคส → แอลกอฮอล์	ข. เอทานอล → กรดอะซิติก	โปรตีน → กรดอะมิโน	ค. กลูโคส → แอลกอฮอล์	เอทานอล - ออกซิเจน → คาร์บอนไดออกไซด์ - น้ำ	ง. กลูโคส → แอลกอฮอล์	มอลโทส → กลูโคส 2 โมเลกุล				
การหมัก	ไฮโดรลิซิส														
ก. คาร์บอนไดออกไซด์ - น้ำ → กลูโคส	กลูโคส → แอลกอฮอล์														
ข. เอทานอล → กรดอะซิติก	โปรตีน → กรดอะมิโน														
ค. กลูโคส → แอลกอฮอล์	เอทานอล - ออกซิเจน → คาร์บอนไดออกไซด์ - น้ำ														
ง. กลูโคส → แอลกอฮอล์	มอลโทส → กลูโคส 2 โมเลกุล														
<p>ตอบ ข้อ ง.</p> <p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การนำไปใช้</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>4. บอกผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์ได้</p> <p><b>คำถาม</b> จากแผนภาพต่อไปนี้ สาร A และ B คือสารใดตามลำดับ</p> <div style="text-align: center;"> <p>ไฮโดรลิซิส</p> <p>แป้ง → A → B</p> <p>ไฮโดรลิซิส</p> </div> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tbody> <tr> <td>ก. มอลโทส</td> <td>ฟรักโทส</td> <td>ค. ซูโครส</td> <td>กาแลกโทส</td> </tr> <tr> <td>ข. มอลโทส</td> <td>กลูโคส</td> <td>ง. ซูโครส</td> <td>กลูโคส</td> </tr> </tbody> </table>		ก. มอลโทส	ฟรักโทส	ค. ซูโครส	กาแลกโทส	ข. มอลโทส	กลูโคส	ง. ซูโครส	กลูโคส						
ก. มอลโทส	ฟรักโทส	ค. ซูโครส	กาแลกโทส												
ข. มอลโทส	กลูโคส	ง. ซูโครส	กลูโคส												
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การวิเคราะห์</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>4. บอกผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์ได้</p> <p><b>คำถาม</b> สารประเภทคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งมีสมบัติดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ไม่ละลายน้ำ</li> <li>ทำปฏิกิริยากับ <math>I_2</math> เปลี่ยนเป็นสารสีน้ำเงิน</li> <li>เมื่อทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์พบว่า ไม่เปลี่ยนแปลง ผู้ทำการทดลอง จึงนำสารดังกล่าวไปใส่ กรด <math>H_2SO_4</math></li> </ol>															

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>นำไปต้มในน้ำเดือด แล้วนำมาทดสอบด้วยสารละลายเบนเนดิกต์อีกครั้ง ผลการทดสอบควรเป็นเช่นใด</p> <p>ก. ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการใส่กรดไม่มีผลต่อโครงสร้างสาร</p> <p>ข. เกิดตะกอนสีแดงอิฐ เนื่องจากสารตัวอย่างถูกสลายเป็นน้ำตาลกลูโคส</p> <p>ค. เกิดตะกอนสีแดงอิฐ เนื่องจากสารตัวอย่างรวมตัวเป็นน้ำตาลรีดิวซ์</p> <p>ง. สรุปลงไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ</p> <p>ตอบ ข้อ ข.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การวิเคราะห์</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>4. บอกผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์ได้</p> <p>คำถาม จากแผนภาพต่อไปนี้ข้อใดสรุปถูกต้อง</p> $\begin{array}{l} \text{มอลโทส} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{ต้ม}} \text{A} \\ \text{เซลลูโลส} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{ต้ม}} \text{B} \end{array}$ <p>ก. A และ B เป็นสารชนิดเดียวกัน</p> <p>ข. B มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า A</p> <p>ค. A มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า B</p> <p>ง. A ทดสอบกับสารละลายเบนเนดิกต์ได้ตะกอนสีแดงอิฐ แต่ B ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง</p> <p>ตอบ ข้อ ก.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>5.ทดสอบสมบัติของคาร์โบไฮเดรตประเภทต่างๆ ได้</p> <p>คำถาม ข้อความใดถูกต้องสำหรับการทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์</p> <p>ก. สารละลายประเภทน้ำตาลเท่านั้นที่เกิดปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ได้ตะกอนสีแดง</p> <p>ข. กลูโคส ฟรักโทส และซูโครส จะเกิดปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ทั้งสิ้น</p> <p>ค. เหตุที่แป้งและสำลีไม่เกิดปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ เพราะไม่ใช่สารคาร์โบไฮเดรต</p> <p>ง. การเปลี่ยนสีของสารละลายเบเนดิกต์เกิดจาก <math>\text{Cu}^{2+}</math> ถูกรีดิวส์กลายเป็น <math>\text{Cu}^+</math></p> <p>ตอบ ข้อ ง.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การวิเคราะห์</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>5.ทดสอบสมบัติของคาร์โบไฮเดรตประเภทต่างๆ ได้</p> <p>คำถาม สาร A ทำปฏิกิริยากับ <math>\text{I}_2</math> ได้สีน้ำเงิน เมื่อทำสารละลายของ A ให้เป็นกรดด้วย HCl นำไปต้ม แล้วทำให้เป็นกลาง ด้วย NaOH สารละลายที่ได้จะให้ตะกอนสีแดงอิฐกับสารละลายเบเนดิกต์ พิจารณาข้อ a-d แล้วตอบคำถาม</p> <p>a. สาร A จัดอยู่ในประเภทพอลิแซ็กคาไรด์</p> <p>b. สาร A มีหมู่ <math>\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C}-\text{H} \end{array}</math> อยู่ในโมเลกุล</p> <p>c. โมเลกุลของสาร A ประกอบด้วยกลูโคสหลายโมเลกุล</p> <p>d. สาร A มี <math>\text{Cu}^{2+}</math> เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยจึงได้ตะกอนสีแดงอิฐของ <math>\text{Cu}_2\text{O}</math> ในสารละลายเบเนดิกต์</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง</p> <p>ก. a และ b                      ค. a และ d</p> <p>ข. a และ c                      ง. b และ c                      <b>ตอบ ข้อ ข.</b></p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การวิเคราะห์</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>5.ทดสอบสมบัติของคาร์โบไฮเดรตประเภทต่างๆ ได้</p> <p><b>คำถาม</b> สาร 4 ชนิด Q, R, S และ T มีผลการทดสอบด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้</p> <p>a. สาร S เท่านั้นที่ทำปฏิกิริยากับเบเนดิกต์แล้วได้ตะกอนสีแดงอิฐ</p> <p>b. สาร R เท่านั้น ที่รวมกับ <math>I_2</math> ได้สีน้ำเงิน</p> <p>c. สาร Q และสาร T หมักกับยีสต์จะมีกลิ่นเน่า แต่สาร R และ S หมักกับยีสต์เกิดสารที่ติดไฟได้</p> <p>d. สาร Q จะจับตัวเป็นก้อนเมื่อรวมกับน้ำสับปะรด แต่ถ้าเติมน้ำสับปะรดลงในสาร T กลับนุ่มขึ้น</p> <p>จากผลการทดสอบนี้ ท่านคิดว่าสารใดคือ คาร์โบไฮเดรต</p> <p>ก. สาร Q กับ S                      ค. สาร T กับ R</p> <p>ข. สาร R กับ S                      ง. สาร S เท่านั้น</p> <p><b>ตอบ ข้อ ข.</b></p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การนำไปใช้</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>5.ทดสอบสมบัติของคาร์โบไฮเดรตประเภทต่างๆ ได้</p> <p><b>คำถาม</b> ชาย 4 คน ไปตรวจสอบน้ำตาลในปัสสาวะเพื่อตรวจหาโรคเบาหวานโดยหยดสารละลายเบเนดิกต์ลงในน้ำปัสสาวะ แล้วนำไปต้มน้ำเดือด ผลการตรวจสอบคนที่ 1 ได้สีแดง คนที่ 2 ได้สีน้ำตาล คนที่ 3 ได้สีเขียว คนที่ 4 ได้สีเหลือง ชายคนใดกำลังเริ่มเป็นโรคเบาหวาน</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ก. คนที่ 1                      ค. คนที่ 3</p> <p>ข. คนที่ 2                      ง. คนที่ 4</p> <p>ตอบ ข้อ ก.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> การนำไปใช้</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตได้</p> <p><b>คำถาม</b> ขณะกำลังนั่งเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อนของนักเรียนคนหนึ่งรู้สึกอ่อนเพลียมากกำลังจะเป็นลม เพราะไม่ได้รับประทานอาหารมาตั้งแต่เมื่อเย็นวานนี้ ถ้านักเรียนมีอาหารต่อไปนี้ ควรจะเลือกอาหารชนิดใดให้เพื่อนเป็นอันดับแรก</p> <p>ก. นมสด                      ค. ขนมปังทานเนย</p> <p>ข. น้ำข้าวต้มอุ่นๆ                      ง. น้ำหวาน</p> <p>ตอบ ข้อ ง.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตได้</p> <p><b>คำถาม</b> เมื่อร่างกายต้องการพลังงานจะสลายสารชีวโมเลกุลตามลำดับในข้อใด</p> <p>ก. ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต</p> <p>ข. โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน</p> <p>ค. คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน</p> <p>ง. คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน</p> <p>ตอบ ข้อ ค.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>6.บอกประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตได้</p> <p><b>คำถาม</b> พิจารณาข้อความต่อไปนี้</p>				





## แบบประเมินแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ลิพิด

### คำชี้แจง

โปรดอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องลิพิด

ความสอดคล้อง หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความรู้ ความจำ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>1.อธิบายการเกิดไขมันหรือน้ำมันได้</p> <p>คำถาม ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับไขมันและน้ำมัน</p> <p>ก. เป็นสารประเภทเอสเทอร์</p> <p>ข. เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว</p> <p>ค. เกิดจากการดัดไขมัน 1 โมเลกุล และกลีเซอรอล 3 โมเลกุล</p> <p>ง. เป็นแหล่งพลังงานสำรองของสิ่งมีชีวิต</p> <p>คำตอบ ข้อ ค.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความรู้ ความจำ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>1.อธิบายการเกิดไขมันหรือน้ำมันได้</p> <p>คำถาม หน่วยย่อยของไขมันคืออะไร</p> <p>ก. กรดไขมัน ค. ลิพิด</p> <p>ข. กรดอะมิโน ง. กรดไขมัน และกลีเซอรอล</p> <p>คำตอบ ข้อ ง.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การนำไปใช้</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>1. อธิบายการเกิดไขมันหรือน้ำมันได้</p> <p>คำถาม ผลิตภัณฑ์นมหรือมาร์การีนจากน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบทำอย่างไร</p> <p>ก.ผสมน้ำมันพืชกับด่าง</p> <p>ข.ผสมน้ำมันพืชกับโปรตีน</p> <p>ค.เติมไฮโดรเจนให้กับน้ำมันพืช</p> <p>ง.เติมออกซิเจนให้กับน้ำมันพืช</p> <p>คำตอบ ข้อ ค.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความรู้ ความจำ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>1. อธิบายการเกิดไขมันหรือน้ำมันได้</p> <p>คำถาม พิจารณาโครงสร้างต่อไปนี้</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>a.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>b.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>c.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>d.</p> </div> </div>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>e. <math display="block">\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{H} \end{array}</math></p> <p>ไขมันหรือน้ำมันเกิดจากการรวมกันของโครงสร้างใด</p> <p>ก. b กับ d                      ค. a กับ c</p> <p>ข. b กับ e                        ง. d กับ e</p> <p>คำตอบ ก.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความรู้ ความจำ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>1.อธิบายการเกิดไขมันหรือน้ำมันได้</p> <p>คำถาม ไขมันและน้ำมันเกิดจากกรดไขมันและกลีเซอรอล อย่างละกี่โมเลกุล ตามลำดับ</p> <p>ก. 1:1</p> <p>ข. 1:2</p> <p>ค. 1:3</p> <p>ง. 3:1</p> <p>คำตอบ ข้อ ง.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การวิเคราะห์</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>1.อธิบายการเกิดไขมันหรือน้ำมันได้</p> <p>คำถาม ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับไขมันหรือน้ำมัน</p> <p>ก. ประกอบด้วยกลีเซอรอล 1 โมเลกุล</p> <p>ข. ประกอบด้วยกรดไขมัน 3 โมเลกุล</p> <p>ค. ไขมันหรือน้ำมันจัดเป็นเอสเทอร์</p> <p>ง. การเกิดไขมันหรือน้ำมัน 1 โมเลกุล ทำให้ได้น้ำออกมา 2 โมเลกุล</p> <p>คำตอบ ข้อ ง.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การวิเคราะห์</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>2.บอกสมบัติของไขมันหรือน้ำมันได้</p> <p>คำถาม A B และ C เป็นกรดไขมันอิ่มตัว เมื่อนำมาหาจุดหลอมเหลว ปรากฏว่า A หลอมเหลวที่อุณหภูมิสูงกว่า B, B สูงกว่า C จากการทดลองนี้แสดงว่า</p> <p>ก. A มีจำนวนอะตอมคาร์บอนมากที่สุด</p> <p>ข. C มีจำนวนอะตอมคาร์บอนมากที่สุด</p> <p>ค. C มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนมากกว่า B แต่น้อยกว่า A</p> <p>ง. A B และ C มีจำนวนอะตอมคาร์บอนเท่ากันแต่จำนวนอะตอมไฮโดรเจนไม่เท่ากัน</p> <p>คำตอบ ก.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>2.บอกสมบัติของไขมันหรือน้ำมันได้</p> <p>คำถาม ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของไขมันและน้ำมัน</p> <p>ก. น้ำมัน มีส่วนประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัว จึงมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิต่ำ</p> <p>ข. ไขมันมีส่วนประกอบของกรดไขมันอิ่มตัว จึงมีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิต่ำ</p> <p>ค. น้ำมันจากพืชส่วนใหญ่มักมีองค์ประกอบเป็นกรดไขมันอิ่มตัว</p> <p>ง. เป็นโมเลกุลไม่มีขั้วจึงไม่ละลายในน้ำ</p> <p>คำตอบ ข้อ ค.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ										
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1											
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>2.บอกสมบัติของไขมันหรือน้ำมันได้</p> <p>คำถาม พิจารณาสูตรโมเลกุลของกรดไขมันต่อไปนี้</p> <p>a. <math>\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}</math></p> <p>b. <math>\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}</math></p> <p>c. <math>\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}</math></p> <p>d. <math>\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}</math></p> <p>กรดไขมันชนิดใดน่าจะมีจุดหลอมเหลวสูงที่สุด และ</p> <p>น่าจะมีสถานะใดที่อุณหภูมิห้อง</p> <p>ก. a , ของแข็ง      ค. c, ของเหลว</p> <p>ข. d , ของแข็ง      ง. b , ของเหลว</p> <p>คำตอบ ข.</p>														
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด การวิเคราะห์</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>3.บอกสมบัติของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้</p> <p>คำถาม ละลายน้ำมัน A B C และ D ในเฮกเซนให้มีความเข้มข้นเท่ากัน แล้วทดสอบการฟอกสีกับ <math>\text{Br}_2</math> ข้อใดสรุปผิด</p> <table border="1" data-bbox="331 1697 828 1960"> <thead> <tr> <th>น้ำมัน</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>จำนวนหยดของสารละลาย <math>\text{Br}_2</math></td> <td>37</td> <td>45</td> <td>74</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table>	น้ำมัน	A	B	C	D	จำนวนหยดของสารละลาย $\text{Br}_2$	37	45	74	90				
น้ำมัน	A	B	C	D										
จำนวนหยดของสารละลาย $\text{Br}_2$	37	45	74	90										

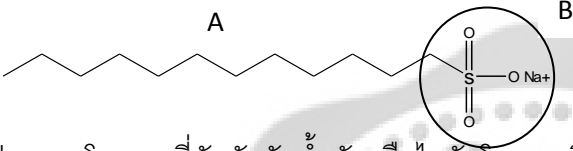




จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ก.</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OR} \\   \\ \text{HC}-\text{OR} \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OR} \end{array}, \text{RONa}$ <p>ข.</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR} \\   \\ \text{HC}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR} \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR} \end{array}, \text{RCOONa}$ <p>ค.</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \\   \\ \text{HC}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \end{array}, \text{RONa}$ <p>ง.</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OR} \\   \\ \text{HC}-\text{OR} \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OR} \end{array}, \text{RCOONa}$ <p>ตอบ ข.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความเข้าใจ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>4.อธิบายความหมายและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยา</p> <p>ซาฟอนิฟิเคชันได้</p> <p><b>คำถาม</b> จากปฏิกิริยาซาฟอนิฟิเคชัน ไขมันและน้ำมัน 1 โมเลกุล ต้องทำปฏิกิริยากับ NaOH กี่โมเลกุล จึงจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นกลีเซอรอล 1 โมเลกุล</p> <p>ก. 1                      ค. 3</p> <p>ข. 2                      ง. 4</p> <p><b>คำตอบ</b> ค.</p>				



จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>4.อธิบายความหมายและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาแซพอนิฟิเคชันได้</p> <p><b>คำถาม</b> ไขมันชนิดหนึ่ง เมื่อนำมาทำปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสด้วยสารละลาย NaOH ได้ผลิตภัณฑ์ เป็นสบู่กับสารอีกชนิดหนึ่ง สารชนิดนั้นควรเป็นสารใด</p> <p>ก.กรดไขมัน ข.เอทานอล ค.เอสเทอร์ ง.กลีเซอรอล</p> <p><b>คำตอบ</b> ง.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>5.อธิบายกลไกการชะล้างสิ่งสกปรกของสบู่ ผงซักฟอกได้</p> <p><b>คำถาม</b> การที่สบู่สามารถดึงหยดน้ำมันออกจากเสื้อผ้าได้เพราะเหตุใด</p> <p>ก.โมเลกุลของน้ำมันมีขนาดเล็ก สามารถถูกล้อมรอบโดยโมเลกุลของน้ำได้ ข.โมเลกุลของสบู่เข้าไปอยู่ภายในโมเลกุลของน้ำมันทำให้น้ำมันแตกออกเป็นหยดเล็กๆ ค.โมเลกุลของสบู่หันปลายที่ไม่มีขั้วไปละลายน้ำมันส่วนปลายที่มีขั้วอยู่ในน้ำ ง.โมเลกุลของสบู่ละลายน้ำมันได้ดี</p> <p><b>คำตอบ</b> ค.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>5.อธิบายกลไกการชะล้างสิ่งสกปรกของสบู่ ผงซักฟอกได้</p> <p>คำถาม จากโครงสร้างของผงซักฟอกต่อไปนี้</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>ส่วนของโมเลกุลที่สัมผัสกับน้ำมันหรือไขมันโดยตรงคือส่วนใด</p> <p>ก. A เท่านั้น      ค. ทั้ง A และ B</p> <p>ข. B เท่านั้น      ง. ขึ้นอยู่กับชนิดของไขมัน</p> <p>ตอบ ก.</p>				
<p>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด ความเข้าใจ</p> <p>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>6.อธิบายการหมั่นหืนของไขมันหรือน้ำมันและวิธีป้องกันได้</p> <p>คำถาม ข้อใดกล่าวผิด</p> <p>ก. การหมั่นหืนของน้ำมันเกิดจากกรดไขมันไม่อิ่มตัว ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน</p> <p>ข. การหมั่นหืนของน้ำมันเกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสระหว่างไขมันกับน้ำ</p> <p>ค. ปฏิกิริยาที่ทำให้ไขมันหมั่นหืนได้แก่ปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส</p> <p>ง. ไขมันสัตว์มีกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่า จึงเกิดการหมั่นหืนได้ง่ายกว่าน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่า</p> <p>ตอบ ง.</p>				

จุดประสงค์	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1	
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>7.อธิบายการเกิดและความสำคัญของฟอสโฟลิพิด ไขมัน และสเตอรอยด์ได้</p> <p><b>คำถาม</b> ไขมันเป็นเอสเทอร์ที่เกิดจากสารชนิดใด</p> <p>ก. กรดไขมันและกลีเซอรอล</p> <p>ข. กรดไขมันและแอลกอฮอล์</p> <p>ค. แอลกอฮอล์ กลีเซอรอล และหมู่ฟอสเฟต</p> <p>ง. วงคาร์บอน 6 เหลี่ยม 3 วงกับ 5 เหลี่ยม 1 วงเชื่อมต่อกัน</p> <p><b>ตอบ</b> ข.</p>				
<p><b>ระดับพฤติกรรมที่จะวัด</b> ความรู้ความจำ</p> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>7.อธิบายการเกิดและความสำคัญของฟอสโฟลิพิด ไขมัน และสเตอรอยด์ได้</p> <p><b>คำถาม</b> ข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. ฟอสโฟลิพิดพบในเซลล์สัตว์เท่านั้นเนื่องจากเป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ข. ไขมันของแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีจุดหลอมเหลวต่ำ ใช้เคลือบผิวผลไม้เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ</p> <p>ค. สเตอรอยด์ เป็นกลุ่มลิพิด ที่มีส่วนในการสังเคราะห์วิตามินดีที่ผิวหนัง</p> <p>ง. ไม่มีข้อใดกล่าวผิด</p> <p><b>ตอบ</b> ง.</p>				

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

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

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

( )

วันที่...../...../.....



### แบบประเมินแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### คำชี้แจง

โปรดอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความสอดคล้อง หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

จุดประสงค์	ข้อ ที่	ความสอดคล้อง			คำแนะนำ
		เห็น ด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้อง ตัดทิ้ง -1	
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (ความสามารถในการให้คำอธิบายสิ่งซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนดำเนินการทดลอง)	1				
	2				
	3				
2. ทักษะการทดลอง (ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การใช้อุปกรณ์อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง)	4				
	5				
	6				
3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และสามารถลงข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้ทั้งหมด)	7				
	8				
	9				

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

( )

วันที่...../...../.....

**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล  
โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล**

**คำชี้แจง**

โปรดอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน  
ที่มีต่อแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้ชุดการสอนเรื่องสารชีวโมเลกุล

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	เห็น ด้วย	ต้อง แก้ไข	ต้อง ตัดทิ้ง
	+1	0	-1
1. เรื่องสารชีวโมเลกุลไม่ยากเกินไปที่จะทำความเข้าใจ			
2. การเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลทำให้นักเรียนเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต			
3. นักเรียนเห็นว่าถ้านำความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลไปใช้ในชีวิต ประจำวันจะทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น			
4. นักเรียนเห็นว่าความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลเป็นพื้นฐานในการ เรียนในระดับที่สูงขึ้นได้เป็นอย่างดี			
5. นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล			
6. นักเรียนรู้สึกเพลิดเพลินในการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล			
7. นักเรียนชอบเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ถ้ามีภาพโมเลกุล 3 มิติ ทำให้เห็นเป็นรูปธรรม			
8. นักเรียนพอใจการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ถ้ามี ภาพเคลื่อนไหวพร้อมคำอธิบายทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น			
9. นักเรียนไม่รู้สึกเบื่อและเกิดแรงจูงใจที่มีแบบทดสอบให้ทำใน ระหว่างเรียน			
10. นักเรียนชอบเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลที่มีการทดลองจริงใน ห้องปฏิบัติการ			
11. นักเรียนมีความตั้งใจเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล			
12. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล			

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	เห็นด้วย +1	ต้องแก้ไข 0	ต้องตัดทิ้ง -1
13. นักเรียนตั้งใจจะทำคะแนนให้ดีในการสอบเรื่องสารชีวโมเลกุล			
14. นักเรียนอยากค้นคว้าเพิ่มเติมในวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นที่เกี่ยวข้องกับสารชีวโมเลกุล			
15. นักเรียนอยากที่จะอธิบายความสำคัญของสารชีวโมเลกุลให้บุคคลใกล้ชิดได้รับรู้			

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน  
(.....)  
วันที่...../...../.....



**ภาคผนวก ค**

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

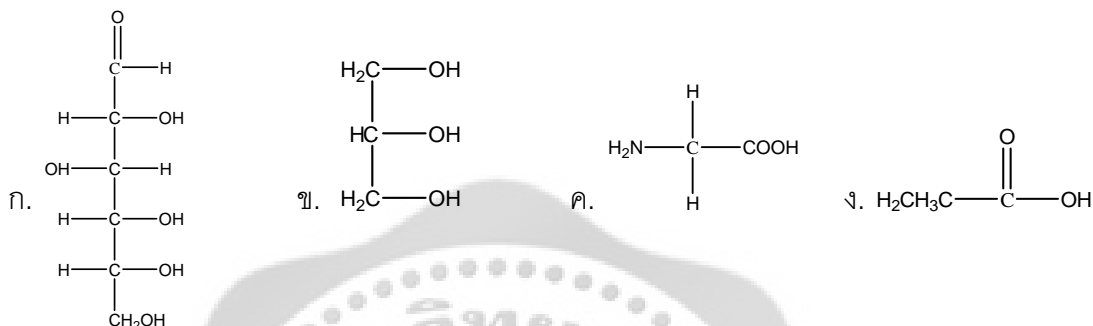
1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล



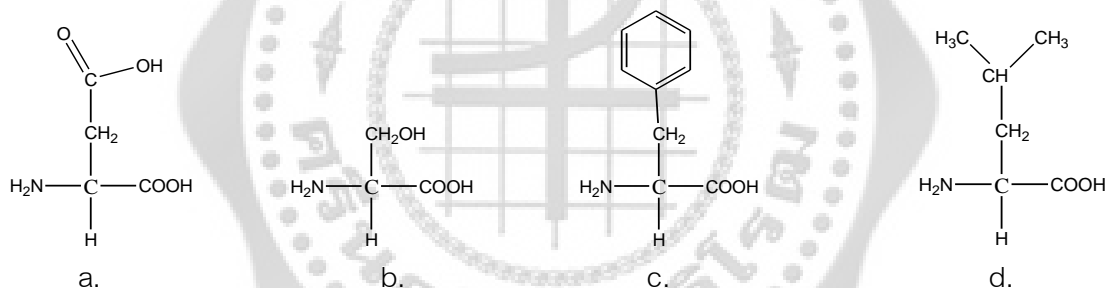
**แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**  
**เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ให้นักเรียนทำโดยกากบาท ( X ) ลงในกระดาษคำตอบ

1. สารในข้อใดเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน



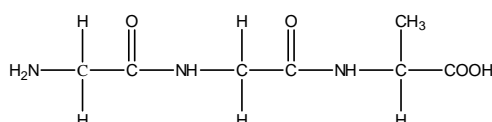
2. พิจารณากรดอะมิโนต่อไปนี้



โซ่ข้างของกรดอะมิโนข้อใดมีสมบัติ ไม่มีขั้วเป็นกรด และ กลาง ตามลำดับ

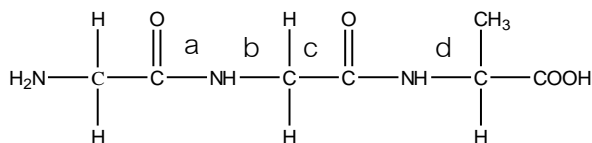
- ก. d b a                      ข. c a b  
ค. b a c                      ง. a b c

3. จากสูตรโครงสร้างของสาร มีพันธะเพปไทด์กี่พันธะ และมีกรดอะมิโนกี่ชนิดตามลำดับ



- ก. 1, 2                      ข. 1, 3  
ค. 2, 2                      ง. 2, 3

## 4. ข้อใดเป็นพันธะเพปไทด์



- ก. a                      ข. b                      ค. c                      ง. d

## 5. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับกรดอะมิโนจำเป็น

- ก. เป็นแหล่งพลังงานหลักในร่างกาย  
 ข. ร่างกายไม่สามารถสร้างกรดอะมิโนจำเป็นได้  
 ค. มีหมู่อะมิโนและหมู่คาร์บอกซิลเป็นองค์ประกอบ  
 ง. กรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับมนุษย์มีด้วยกัน 8 ชนิด เช่น ลิวซีน ไลซีน เมไทโอนีน

## 6. รูปแบบเกลียวแอลฟาของสายพอลิเพปไทด์จัดอยู่ในโครงสร้างระดับใดของโปรตีน

- ก.ปฐมภูมิ                      ข.ทุติยภูมิ  
 ค.ตติยภูมิ                      ง.จตุรภูมิ

## 7. โครงสร้างที่เกิดจากเกลียวแอลฟา แผ่นพลาตีบีกา และส่วนโค้งงอ หรือวกกลับได้ประกอบกัน จัดเป็นโครงสร้างระดับใดของโปรตีน

- ก. ปฐมภูมิ                      ข. ทุติยภูมิ  
 ค. ตติยภูมิ                      ง. จตุรภูมิ

## 8. ข้อใดกล่าวผิด

- ก. โปรตีนต่างๆ มีขนาด รูปร่าง สมบัติการละลายน้ำแตกต่างกัน  
 ข. สมบัติทางกายภาพและชีวภาพของโปรตีนขึ้นอยู่กับรูปร่างสามมิติของโปรตีน  
 ค. รูปร่างสามมิติของโปรตีนขึ้นอยู่กับลำดับการเรียงตัวของกรดอะมิโนในโครงสร้างปฐมภูมิ  
 ง. แม้เกิดความผิดพลาดจากรหัสพันธุกรรมบน DNA ก็ไม่ส่งผลต่อรูปร่างโปรตีนและการทำงานของโปรตีน

## 9. โครงสร้างโมเลกุลของฮีโมโกลบิน มีหน่วยย่อยของสายโพลิเพปไทด์ 4 หน่วยมายึดจับกัน จัดเป็นโครงสร้างแบบใด และอยู่ในระดับใด

- ก.โปรตีนก้อนกลม, ปฐมภูมิ                      ข. โปรตีนเส้นใย, ทุติยภูมิ



13. เอนไซม์เร่งปฏิกิริยาชีวเคมีได้อย่างไร

- ก. ทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้น      ค. เพิ่มพลังงานก่อกัมมันต์  
 ข. ลดพลังงานก่อกัมมันต์      ง. ลดพลังงานรวมของปฏิกิริยา

14. ข้อใดกล่าวถึงการแปลงสภาพโปรตีนไม่ถูกต้อง

- ก. เกิดจากแรงอย่างอ่อนที่ยึดโครงสร้างตั้งแต่ระดับต่างๆทุติยภูมิขึ้นไป ถูกทำลาย  
 ข. ส่งผลกระทบต่อสมบัติทางกายภาพของโปรตีน เช่น การละลายน้ำ  
 ค. ไม่ส่งผลกระทบต่อรูปร่าง และการทำหน้าที่ทางชีวภาพของโปรตีน  
 ง. สมบัติทางเคมีของโปรตีนไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากโครงสร้างปฐมภูมิยังคงอยู่

15. กระบวนการใดต่อไปนี้มีผลทำให้คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนในอาหารเสียไปน้อยที่สุด

- ก. ให้ความร้อน      ค. กวนเบาๆ  
 ข. ใส่โลหะหนัก      ง. ใส่น้ำส้มสายชู

16. คาร์โบไฮเดรตในข้อใดมีทั้ง มอนอแซ็กคาไรด์ และ ไดแซ็กคาไรด์

- ก. ฟรักโทส มอลโทส      ค. แป้ง ซูโครส  
 ข. กลูโคส กาแลกโทส      ง. ฟรักโทส กลูโคส

17. คาร์โบไฮเดรตในข้อใดมีทั้ง มอนอแซ็กคาไรด์, ไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์

- ก. กลูโคส ฟรักโทส แป้ง  
 ข. มอลโทส ซูโครส ไกลโคเจน  
 ค. ซูโครส แป้ง กาแลกโทส  
 ง. แป้ง ไกลโคเจน เซลลูโลส

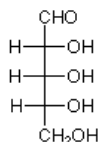
18. ข้อใดกล่าวผิด

- ก. มอนอแซ็กคาไรด์เป็นสารประเภทพอลิไฮดรอกซีแอลดีไฮด์ หรือพอลิไฮดรอกซีคีโตน มีสูตรโมเลกุล เป็น  $(CH_2O)_n$  เช่น ไบโอส กลูโคส กาแลกโทส  
 ข. โอลิโกแซ็กคาไรด์เกิดจากมอนอแซ็กคาไรด์ 2-15 หน่วยต่อกัน ด้วยพันธะไกลโคซิดิก ถ้าต่อกัน 2 หน่วยเรียกว่าไดแซ็กคาไรด์ ต่อกัน 3 หน่วยเรียกว่า ไตรแซ็กคาไรด์ เช่น แป้ง เซลลูโลส  
 ค. พอลิแซ็กคาไรด์เกิดจากมอนอแซ็กคาไรด์จำนวนมากมาต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก เช่น

อะมิโลแพกติน ไกลโคเจน

ง. กลูโคส กาแลกโทส และฟรักโทส เป็นมอนอแซ็กคาไรด์

19. พิจารณาโครงสร้างโมเลกุลต่อไปนี้



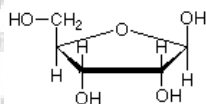
ข้อใดกล่าวผิด

ก. เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (มอนอแซ็กคาไรด์)

ข. สูตรโมเลกุลของโครงสร้างนี้คือ  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$

ค. เป็นน้ำตาลประเภท แอลโดเฮกโทส

ง. เมื่อเป็นวงแหวนจะมีโครงสร้างเป็น



20. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. aldose คือมอนอแซ็กคาไรด์ที่มีแอลดีไฮด์เป็นหมู่ฟังก์ชัน เช่น กลูโคส ไวโบส

ข. ketose คือ มอนอแซ็กคาไรด์ที่มีคีโตน เป็นหมู่ฟังก์ชัน เช่น ไรบิวโลส ฟรุคโทส

ค. มอนอแซ็กคาไรด์ที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนเป็น 4, 5 และ 6 เรียกว่า tetrose, pentose และ heptose ตามลำดับ

ง. กลูโคส มีโครงสร้างแบบวงแหวนเป็นหกเหลี่ยมจัดเป็นน้ำตาล pyranose

21. น้ำตาลในข้อใดมีโมเลกุลเล็กที่สุด

ก. มอลโทส

ค. แล็กโทส

ข. ฟรักโทส

ง. เซลลูโลส

22. น้ำตาลซูโครสเกิดจากการทำปฏิกิริยากันของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล ได้แก่ข้อใด

ก. กลูโคส กาแลกโทส

ข. กลูโคส มอลโทส

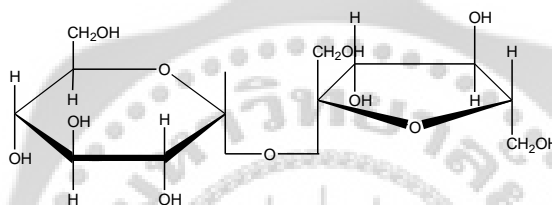
ค. กลูโคส ฟรักโทส

ง. กลูโคส แล็กโทส

23. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของพอลิแซ็กคาไรด์

- ก. แป้ง และไกลโคเจน เป็นพอลิแซ็กคาไรด์สะสม
- ข. เซลลูโลส เป็นพอลิแซ็กคาไรด์โครงสร้าง
- ค. แป้ง ประกอบด้วย อะไมโลส ที่เป็นพอลิแซ็กคาไรด์แบบโซ่ตรง และอะไมโลเพกตินที่เป็นพอลิแซ็กคาไรด์แบบโซ่กึ่ง แป้งพบมากใน ข้าว มันฝรั่ง
- ง. ไกลโคเจน มีโครงสร้างคล้ายกับอะไมโลสที่เป็นพอลิแซ็กคาไรด์แบบโซ่ตรง เป็นพอลิแซ็กคาไรด์สะสมในคนและสัตว์

24. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับโครงสร้างด้านล่าง



- ก. เป็นน้ำตาลมอลโทส ซึ่งเป็น disaccharide ชนิดหนึ่ง
- ข. ยึดเหนี่ยวกันด้วย 1,4-glycosidic bond
- ค. เปลี่ยนสีสารละลายเบเนดิกต์จากสีฟ้าเป็นตะกอนสีแดงอิฐ
- ง. เป็น non-reducing sugar ที่พบในอ้อย

25. ปฏิกิริยาต่อไปนี้ที่จัดว่าเป็นการหมัก และ ไฮโดรลิซิส ตามลำดับ

การหมัก	ไฮโดรลิซิส
ก. คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ $\rightarrow$ กลูโคส	กลูโคส $\rightarrow$ แอลกอฮอล์
ข. เอทานอล $\rightarrow$ กรดอะซิติก	โปรตีน $\rightarrow$ กรดอะมิโน
ค. กลูโคส $\rightarrow$ แอลกอฮอล์	เอทานอล + ออกซิเจน $\rightarrow$ คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ
ง. กลูโคส $\rightarrow$ แอลกอฮอล์	มอลโทส $\rightarrow$ กลูโคส 2 โมเลกุล

26. สารประเภทคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งมีสมบัติดังนี้

- a. ไม่ละลายน้ำ
- b. ทำปฏิกิริยากับ  $I_2$  เปลี่ยนเป็นสารสีน้ำเงิน
- c. เมื่อทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์พบว่า ไม่เปลี่ยนแปลง

ผู้ทำการทดลอง จึงนำสารดังกล่าวไปใส่ กรด  $H_2SO_4$  นำไปต้มในน้ำเดือด แล้วนำมาทดสอบด้วย สารละลายเบเนดิกต์ อีกครั้ง ผลการทดสอบควรเป็นเช่นใด

- ก. ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการใส่กรดไม่มีผลต่อโครงสร้างสาร
- ข. เกิดตะกอนสีแดงอิฐ เนื่องจากสารตัวอย่างถูกสลายเป็นน้ำตาลกลูโคส
- ค. เกิดตะกอนสีแดงอิฐ เนื่องจากสารตัวอย่างรวมตัวเป็นน้ำตาลรีดิวซ์
- ง. สรุปลงไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

27. สาร 4 ชนิด Q, R, S และ T มีผลการทดสอบด้วยวิธีต่างๆดังนี้

- a. สาร S เท่านั้นที่รวมกับเบเนดิกต์แล้วได้ตะกอนสีแดงอิฐ
- b. สาร R เท่านั้น ที่รวมกับ  $I_2$  ได้สีน้ำเงิน
- c. สาร Q และสาร T หมักกับยีสต์จะมีกลิ่นเน่า แต่สาร R และ S หมักกับยีสต์เกิดสารที่ติดไฟได้
- d. สาร Q จะจับตัวเป็นก้อนเมื่อรวมกับน้ำส้มประรด แต่ถ้าเติมน้ำส้มประรดลงในสาร T กลับนุ่มขึ้น

จากผลการทดสอบนี้ ท่านคิดว่าสารใดคือ คาร์โบไฮเดรต

- ก. สาร Q กับ S
- ข. สาร R กับ S
- ค. สาร T กับ R
- ง. สาร S เท่านั้น

28. ชาย 4 คน ไปตรวจสอบน้ำตาลในปัสสาวะเพื่อตรวจหาโรคเบาหวานโดยหยดสารละลายเบเนดิกต์ ลงในน้ำปัสสาวะ แล้วนำไปต้มน้ำเดือด ผลการตรวจสอบคนที่ 1 ได้สีแดง คนที่ 2 ได้สีน้ำตาล คนที่ 3 ได้สีเขียว คนที่ 4 ได้สีเหลือง ชายคนใดกำลังเริ่มเป็นโรคเบาหวาน

- ก. คนที่ 1
- ข. คนที่ 2
- ค. คนที่ 3
- ง. คนที่ 4

29. เมื่อร่างกายต้องการพลังงานจะสลายสารชีวโมเลกุล ตามลำดับในข้อใด

- ก. ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต
- ข. โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน
- ค. คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน
- ง. คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน

30. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- a. เป็นฉนวนรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่

b. เป็นแหล่งพลังงานของร่างกาย เมื่อถูกสลายโดยเมทาบอลิซึมในเซลล์ จะให้พลังงานแก่เซลล์

c. บางชนิดรวมกับโปรตีน เรียกว่า ไกลโคโปรตีน ทำหน้าที่เป็นเยื่อหุ้มเซลล์

d. ควบคุมกระบวนการต่างๆ ในร่างกาย เช่น เป็นเอนไซม์ เป็นฮอร์โมน

ข้อใดคือประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรต

ก. a, d

ค. b, c

ข. b, d

ง. b เท่านั้น

31. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับไขมันและน้ำมัน

ก. เป็นสารประเภทเอสเทอร์

ข. เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

ค. เกิดจากกรดไขมัน 1 โมเลกุล และกลีเซอรอล 3 โมเลกุล

ง. เป็นโครงสร้างหลักของเยื่อหุ้มเซลล์และเป็นแหล่งพลังงานสำรองของสิ่งมีชีวิต

32. หน่วยย่อยของไขมันคืออะไร

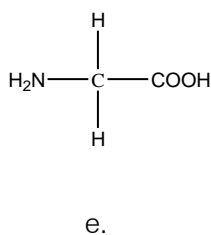
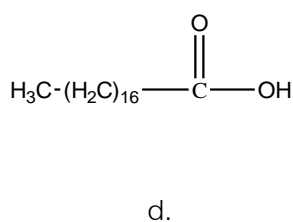
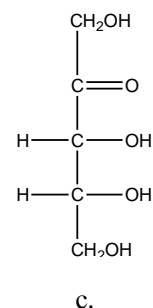
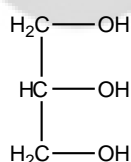
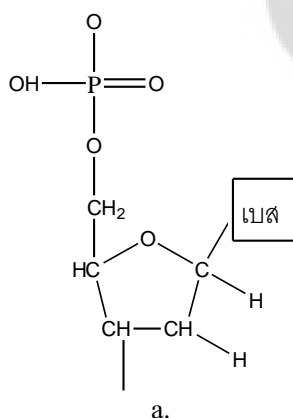
ก. กรดไขมัน

ค. ลิพิด

ข. กรดอะมิโน

ง. กรดไขมัน และกลีเซอรอล

33. พิจารณาโครงสร้างต่อไปนี้







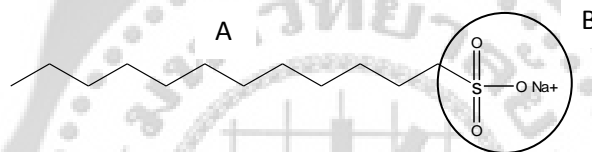
37. จากปฏิกิริยาแซพอนิฟิเคชัน ไขมันและน้ำมัน 1 โมเลกุล ต้องทำปฏิกิริยากับ NaOH กี่โมเลกุล จึงจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นกลีเซอรอล 1 โมเลกุล

- ก. 1                      ค. 3  
ข. 2                      ง. 4

38. ไขมันชนิดหนึ่ง เมื่อนำมาทำปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ด้วยสารละลาย NaOH ได้ผลิตภัณฑ์ เป็นสบู่กับสารอีกชนิดหนึ่ง สารอีกชนิดหนึ่งที่ได้นั้นควรเป็นสารในข้อใด

- ก. กรดไขมัน                      ค. เอสเทอร์  
ข. เอทานอล                      ง. กลีเซอรอล

39. จากโครงสร้างของผงซักฟอกต่อไปนี้



ส่วนของโมเลกุลที่สัมผัสกับน้ำมันหรือไขมันโดยตรงคือส่วนใด

- ก. A เท่านั้น                      ค. ทั้ง A และ B  
ข. B เท่านั้น                      ง. ขึ้นอยู่กับชนิดของไขมัน

40. ข้อใดกล่าวผิด

- ก. การเหม็นหืนของน้ำมันเกิดจากกรดไขมันไม่อิ่มตัว ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน  
ข. การเหม็นหืนของน้ำมันเกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสระหว่างไขมันกับน้ำ  
ค. ปฏิกิริยาที่ทำให้ไขมันเหม็นหืนได้แก่ ปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส  
ง. ไขมันสัตว์มีกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่า จึงเกิดการเหม็นหืนได้ง่ายกว่าน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่า

## แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### ทักษะการตั้งสมมติฐาน

1. การสังเคราะห์ไกลโคเจนในร่างกายเกิดจากกลูโคสในเลือดที่มีมากเกินไปจนความต้องการถูกเปลี่ยนเป็นไกลโคเจน โดยฮอร์โมน insulin กระตุ้นให้เซลล์กล้ามเนื้อจับกลูโคสจากเลือดแล้วสังเคราะห์เป็นไกลโคเจน เด็กหญิงคนหนึ่งมีอาการกล้ามเนื้อไม่มีแรง (สะสมไกลโคเจนน้อย) มีระดับกลูโคสในเลือดสูง นักเรียนจะตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับอาการของเด็กหญิงคนนี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. พืชทำการทดลองโดยนำหลอดทดลองที่บรรจุสารละลายโปรตีนเข้มข้นเท่ากันมา 5 หลอด จากนั้นใส่สารละลาย NaCl เข้มข้น 1 M ลงในหลอดทดลองหลอดที่ 1 แล้วใส่สารละลาย NaCl เข้มข้น 2 M, 3 M, 4 M และ 5 M ลงไปในหลอดทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ แล้วบันทึกการละลายของโปรตีนในสารละลาย นักเรียนคิดว่าพืชกำลังทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานใด

.....

.....

.....

### ทักษะการทดลอง

3. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า “ผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากการไฮโดรไลส์แป้งได้แก่กลูโคส”

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ผงสีขาวเนื้อละเอียด 3 ชนิด ได้แก่ ก, ข และ ค โดยสารตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดนี้ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง, น้ำตาลไอซิ่ง (icing sugar) และ ผงเจลาติน ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อระบุชนิดของสารตัวอย่างทั้ง 3 ว่าชนิดใดเป็นมันสำปะหลัง, น้ำตาลไอซิ่ง (icing sugar) หรือ ผงเจลาติน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

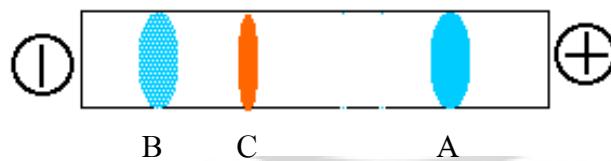
.....

.....

.....

#### ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5. จากภาพแสดงการแยกสารตัวอย่างที่มีองค์ประกอบ 3 ชนิด ได้แก่ A, B และ C ในสนามไฟฟ้า เมื่อหยดสารตัวอย่างลงตรงกลาง พบว่าสาร A เคลื่อนที่ไปยังขั้วบวก, สาร B เคลื่อนที่ไปยังขั้วลบ และสาร C ไม่เคลื่อนที่ในสนามไฟฟ้า



นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

.....

.....

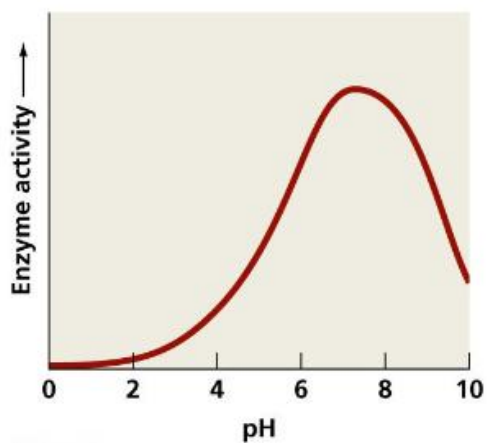
.....

.....

.....

.....

6. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ enzyme activity



ก. ค่า pH ที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้มีค่าเท่าใด

.....

ข. ให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับ enzyme activity

.....

.....



แบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนเรื่อง “สารชีวโมเลกุล”

**คำชี้แจง**

1. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนฉบับนี้ต้องการให้นักเรียนแสดงความรู้สึกที่มีต่อการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล ความเห็นของนักเรียน เป็นความเห็นเฉพาะบุคคล ไม่มีถูกหรือผิด ฉะนั้นขอให้ตอบตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด และครบทุกข้อ (ความเห็นของนักเรียนไม่มีผลต่อคะแนนผลการเรียนใดๆ)

2. แต่ละข้อจะมีข้อความกำหนดให้ ให้นักเรียนอ่านข้อความให้เข้าใจ แล้วแสดงความคิดเห็นที่มีต่อข้อความนั้นด้วยการทำเครื่องหมาย / ลงในช่องความคิดเห็นดังนี้

- |   |             |                                 |
|---|-------------|---------------------------------|
| 5 | หมายความว่า | มีความเห็นด้วยในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายความว่า | มีความเห็นด้วยในระดับมาก        |
| 3 | หมายความว่า | มีความเห็นด้วยในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายความว่า | มีความเห็นด้วยในระดับน้อย       |
| 1 | หมายความว่า | มีความเห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด |

3. ให้แสดงความคิดเห็นต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เรื่องสารชีวโมเลกุลไม่ยากเกินไปที่จะทำความเข้าใจ					
2. การเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลทำให้นักเรียนเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต					
3. นักเรียนเห็นว่าถ้านำความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลไปใช้ในชีวิตประจำวันจะทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น					
4. นักเรียนเห็นว่าความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลเป็นพื้นฐานในการเรียนระดับที่สูงขึ้นได้เป็นอย่างดี					
5. นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล					
6. นักเรียนรู้สึกเพลิดเพลินในการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล					
7. นักเรียนชอบเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ถ้ามีภาพโมเลกุล 3 มิติ ทำให้เห็นเป็นรูปธรรม					
8. นักเรียนพอใจการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ถ้ามีภาพเคลื่อนไหวพร้อมคำอธิบายทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น					
9. นักเรียนไม่รู้สึกเบื่อและเกิดแรงจูงใจที่มีแบบทดสอบให้ทำในระหว่างเรียน					
10. นักเรียนชอบเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลที่มีการทดลองจริงในห้องปฏิบัติการ					
11. นักเรียนมีความตั้งใจเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล					
12. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล					
13. นักเรียนตั้งใจจะทำคะแนนให้ดีในการสอบเรื่องสารชีวโมเลกุล					
14. นักเรียนอยากค้นคว้าเพิ่มเติมในวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นที่เกี่ยวข้องกับสารชีวโมเลกุล					
15. นักเรียนอยากที่จะอธิบายความสำคัญของสารชีวโมเลกุลให้บุคคลใกล้ชิดได้รับรู้					



## ภาคผนวก ง

ตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือ

1. คุณภาพสื่อมัลติมีเดียด้านเทคโนโลยี
2. คุณภาพสื่อมัลติมีเดียด้านเนื้อหา
3. ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียน



ตาราง 11 ผลการประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล  
โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	
	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
<b>1.ด้านภาพ เสียงและการใช้ภาษา</b>		
1.1 ความเหมาะสมของขนาดและตำแหน่งของภาพที่ใช้	4.33	ดี
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย	4.33	ดี
1.3 การกระตุ้นความสนใจด้วยภาพและเสียงประกอบ	4.00	ดี
1.4 การใช้ภาษาถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	ดี
1.5 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4.67	ดีมาก
1.6 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	4.33	ดี
1.7 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.67	ดีมาก
1.8 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.33	ดี
1.9 ความเหมาะสมของพื้นหลังที่ใช้ในบทเรียน	4.33	ดี
1.10 ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบและสร้างภาพ	3.67	ดี
<b>2.ด้านการจัดบทเรียน</b>		
2.1 การออกแบบบทเรียนมีความต่อเนื่องเหมาะสม	4.33	ดี
2.2 ความยาวของแต่ละหน่วยที่นำเสนอ	5.00	ดีมาก
2.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การใช้เมาส์ แป้นพิมพ์	4.67	ดีมาก
2.4 วิธีการโต้ตอบกับบทเรียนมีความเหมาะสม	4.33	ดี
2.5 ความสะดวกและคล่องตัวในการใช้บทเรียน	4.33	ดี
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.38</b>	<b>ดี</b>

ตาราง 12 ผลการประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องสารชีวโมเลกุล  
โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	
	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ		
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.00	ดี
2. ความสมบูรณ์ของเนื้อหา	3.67	ดี
3. เนื้อหาบทเรียนครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.00	ดี
4. การจัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	3.00	ปานกลาง
5. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.00	ดี
6. ความเหมาะสมของเนื้อหากับเวลาที่นำเสนอ	4.33	ดี
7. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.00	ดี
8. ความถูกต้องในการใช้ภาษา	4.00	ดี
9. ภาพ ภาพเคลื่อนไหว และภาพ 3 มิติ ช่วยให้เกิดความ เข้าใจเนื้อหา	4.00	ดี
10. ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4.00	ดี
11. ส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.33	ดี
12. เนื้อหาบทเรียนโดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับ	3.67	ดี
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.92</b>	<b>ดี</b>

ตาราง 13 ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่องโปรตีน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย IOC	การแปลผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
1	+1	-1	0	0.00	ปรับปรุง
2	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
3	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
4	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
5	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
6	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
7	0	0	0	0.00	ปรับปรุง
8	0	0	+1	0.33	ปรับปรุง
9	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
10	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
11	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
12	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
13	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
14	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง
15	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
16	-1	+1	+1	0.33	ปรับปรุง
17	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
18	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
19	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
20	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
21	0	+1	0	0.33	ปรับปรุง
22	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
23	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
24	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
25	+1	+1	0	0.67	ผ่าน

ตาราง 13 (ต่อ)

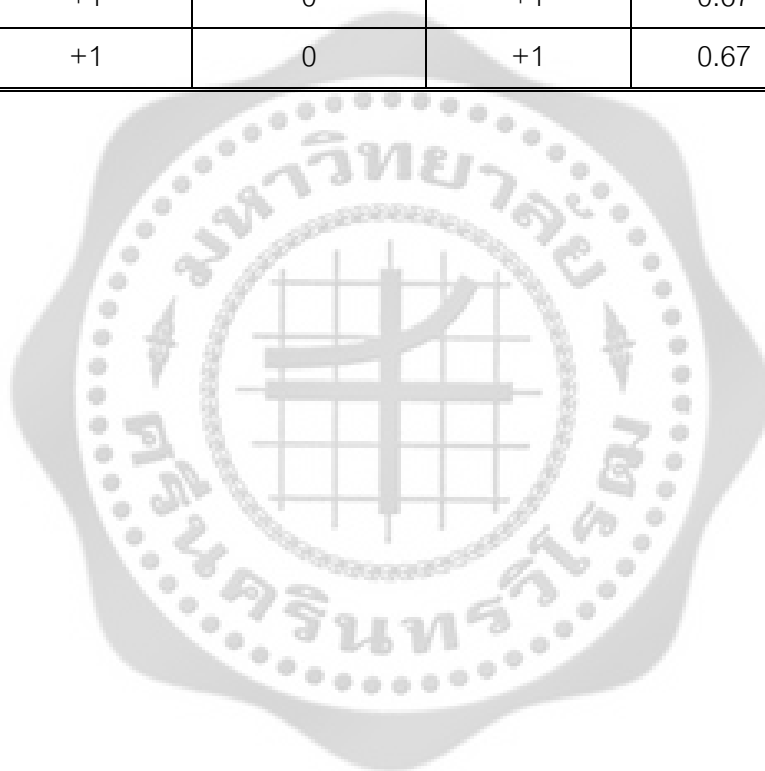
ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย IOC	การแปลผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
26	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
27	-1	+1	0	0.00	ปรับปรุง
28	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
29	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
30	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
31	+1	-1	+1	0.33	ปรับปรุง
32	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
33	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง
34	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
35	+1	-1	0	0.00	ปรับปรุง
36	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
37	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง
38	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
39	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
40	0	0	+1	0.33	ปรับปรุง
41	0	0	0	0.00	ปรับปรุง
42	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
43	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
44	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
45	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
46	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
47	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
48	0	0	+1	0.33	ปรับปรุง
49	0	+1	0	0.33	ปรับปรุง
50	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน

ตาราง 14 ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่องคาร์โบไฮเดรต

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย IOC	การแปลผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
2	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
3	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
4	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
5	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
6	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
7	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
8	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
9	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
10	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
11	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
12	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
13	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
14	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
15	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง
16	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
17	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
18	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
19	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
20	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
21	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
22	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
23	0	-1	+1	0.00	ปรับปรุง
24	+1	0	+1	0.67	ผ่าน

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย IOC	การแปลผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
25	0	0	+1	0.33	ผ่าน
26	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
27	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
28	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง
29	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
30	+1	0	+1	0.67	ผ่าน



ตาราง 15 ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่องลิต

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย IOC	การแปลผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
1	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
2	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
3	0	0	+1	0.33	ปรับปรุง
4	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
5	0	+1	+1	0.67	ผ่าน
6	-1	0	+1	0.00	ปรับปรุง
7	+1	-1	+1	0.33	ปรับปรุง
8	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
9	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง
10	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
11	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
12	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
13	+1	-1	+1	0.33	ปรับปรุง
14	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
15	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
16	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
17	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง
18	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
19	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
20	+1	0	+1	0.67	ผ่าน

ตาราง 16 ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC)ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย IOC	การแปลผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
1	+1	0	0	0.33	ปรับปรุง
2	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
3	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
4	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
5	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
6	+1	+1	0	0.67	ผ่าน
7	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน
8	+1	0	+1	0.67	ผ่าน
9	+1	+1	+1	1.00	ผ่าน



ตาราง 17 ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC)ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1. เรื่องสารชีวโมเลกุลไม่ยากเกินไปที่จะทำความเข้าใจ	+1	+1	+1	1.00
2. การเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลทำให้นักเรียนเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต	+1	+1	0	0.67
3. นักเรียนคิดว่าถ้านำความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลไปใช้ในชีวิตประจำวันจะทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น	+1	+1	+1	1.00
4. นักเรียนคิดว่าความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุลเป็นพื้นฐานในการเรียนระดับที่สูงขึ้นได้เป็นอย่างดี	+1	+1	+1	1.00
5. นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล	+1	+1	0	0.67
6. นักเรียนรู้สึกเพลิดเพลินในการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล	+1	+1	+1	1.00
7. นักเรียนชอบเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ถ้ามีภาพโมเลกุล 3 มิติ ทำให้เห็นเป็นรูปธรรม	+1	+1	+1	1.00
8. นักเรียนพอใจการเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล ถ้ามีภาพเคลื่อนไหวพร้อมคำอธิบายทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น	+1	+1	+1	1.00
9. นักเรียนไม่รู้สึกเบื่อและเกิดแรงจูงใจที่มีแบบทดสอบให้ทำในระหว่างเรียน	+1	+1	0	0.67
10. นักเรียนชอบเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุลที่มีการทดลองจริงในห้องปฏิบัติการ	+1	0	+1	0.67
11. นักเรียนมีความตั้งใจเรียนเรื่องสารชีวโมเลกุล	+1	+1	0	0.67

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
12. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนเรื่อง สารชีวโมเลกุล	+1	+1	0	0.67
13. นักเรียนตั้งใจจะทำคะแนนให้ดีในการสอบ เรื่องสารชีวโมเลกุล	+1	0	+1	0.67
14. นักเรียนอยากค้นคว้าเพิ่มเติมในวิทยาศาสตร์ เรื่องอื่นที่เกี่ยวข้องกับสารชีวโมเลกุล	+1	0	+1	0.67
15. นักเรียนอยากที่จะอธิบายความสำคัญของ สารชีวโมเลกุล ให้บุคคลใกล้ชิดได้รับรู้	+1	0	+1	0.67

## ภาคผนวก จ

### ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ

1. ค่าความยากง่าย(p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารชีวโมเลกุล
2. ค่าความยากง่าย(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะ  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลัง  
เรียนของนักเรียนกลุ่มย่อยและภาคสนาม
4. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน
5. คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนและหลังเรียน

ตาราง 18 ค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่องโปรตีน จำนวน 50 ข้อ

ข้อ	p	r
1	1.00	-0.10
2	0.37	0.60
3	0.61	0.60
4	0.13	0.40
5*	0.68	0.70
6*	0.45	0.70
7	0.50	0.20
8	0.39	0.20
9	0.24	-0.10
10*	0.45	0.30
11*	0.34	0.50
12	0.63	0.30
13	0.53	0.60
14	0.66	0.40
15*	0.24	0.40
16	0.32	0.20
17*	0.55	0.60
18*	0.29	0.70
19*	0.68	0.80
20	0.32	0.30
21	0.42	0.40
22*	0.32	0.50
23	0.50	0.10
24	0.26	0.30
25	0.26	0.60

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	p	r
26	0.29	0.60
27	0.18	0.30
28	0.16	0.20
29*	0.50	0.70
30	0.29	0.50
31	0.42	0.00
32	0.32	0.50
33	0.26	0.30
34	0.45	0.30
35	0.61	0.70
36*	0.50	0.50
37	0.08	0.10
38	0.37	0.80
39	0.37	0.80
40	0.21	0.10
41	0.18	0.30
42*	0.47	0.50
43*	0.42	0.90
44*	0.47	0.60
45	0.32	0.00
46*	0.42	0.40
47	0.16	-0.30
48	0.29	0.60
49	0.24	0.10
50	0.24	0.50

\* ข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 15 ข้อ

ตาราง 19 ค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่องคาร์โบไฮเดรต จำนวน 30 ข้อ

ข้อ	p	r
1	0.82	0.40
2	0.58	0.40
3*	0.74	0.80
4*	0.68	0.70
5*	0.55	0.60
6	0.79	0.40
7*	0.61	0.50
8	0.82	0.30
9	0.58	0.50
10*	0.61	0.50
11*	0.71	0.70
12	0.95	0.00
13*	0.71	0.70
14	0.87	0.30
15	0.84	0.20
16	0.87	0.40
17*	0.74	0.60
18	0.89	0.10
19*	0.61	0.60
20*	0.45	0.60
21	0.66	0.50
22*	0.50	0.80
23	0.26	0.40
24	0.71	0.40
25	0.45	0.20

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อ	p	r
26*	0.68	0.40
27*	0.55	0.40
28	0.84	0.10
29*	0.45	0.80
30*	0.32	0.30

\* ข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 15 ข้อ



ตาราง 20 ค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เรื่องลิติต จำนวน 20 ข้อ

ข้อ	p	r
1*	0.50	0.50
2*	0.66	0.60
3	0.53	0.50
4*	0.63	0.70
5	0.89	0.10
6	0.82	0.30
7	0.82	0.30
8*	0.82	0.40
9	0.18	0.10
10*	0.47	0.90
11*	0.79	0.50
12	0.29	0.20
13	0.92	0.10
14	0.53	0.40
15*	0.63	0.80
16*	0.58	0.70
17	0.76	0.20
18*	0.37	0.90
19*	0.42	0.70
20	0.68	0.30

\* ข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 10 ข้อ



ตาราง 21 ค่าความยาก(p) และค่าอำนาจจำแนก(r)ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง  
วิทยาศาสตร์ จำนวน 9 ข้อ

ข้อ	p	r
1	0.31	0.38
2*	0.50	0.63
3*	0.28	0.56
4*	0.25	0.43
5	0.07	0.14
6*	0.36	0.64
7*	0.40	0.81
8	0.38	0.67
9*	0.52	0.76

\* ข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 6 ข้อ

ตาราง 22 ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบ  
หลังเรียนของนักเรียน 6 คน

นักเรียนคนที่	คะแนนระหว่างเรียน (45 คะแนน)		คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)	
	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	คะแนนที่ได้	ร้อยละ
1	42.00	93.33	32.00	80.00
2	35.00	77.78	30.00	75.00
3	30.00	66.67	26.00	65.00
4	38.00	84.44	29.00	72.50
5	29.00	64.44	28.00	70.00
6	32.00	71.11	28.00	70.00
ค่าเฉลี่ย	34.33	76.30	28.83	72.08
SD	5.00	-	2.04	-
ค่า E	$E_1 = 76.30$		$E_2 = 72.08$	

ตาราง 23 ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียน 30 คน

นักเรียนคนที่	คะแนนระหว่างเรียน (45 คะแนน)		คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)	
	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	คะแนนที่ได้	ร้อยละ
1	43	95.56	39	97.50
2	42	93.33	37	92.50
3	42	93.33	35	87.50
4	40	88.89	35	87.50
5	41	91.11	34	85.00
6	40	88.89	36	90.00
7	44	97.78	35	87.50
8	40	88.89	32	80.00
9	42	93.33	35	87.50
10	36	80.00	32	80.00
11	41	91.11	29	72.50
12	39	86.67	29	72.50
13	31	68.89	30	75.00
14	44	97.78	32	80.00
15	42	93.33	30	75.00
16	34	75.56	40	100.00
17	36	80.00	36	90.00
18	36	80.00	37	92.50
19	33	73.33	37	92.50
20	34	75.56	35	87.50
21	35	77.78	32	80.00
22	37	82.22	31	77.50
23	33	73.33	31	77.50
24	33	73.33	31	77.50

ตาราง 23 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนระหว่างเรียน (45 คะแนน)		คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)	
	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	คะแนนที่ได้	ร้อยละ
25	33	73.33	31	77.50
26	36	80.00	28	70.00
27	39	86.67	30	75.00
28	33	73.33	27	67.50
29	34	75.56	26	65.00
30	32	71.11	26	65.00
ค่าเฉลี่ย	37.50	83.33	32.60	81.50
SD	4.02	-	3.74	-
ค่า E	$E_1 = 83.33$		$E_2 = 81.50$	

ตาราง 24 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ ( 40 คะแนน)		ผลต่างคะแนน ก่อน-หลัง (D)	D <sup>2</sup>
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	19	26	7	49
2	21	29	8	64
3	12	26	14	196
4	12	30	18	324
5	20	33	13	169
6	14	24	10	100
7	25	33	8	64
8	15	26	11	121
9	15	22	7	49
10	12	21	9	81
11	10	25	15	225
12	10	24	14	196
13	10	26	16	256
14	14	28	14	196
15	16	28	12	144
16	12	18	6	36
17	11	25	14	196
18	11	26	15	225
19	12	22	10	100
20	17	33	16	256
21	23	23	0	0
22	22	31	9	81
23	13	32	19	361
24	13	21	8	64
25	11	18	7	49

ตาราง 24 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ ( 40 คะแนน)		ผลต่างคะแนน ก่อน-หลัง(D)	D <sup>2</sup>
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
26	13	15	2	4
27	14	23	9	81
28	9	15	6	36
29	15	31	16	256
30	12	30	18	324
ค่าเฉลี่ย	14.43	25.47	-	-
SD	4.21	5.10	-	-
$\sum D$	-	-	331	-
$\sum D^2$	-	-	-	4303

ตาราง 25 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนและหลังเรียน

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ ( 18 คะแนน)		ผลต่างคะแนน ก่อน-หลัง(D)	D <sup>2</sup>
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	5	10	5	25
2	7	12	5	25
3	4	12	8	64
4	4	11	7	49
5	8	14	6	36
6	2	10	8	64
7	5	10	5	25
8	5	10	5	25
9	4	4	0	0
10	5	6	1	1
11	6	7	1	1
12	2	4	2	4
13	1	2	1	1
14	5	9	4	16
15	2	12	10	100
16	3	7	4	16
17	7	9	2	4
18	3	13	10	100
19	3	10	7	49
20	6	13	7	49
21	4	7	3	9
22	4	8	4	16
23	3	9	6	36
24	5	11	6	36
25	3	4	1	1

ตาราง 26 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ (18 คะแนน)		ผลต่างคะแนน ก่อน-หลัง(D)	D <sup>2</sup>
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
26	2	3	1	1
27	7	8	1	1
28	2	3	1	1
29	3	3	0	0
30	5	12	7	49
ค่าเฉลี่ย	4.17	8.43	-	-
SD	1.78	3.48	-	-
$\sum D$	-	-	128	-
$\sum D^2$	-	-	-	804





**ภาคผนวก จ**

ภาพตัวอย่างสื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องสารชีวโมเลกุล

หน่วยที่ 1 โปรตีน

หน่วยที่ 2 คาร์โบไฮเดรต

หน่วยที่ 3 ลิพิด

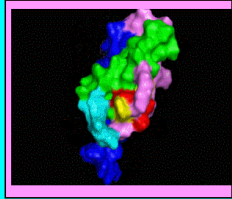
## มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ ชุด สารชีวโมเลกุล เรื่อง โปรตีน





## โปรตีน (Protein)

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

- บทนำ
- กรดอะมิโน
- พันธะเพปไทด์
- โครงสร้างของโปรตีน
- ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน
- การแปลงสภาพโปรตีน
- การทดสอบโปรตีน
- แบบทดสอบท้ายบท






 [ย้อนกลับ](#)  
 [สารชีวโมเลกุล](#) [exit](#)

## โปรตีน

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. ระบุธาตุองค์ประกอบหลัก และหน่วยย่อยของโปรตีนได้
2. อธิบายความหมายและความสำคัญของกรดอะมิโนจำเป็นได้
3. อธิบายการเกิดพันธะเพปไทด์และระดับตำแหน่งของพันธะเพปไทด์ในโมเลกุลของโปรตีนได้
4. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีนได้
5. อธิบายวิธีทดสอบโปรตีนในอาหารได้
6. บอกสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ต่อสิ่งมีชีวิตได้
7. บอกความหมายและปัจจัยที่มีผลต่อการแปลงสภาพของโปรตีนได้


 [หน้าหลักโปรตีน](#)
 [ย้อนกลับ](#)
 [หน้าต่อไป](#)

## โปรตีน (Protein)

### โปรตีน

เป็นสารที่พบมากที่สุดในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน(C) ไฮโดรเจน(H) ออกซิเจน(O) และ ไนโตรเจน (N) เป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่นๆด้วย เช่น ธาตุกำมะถัน(S) ฟอสฟอรัส(P)



 [หน้าหลักโปรตีน](#)
 [หน้าต่อไป](#)

## โปรตีน (Protein)

### โปรตีน

โปรตีนเป็นสารชีวโมเลกุลที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต เนื่องจากเป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ เช่น ผิวหนัง กล้ามเนื้อ เส้นผม เล็บ



 [ย้อนกลับ](#)
 [หน้าหลักโปรตีน](#)
 [หน้าต่อไป](#)



## โปรตีน (Protein)

### โปรตีน

นอกจากนี้สารต่างๆ ที่อยู่ในร่างกาย เช่น ฮอรโมน (ควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆ) เอนไซม์ (เร่งปฏิกิริยาในกระบวนการเมแทบอลิซึม) แอนติบอดี (เป็นภูมิคุ้มกันเชื้อโรค) ฮีโมโกลบิน (ขนส่งออกซิเจน)

ส่วนแต่เป็นสารจำพวก โปรตีนทั้งสิ้น



 [ย้อนกลับ](#)
 [หน้าหลักโปรตีน](#)
 [หน้าต่อไป](#)

## โปรตีน (Protein)

**โปรตีน**


ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าโปรตีนมีบทบาทต่อการดำรงชีวิตด้านการสร้างและซ่อมแซมเซลล์ต่างๆ ของร่างกายและยังให้พลังงานแก่ร่างกายกรณีขาดอาหารอีกด้วย



ย้อนกลับ
 หน้าหลักโปรตีน
 หน้าต่อไป

## โปรตีน (Protein)

โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตจริงๆ เลยนะ



เต้นอีกครั้ง
 หน้าหลักโปรตีน
 exit

## กรดอะมิโน

บทนำ

โครงสร้างของกรดอะมิโน

การเรียกชื่อกรดอะมิโน

ชนิดของกรดอะมิโน

สมบัติของกรดอะมิโน

สรุปกรดอะมิโน

กรดอะมิโน สิบสอง

**Amino**

$$\begin{matrix} & H & \\ & | & \\ H & - N & \\ & | & \\ & H & \end{matrix}$$

**Hydrogen**

$$H$$

**Carboxyl**

$$\begin{matrix} & O & \\ & || & \\ C & - & O^- \\ & | & \\ & R & \end{matrix}$$

+  $H - N - C - C(=O)O^-$

**R-group (variant)**

หน้าหลักโปรตีน
 exit

## กรดอะมิโน

**การเรียกชื่อกรดอะมิโน**

การเรียกชื่อกรดอะมิโนทั้ง 20 ชนิด สามารถเขียนแบบย่อได้ 2 แบบคือ

- แบบย่อสามตัวอักษร โดยย่อตัวอักษร 3 ตัวแรกของชื่อกรดอะมิโน
- แบบย่อหนึ่งตัวอักษร โดยย่อจากตัวอักษรตัวแรกของชื่อ หรือย่อใช้ตัวอักษรใกล้เคียง พยางค์ของชื่อ เช่น อาร์จินีน ย่อเป็น R (arginine = Rginine = R)



หน้าหลักกรดอะมิโน
 หน้าต่อไป

## กรดอะมิโน

**การเรียกชื่อกรดอะมิโน**

กรดอะมิโน Glycine

$$\begin{matrix} & H & \\ & | & \\ H_3N^+ - C - COO^- \\ & | & \\ & H & \end{matrix}$$

มีชื่อแบบย่อสามตัวอักษร คือ  $\alpha$ .....



ย้อนกลับ ไปดูข้อมูล
 ย้อนกลับ
 หน้าหลักกรดอะมิโน
 หน้าต่อไป

## ตัวอย่างกรดอะมิโน

$$\begin{matrix} & H & \\ & | & \\ H - N - C - C(=O)OH \\ & | & \\ & H & \end{matrix}$$

Gly	Thr
Ala	Asn
Val	Gln
Leu	Ser
Ile	Cys
Met	Lys
Pro	Arg
Phe	His
Trp	Asp
Tyr	Glu

ย้อนกลับ
 หน้าหลักกรดอะมิโน
 ลอดค่าตามกรดอะมิโน

### ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

ฮีโมโกลบิน

แอนติบอดี

คอลลาเจน

หน้าที่ของโปรตีน

- ทำหน้าที่
- แบ่งตามการจัดตัวในโครงสร้าง 3 มิติ
- แบ่งตามหน้าที่ทางชีวภาพ
- สรุป
- สืบสมอง

หน้าหลักโปรตีน

### ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

โปรตีนแบ่งตามลักษณะการจัดตัวในโครงสร้าง 3 มิติ

แบ่งชนิดของโปรตีนตามโครงสร้างสามมิติได้เป็น 2 ชนิดคือ

โปรตีนเส้นใย (Fibrous protein)

โปรตีนก้อนกลม (Globular protein)

...(คลิกที่โครงสร้างเพื่อฟังคำอธิบาย)....

หน้าหลัก

สืบสมอง

หน้าต่อไป

ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

### ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

โปรตีนก้อนกลม : เอนไซม์ (Enzyme)

ความหมายและความสำคัญ

$E + S \rightarrow ES \rightarrow P + S$

กลไกการทำงาน

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงาน

การยับยั้งการทำงาน

หน้าหลัก

สืบสมอง

หน้าต่อไป

ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

### ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

เอนไซม์ (Enzyme): ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

Enzyme activity

Optimum (ideal) temperature (=37°C)

Enzyme being denatured (destroyed)

Molecules have little energy to collide or react

Temperature (°C)

The effect of temperature on enzyme activity

ดังนั้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเอนไซม์กับสารตั้งต้นจึงเพิ่มขึ้น

หน้าหลัก

สืบสมอง

หน้าต่อไป

ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

### ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

เอนไซม์ (Enzyme): กลไกการทำงาน

การทำงานของเอนไซม์เริ่มต้นจากสารตั้งต้น (substrate) เข้าจับกับเอนไซม์ที่บริเวณจำเพาะ (active site) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของเอนไซม์และตัวสเตรด (enzyme-substrate complex) ได้ผลึกกันชั่วคราว และเอนไซม์ก็กลับคืนมา

Substrate entering active site of enzyme

Enzyme/substrate complex

Enzyme/products complex

Products leaving active site of enzyme

หน้าหลัก

สืบสมอง

หน้าต่อไป

ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

### ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

ข้อใดคือ enzyme-substrate complex (คลิกที่รูปแทน)

หน้าหลัก

สืบสมอง

หน้าต่อไป

ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

## มีลดีมีเดียเพื่อการเรียนรู้ ชุด สารชีวโมเลกุล เรื่อง คาร์โบไฮเดรต

แนะนำบทเรียน

เข้าสู่บทเรียน

ออกจากโปรแกรม

## คาร์โบไฮเดรต

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

- ▶ บทนำ
- ▶ มอนอแซ็กคาไรด์
- ▶ โอลิโกแซ็กคาไรด์
- ▶ พอลิแซ็กคาไรด์
- ▶ การทดสอบคาร์โบไฮเดรต
- ▶ ทดสอบท้ายบท

หน้าหลักสารชีวโมเลกุล

## คาร์โบไฮเดรต

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. ระบุธาตุองค์ประกอบและประเภทของคาร์โบไฮเดรตได้
2. บอกสูตร โมเลกุล โครงสร้าง โมเลกุล และประเภทน้ำตาล มอนอแซ็กคาไรด์ได้
3. อธิบาย โครงสร้าง สมบัติของคาร์โบไฮเดรตแต่ละประเภทได้
4. บอกผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์ได้
5. บอกประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตได้

หน้าหลัก สารชีวโมเลกุล

## คาร์โบไฮเดรต

### คาร์โบไฮเดรต

เป็นชีวโมเลกุลที่พบมากที่สุดบนโลก ในแต่ละปีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยแบคทีเรียและสาหร่ายจะเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำไปเป็นเซลล์ูโลสและผลิตภัณฑ์อื่นๆ

หน้าหลัก สารชีวโมเลกุล

## คาร์โบไฮเดรต

### คาร์โบไฮเดรต

พอลิเมอร์ของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำยังทำหน้าที่เป็น โครงสร้างและเป็นหน่วยป้องกันในผนังเซลล์ของแบคทีเรียและพืช และในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและส่วนต่อหุ้มเซลล์ของสัตว์

หน้าหลัก สารชีวโมเลกุล

## คาร์โบไฮเดรต

### คาร์โบไฮเดรต

- ▶ เป็นสารให้พลังงานและเป็นอาหารสะสมของพืชและสัตว์เช่น โกลโคเจนในสัตว์และแป้งในพืช
- ▶ เป็นโครงสร้างและให้ความแข็งแรงแก่เซลล์
- ▶ เป็นองค์ประกอบของ RNA และ DNA

หน้าหลัก สารชีวโมเลกุล



## โอลิโกแซ็กคาไรด์

**บทนำ**

**การเกิดและการสลาย**

**ตัวอย่าง**

**สรุป**

**สืบสมอง**

**ซูโครส**

Sucrose  
C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>

**แลคโทส**

Lactose

**มอลโทส**

Maltose

**แตรฟิโนส**

Raffinose

หน้าหลัก การมีไลออต

## โอลิโกแซ็กคาไรด์

ให้นักเรียนพิจารณาวีดีโอต่อไปนี้

จะเกิดอะไรขึ้น ?  
"เมื่อหนูน้อยเป็น โรคแพ้แลคโต"

หน้าหลัก    ย้อนกลับ    หน้าต่อไป  
ไอ้หนูเจ้าขาไรส์

## โอลิโกแซ็กคาไรด์

### การเกิดและการสลายโอลิโกแซ็กคาไรด์

การเกิดพันธะไกลโคซิดิก

**น้ำตาลแลคโทส (lactose)**

**β-D-galactose**

Galactose

**β-D-glucose**

Glucose

↓ H<sub>2</sub>O

β(1→4) glycosidic linkage

Lactose

ตัวอย่างการเกิดพันธะไกลโคซิดิกชนิด β(1→4)

## พอลิแซ็กคาไรด์

**บทนำ**

**ความหมาย**

**ตัวอย่าง**

**สรุป**

**สืบสมอง**

**Polysaccharides**

Branch-O    Branch point

**Starch**

หน้าหลัก    การมีไลออต

## พอลิแซ็กคาไรด์

แป้ง (Starch)

แป้งประกอบด้วยสาร 2 ชนิด คือ อะไมโลส (Amylose) และอะไมโลเพกติน (Amylopectin)

**Amylose, an unbranched starch**

อะไมโลส ประมาณ 20-30%

**Structure of amylopectin, a branched starch**

อะไมโลเพกติน ประมาณ 70-80%

หน้าหลัก    พอลิแซ็กคาไรด์  
ไอ้หนูเจ้าขาไรส์

## พอลิแซ็กคาไรด์

เซลลูโลส (Cellulose)

เซลลูโลสเป็นพอลิแซ็กคาไรด์โครงสร้าง ในผนังเซลล์พืช เป็นพอลิเมอร์ชีวภาพ (biopolymer) ที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ เซลลูโลสบริสุทธิ์ 100% จะพบในสำลีหรือฝ้าย (cotton) ในไม้จะพบเซลลูโลสประมาณ 50%

หน้าหลัก    พอลิแซ็กคาไรด์  
ไอ้หนูเจ้าขาไรส์

## มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ ชุด สารชีวโมเลกุล เรื่อง ลิพิด



แนะนำบทเรียน






เข้าสู่บทเรียน



ออกจากโปรแกรม







### คำแนะนำในการใช้บทเรียน




- บทเรียนมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ชุด สารชีวโมเลกุล เรื่องลิพิด ประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้
  - 1.1 ไขมันและน้ำมัน
  - 1.2 ฟอสโฟลิพิด ไข และสเตอรอยด์
- เมื่อนักเรียนศึกษาจบเนื้อหาแต่ละเรื่องจะต้องทำแบบประเมินผลการเรียนรู้ หากเป็นข้อสอบปรนัยให้คลิกที่ตัวเลือก ก, ข, ค หรือ ง ข้อสอบอัตนัยเมื่อกรอกคำตอบแล้วกด Enter

หน้าหลัก ย้อนกลับ หน้าต่อไป

### คำแนะนำในการใช้บทเรียน

- เมื่อนักเรียนวางเมาส์ลงตำแหน่งใดแล้วปรากฏสัญลักษณ์  แสดงว่านักเรียนสามารถคลิกเพื่อศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้
- สัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ควบคุมทิศทางการเรียนรู้ มีดังนี้
  -  ปุ่มย้อนกลับ เลือกเมื่อต้องการกลับหน้าล่าสุด
  -  ปุ่มหน้าถัดไป เลือกเมื่อต้องการศึกษาหน้าถัดไป
  -  ปุ่มออกจาก โปรแกรม เลือกเมื่อต้องการจบการทำงาน
  -  ปุ่มกลับสู่เมนู เลือกเมื่อต้องการกลับหน้าเมนูหลัก
  -  ปุ่มเนื้อหา เลือกเมื่อต้องการศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

หน้าหลัก ย้อนกลับ หน้าต่อไป

## ลิพิด




จุดประสงค์การเรียนรู้

บทนำ

กระตุ้นความสนใจ

สำรวจตรวจสอบ

อธิบายและลงข้อสรุป

ขยายความรู้

ประเมินผล

การทดสอบ ไขมันและน้ำมัน







หน้าหลัก exit

## ลิพิด

จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายการเกิด ไขมันและน้ำมัน ได้
- บอกสมบัติของ ไขมันหรือน้ำมัน ได้
- บอกสมบัติของกรด ไขมันอิ่มตัวและกรด ไขมันไม่อิ่มตัว ได้
- อธิบายความหมายและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาซาปอนิฟิเคชัน ได้
- อธิบายกลไกการชะล้างสิ่งสกปรกของสบู่ ผงซักฟอกได้
- อธิบายการเหม็นหืนของ ไขมันหรือน้ำมันและวิธีป้องกัน ได้
- อธิบายการเกิดและความสำคัญของฟอสโฟลิพิด ไข และสเตอรอยด์ได้

หน้าหลัก ย้อนกลับ หน้าต่อไป

## ลิพิด

1/3

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่ผสมโอเมก้า-3 มากมาย

โอเมก้า-3 คืออะไร ?

และมีประโยชน์ต่อร่างกายอย่างไร ?









หน้าหลัก ย้อนกลับ หน้าต่อไป

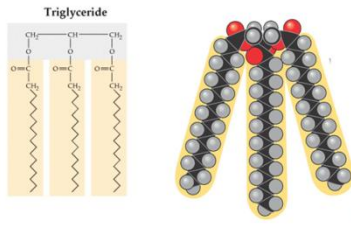
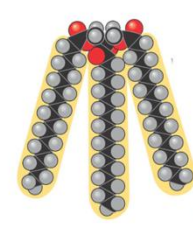





ไขมันและน้ำมัน 3/17

โมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์

Triglyceride

หน้าหลัก

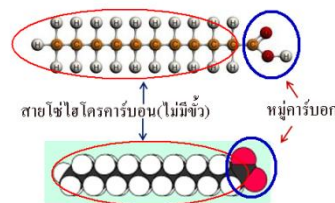
หน้าหลักดิจิทัล สังคมออนไลน์ หนังกงป๋าย

ไขมันและน้ำมัน 4/17

กรดไขมัน (fatty acid)

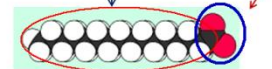

เป็นกรดคาร์บอกซิลิก(carboxylic acid) ซึ่งมีหมู่ -COOH เพียงหมู่เดียว

ต่ออยู่กับไฮโดรคาร์บอนสายยาว



ไฮโดรคาร์บอนสายยาว (ไม่มีขั้ว)

หมู่คาร์บอกซิล (มีขั้ว)

หน้าหลัก

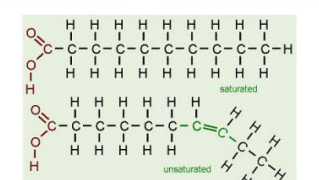

หน้าหลักดิจิทัล สังคมออนไลน์ หนังกงป๋าย

ไขมันและน้ำมัน 6/17

กรดไขมัน (fatty acid)

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดได้แก่

1. กรดไขมันอิ่มตัว      2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว

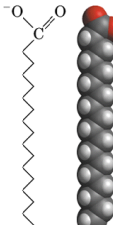



หน้าหลัก

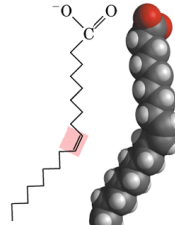
หน้าหลักดิจิทัล สังคมออนไลน์ หนังกงป๋าย

ไขมันและน้ำมัน 10/17


Carboxyl group



Hydrocarbon chain



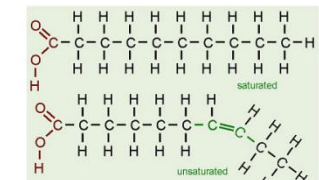
โครงสร้างที่กำหนดให้คือ ..... (ภาษาไทย)



หน้าหลัก


หน้าหลักดิจิทัล สังคมออนไลน์ หนังกงป๋าย

ไขมันและน้ำมัน 13/17



กรดไขมันที่สายไฮโดรคาร์บอนมีพันธะ..... เรียกว่า

กรดไขมันไม่อิ่มตัว



หน้าหลัก

หน้าหลักดิจิทัล สังคมออนไลน์ หนังกงป๋าย

ไขมันและน้ำมัน

คุณค่าคะแนนได้ 7 คะแนน

คิดเป็นร้อยละ 77.78



หน้าหลัก

หน้าหลักดิจิทัล สังคมออนไลน์ หนังกงป๋าย



## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวนิตติมา รุจิเรขาสุวรรณ
วันเดือนปีเกิด	19 กุมภาพันธ์ 2526
สถานที่เกิด	อ.พนมทวน จ.กาญจนบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	9/5 หมู่ 3 ตำบลทุ่งสมอ อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี 71140
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี 154 หมู่ 1 ตำบลท่าล้อ อำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดกาญจนบุรี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2545	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนวิสุทธิรังษี
พ.ศ. 2549	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี) จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พ.ศ. 2550	ประกาศนียบัตรบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พ.ศ. 2555	การศึกษามหาบัณฑิต (เคมี) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ