

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้
วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ

วรนุช เชื้ออ่อน

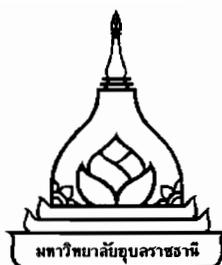
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

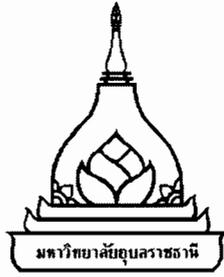


**DEVELOPING GRADE 12 STUDENTS' LEARNING OF PROTEIN
USING BIOMATERIALS IN DAILY LIFE BASED ON
GUIDED INQUIRY APPROACH**

WORANUT CHUEA - ON

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2014**

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีนโดยใช้วัสดุชีวภาพ
ในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ

ผู้วิจัย นางวรรณุช เชื้ออ่อน

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวรรณ อมตรงไชย	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสนอ ชัยรัมย์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ตั้งควนิช	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

..... เสนอ ชัยรัมย์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสนอ ชัยรัมย์)

.....
.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสนอ ชัยรัมย์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนให้ความสนใจ ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยนี้จนสำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวรรณ อมตธงไชย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ตั้งควนิช ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ รวมถึงคณาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูและบุคลากรทางการศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ปีการศึกษา 2557 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนพังโคนพิทยา ตำบลนาตาล อำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ สดท้ายขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อวินัย สุวรรณวิสุทธิ์ และคุณแม่มะลิวรรณ สุวรรณวิสุทธิ์ ที่ได้สั่งสอนและช่วยเหลือด้านการศึกษา ส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสที่ดีทางการศึกษาตลอดมา รวมทั้งขอขอบคุณคุณครูสมภาร เชื้ออ่อน ที่เป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือและคอยกระตุ้นการทำงานด้วยดีเสมอมา และขอระลึกถึงพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและให้ความรู้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบันมา ณ ที่นี้ด้วย


(นางวรรณุช เชื้ออ่อน)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ

โดย : วรนุช เชื้ออ่อน

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสนอ ชัยรัมย์

คำพท์สำคัญ : กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ การเรียนรู้ของนักเรียน ความคงทนของความรู้ โปรตีน วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวัน

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้คือ พัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนพังเคนพิทยา จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 36 คน การวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โปรตีน แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค และแบบประเมินความพึงพอใจ ตามลำดับ ผลการวิจัยผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) หลังการเรียนโดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดเรื่องโปรตีนถูกต้องเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน นักเรียนมีความคงทนของความรู้อยู่ในระดับที่น่าพอใจเมื่อเวลาผ่านไป 3 สัปดาห์ ของการเรียน และโดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (Mean = 3.92, SD = 0.84) นอกจากนี้ยังพบว่า จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค นักเรียนส่วนมากไม่สามารถวาดภาพโครงสร้างโปรตีนก่อนและหลังแปลงสภาพได้ การวิจัยครั้งนี้บ่งบอกให้รู้ว่า ครูผู้สอนควรมีการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยเน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจระดับจุลภาคให้มากขึ้น

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING GRADE 12 STUDENTS' LEARNING OF PROTEIN
USING BIOMATERIALS IN DAILY LIFE BASED ON GUIDED
INQUIRY APPROACH

BY : WORANUT CHUEA-ON

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : ASST. PROF.SANOE CHAIRAM, Ph.D.

KEYWORD : GUIDED INQUIRY APPROACH / STUDENTS' LEARNING / RETENTION
OF KNOWLEDGE / PROTEIN / BIOMATERIALS IN DAILY LIFE

The main purpose of this research was to develop the students' learning of protein by using biomaterials in daily life based guided inquiry approach. The target group was 36 Mattayomsuksa 6/1 students from Pangken Pittaya School, Ubon Ratchathani. All students studied in the first semester of academic year 2014. The one group pretest-posttest design was employed in this study. The research instruments consisted of lesson plans based on guided inquiry, protein diagnostic tests, microscopic drawing tests and satisfaction questionnaire, respectively. The data were analyzed by using the average percentage, standard deviation and *t*-test. The results showed that there was statistically significant mean difference between the pre-test and post-test ($p < .05$). After learning by guided inquiry approach, the number of students had more correct conceptual understanding of protein compared with those obtained before learning. Moreover, students exhibited a satisfactory retention of knowledge after 3 weeks of learning. The students' satisfaction on learning of protein by using biomaterials in daily life based guided inquiry approach was a high level (Mean = 3.92, SD = 0.84). The results from revealed that microscopic drawing, most of the students could not in draw the structure of protein. This research indicates that chemistry teachers should enhance students' understanding of protein at the microscopic level.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	5
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	6
2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	15
2.3 ความคงทนของความรู้	18
2.4 แบบจำลองทางความคิด	20
2.5 สรุปเนื้อหาเรื่อง โปรตีน	23
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การจัดกลุ่มปฏิบัติการทดลองแบบคละความสามารถ	34
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	36
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	42
4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	60
ภาคผนวก	
ก แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ	67
ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	88
ค แบบทดสอบวัดวัดความเข้าใจระดับจุลภาค	96
ง แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน	102
จ ตัวอย่างผลงานของนักเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้	105
ฉ ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุลภาคของ โครงสร้างโปรตีน	115
ช การเผยแพร่งานวิจัย	122
ประวัติผู้วิจัย	139

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	บทบาทครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	12
3.1	การจัดกลุ่มนักเรียน โดยพิจารณาจากผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกลุ่มวิชาเคมี	35
3.2	ลำดับที่ของข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับหัวข้อที่ใช้ในการวิจัย	38
3.3	ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	41
4.1	จำนวนนักเรียน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ) ของนักเรียนที่ตอบถูกก่อนและหลังเรียน ผลต่างของคะแนนเฉลี่ย และค่าที่	43
4.2	ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบตัวเลือกถูก และตอบตัวเลือกและเหตุผลถูก ก่อนเรียนและหลังเรียน	45
4.3	ค่าร้อยละความเข้าใจรายข้อของนักเรียนที่ระดับความเข้าใจต่าง ๆ ในแต่ละเนื้อหาของเรื่อง โปรตีน	47
4.4	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ) ของนักเรียนที่ตอบถูกหลังเรียนครั้งที่ 1 และหลังเรียนครั้งที่ 2 และค่าที่	54
4.5	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้ วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนแบบสืบเสาะแนะนำ	55

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้	11
2.2	กระบวนการความจำของมนุษย์	19
2.3	ปฏิกริยาระหว่างสารที่มีพันธะโคเวเลนต์และสารละลายไอออนิก	24
2.4	โปรตีนมีพันธะเพปไทด์เชื่อมกรดอะมิโนเข้าด้วยกันเป็นโซ่ยาว	24
2.5	โครงสร้างของกรดอะมิโน	25
2.6	โครงสร้างแบบเกลียวแอลฟา	26
2.7	โครงสร้างแบบแผ่นพหิตปีด้า	26
2.8	โครงสร้างตติยภูมิและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างพันธะ	27
2.9	แสดงโครงสร้างจตุรภูมิ	27
2.10	โครงสร้างของโปรตีนเมื่อถูกเปลี่ยนแปลงสภาพ	29
4.1	ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนในไข่ เส้นผม นม และเนื้อหมู ก่อนถูกเปลี่ยนแปลงสภาพ (ภาพบน) และหลังถูกเปลี่ยนแปลงสภาพ (ภาพล่าง) ด้วยความร้อนจากตัวแทนนักเรียน SU นักเรียน PS และนักเรียน SM	50

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีอิทธิพลกับทุกชีวิตในสังคม ทุกคนจึงจำเป็นต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนจนได้รับการพัฒนาให้รู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติรอบตัวเรา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 1) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด กล่าวคือให้ผู้เรียนได้รู้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตามแนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ที่ระบุไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546 : 19) แสดงว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น รักการอ่าน และเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง แต่ปัญหาหลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่มักมุ่งเน้นไปที่เนื้อหาเพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ในทำนองเดียวกันระบบการวัดและประเมินผล และรูปแบบการสอบเข้าเรียนต่อทุกระดับชั้นของประเทศไทยมุ่งเน้นที่ความรู้ความจำเป็นหลัก จึงทำให้นักเรียนต้องเรียนวิทยาศาสตร์แบบท่องจำมากกว่าการคิดแก้ปัญหาตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากการที่ผู้ปกครองส่งเสริมให้นักเรียนเข้าเรียนในโรงเรียนกวดวิชาหรือสถาบันสอนพิเศษต่าง ๆ มากมาย

โครงสร้างของหลักสูตรแกนกลางของการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิชาเคมีเป็นเนื้อหาสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยกล่าวถึง สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 13-16) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่มีการปฏิบัติการทดลองยังมีอยู่น้อยมาก ครูวิทยาศาสตร์ยังคงเน้นการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ทำให้นักเรียนเกิดความไม่เข้าใจอย่างแท้จริง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจึงต่ำ (สมภาร

เชื้ออ่อน, 2554 : 1) ฉะนั้นครูจึงควรปรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก่นักเรียนในห้องเรียนใหม่ โดยควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเองซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดแนวคิดที่ถูกต้อง สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กล่าวว่า “การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาการสร้างความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ การพัฒนาการคิดระดับสูง ด้วยการปฏิบัติกิจกรรมที่มีกลวิธีกระตุ้นท้าทายให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นอกจากนี้มีงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ที่ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น” (นิตยา ผลประคอง, ชาญ อินทร์เต็ม และเสนอ ชัยรัมย์, 2554 : บทคัดย่อ ; ปิยธิดา พยัฒณา และเสนอ ชัยรัมย์, 2556 : บทคัดย่อ) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียน อธิบายความเข้าใจในเรื่องที่เรียนกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ (Sever, Yurumezoglu and Oguz - Unver, 2010: 5623; Varkey, Anjali, and Menon, 2014: 11-31; Waterman and Thompson, 1995: 4-7; Whitney, 1903: 104-106) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 3 รูปแบบตามบทบาทของนักเรียน ได้แก่ การสืบเสาะแบบสำเร็จรูป (Structured Inquiry, SI) การสืบเสาะแบบแนะนำ (Guided Inquiry, GI) และการสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Opened Inquiry, OI) แต่ละประเภทก็มีข้อดีที่แตกต่างกัน สำหรับรูปแบบที่ผู้วิจัยนำมาใช้คือการสืบเสาะแบบแนะนำ รูปแบบนี้เป็นวิธีที่จะทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดเห็นของตนเอง มีความกล้าในการแสดงความคิดและการตั้งคำถาม อีกทั้งยังพบว่า การตั้งคำถามและการแนะนำของครูทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เคมีในหัวข้ออื่น ๆ ที่มีความสอดคล้องกับหัวข้อที่กำลังทำกิจกรรมได้ (วิภารัตน์ เสนาผล, 2555 : บทคัดย่อ)

โรงเรียนพังเคนพิทยาเป็นโรงเรียนขนาดกลางในอำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี เนื่องจากนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ความรู้ที่เกิดขึ้นเกิดจากการท่องจำไม่ได้เกิดจากความเข้าใจ ส่งผลให้ความรู้ที่ได้ไม่คงทน ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2556 เมื่อแยกวิเคราะห์ตามมาตรฐานการเรียนรู้พบว่า มาตรฐาน ว 3.1 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับ ประเทศเท่ากับ 28.95 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับ โรงเรียนของโรงเรียนพังเคนพิทยาเท่ากับ 26.29 มาตรฐาน ว 3.2 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 30.25 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนของโรงเรียนพังเคนพิทยาเท่ากับ 28.05 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557 : 7) ซึ่งค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนของทั้งสองมาตรฐานมีค่าต่ำกว่าค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ จากแนวคิดและสภาพปัญหาดังที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะพัฒนาการเรียนรู

ของนักเรียน ดังนั้นจึงได้นำกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน ซึ่งเป็นหัวข้อหนึ่งในรายวิชา ว30225 เคมี 5 โดยการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อหาคำตอบของคำถาม และเป็นกิจกรรมที่ต้องอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พัฒนาความเข้าใจ ตลอดจนสำรวจความคงทนของความรู้และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็นคุณค่าของการเรียนรู้และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ

1.2.2 เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ

1.2.3 เพื่อสำรวจความคงทนของความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ

1.2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ที่ $p = .05$

1.3.2 ความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ มีแนวคิดถูกต้องเพิ่มขึ้น

1.3.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ มีความคงทนของความรู้ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ $p = .05$

1.3.4 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ อยู่ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 เนื้อหา เป็นเนื้อหาในรายวิชา ว30225 เคมี 5 เรื่อง โปรตีน ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

1.4.2 ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียน พังเคนพิทยา ตำบลพังเคน อำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 102 คน

1.4.3 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ของโรงเรียนพังเคนพิทยา ตำบลพังเคน อำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 36 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

1.4.4 ระยะเวลา ระยะเวลาใช้ในการทดลองทั้งหมด 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 6 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาในการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน

1.4.5 ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษามี 2 ตัว คือ ตัวแปรต้น และตัวแปรตาม

ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเข้าใจแนวคิด ความคงทนของความรู้ และความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 แนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล โดยนักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม และคอยให้คำแนะนำในระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม

1.5.2 การเรียนรู้ของนักเรียน หมายถึง ความสามารถในการจำ ทำความเข้าใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

1.5.3 ความคงทนของความรู้ หมายถึง ความสามารถในการจำและระลึกเนื้อหาในรายวิชา ว30225 เคมี 5 เรื่อง โพรตีน ซึ่งทำการวัดหลังจากเรียนเสร็จ 3 สัปดาห์ ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกันกับการทดสอบหลังเรียน

1.5.4 โพรตีน หมายถึง เนื้อหาเรื่องหนึ่งในรายวิชา ว30225 เคมี 5 ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้ กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์ โครงสร้างโปรตีน ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน และการแปลงสภาพของโปรตีน

1.5.5 วัสดุชีวภาพ หมายถึง ไชดิบ ไชคาว เส้นผม เส้นผมที่ถูกไฟไหม้ นม นมบูด เนื้อหมู และเนื้อหมูสุก

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.6.1 เป็นประโยชน์แก่ผู้สอนวิชาเคมีในระดับมัธยมปลายและระดับอื่น ๆ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.6.2 เป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนที่ได้ระดมความคิด ลงมือปฏิบัติทดลองจนได้คำตอบของปัญหา ทำให้มีความคงทนของความรู้ สามารถที่จะเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

1.6.3 เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.4 เป็นประโยชน์แก่นักพัฒนาหลักสูตร ผู้บริหารการศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาในการนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า รวบรวมเอกสาร แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางพื้นฐานในการทำวิจัย ดังหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
- 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.3 ความคงทนของการเรียนรู้
- 2.4 แบบจำลองทางความคิด
- 2.5 สรุปเนื้อหาเรื่อง โปรตีน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.1.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีคำเรียกใช้ในภาษาไทยอยู่หลายคำ เช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบค้นพบ และวิธีสอนแบบสอบสวน โดยมีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้มากมาย ดังนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530 : 122) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ หรือความจริงทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ช่วยให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตัวนักเรียนเอง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 122) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การค้นหาข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน (Examination) ด้วยการสำรวจตรวจสอบอย่างถี่ถ้วน (Investigation) หรือด้วยการวิจัย (Research)

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540 : 64) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะว่า หมายถึง การสอนที่ครูจัดสถานการณ์ หรือกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนค้นหาความรู้ อย่างมี

หลักการและเหตุผล ขยายความคิดของตนเองได้อย่างกว้างขวาง สามารถวางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางความคิดได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องตอบรับฟังการบรรยายของครูเพียงฝ่ายเดียว

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 123) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้

Good (1973: 303) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็น เทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชา วิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้โดยการใช้คำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเองเป็นวิธีการเรียน โดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่เกิดขึ้นซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วนเป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ต้องการแยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุป ประดิษฐ์คิดค้น ตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาด สามารถทดสอบได้และการสรุปอย่างมีเหตุผล

Suchman (1966: 90) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะ หมายถึง การสอนที่เป็นการฝึกกระบวนการสืบเสาะให้แก่ นักเรียน ซึ่งการฝึกกระบวนการสืบเสาะนั้นจัดขึ้นเพื่อเป็นส่วนประกอบในกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถตั้งสมมติฐานการทดลอง และตีความหมายจากการทดลองด้วยตนเอง ไม่ต้องรอคำอธิบายและตีความหมายจากครูซึ่งจะก่อให้เกิดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นระเบียบในตัวผู้เรียน

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักการศึกษาได้ให้ไว้ดังกล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้ ซึ่งครูมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ จัดสภาพแวดล้อม สร้างแรงจูงใจ ให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าทำ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

2.1.2 ประเภทของการสอนสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถแบ่งตามลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนได้ 2 ประเภท คือ

2.1.2.1 การสืบเสาะหาความรู้ที่อาศัยการปฏิบัติการ เป็นรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการปฏิบัติการทดลองและการคิด โดยให้นักเรียนลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล แปลความหมายและลงข้อสรุป ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีทักษะในด้านการปฏิบัติการสืบเสาะแบบนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท (เบญจพร อินทรสค, 2553 : 9 ; อ้างอิงจาก ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2543 : ไม่มีเลขหน้า) คือ

1) การสืบเสาะหาความรู้แบบสำเร็จรูป (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา กำหนดขั้นตอนในการทดลองและจัดกระทำข้อมูลตลอดจนการแปลความหมายและสรุปให้แก่ นักเรียน โดยนักเรียนทำตามขั้นตอนที่ครูกำหนดไว้

2) การสืบเสาะหาความรู้แบบแนะนำ (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูให้คำปรึกษาหรือ หรือแนะนำวิธีการทดลองและการจัดกระทำข้อมูลนักเรียนนักเรียนเป็นผู้แปลความหมายและสรุปด้วยตัวเอง

3) การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดกว้าง (Open Inquiry) ซึ่งนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและสรุปผลด้วยตนเอง

2.1.2.2 การสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่ทำปฏิบัติการ เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการลงมือปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล แต่เน้นการให้หรือเสนอข้อมูลจากครูเน้นการซักถามของครูและนักเรียน บางครั้งเรียกการสืบเสาะหาความรู้แบบนี้ว่า การสืบเสาะหาความรู้แบบซักถาม (Oral Inquiry) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ (Passive Inquiry) วิธีนี้ผู้สอนมีบทบาทในการใช้คำถามเป็นแนวทางให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ เหมาะสำหรับการเริ่มต้นในการสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากครูผู้สอนจะเป็นผู้ใช้คำถามนำไปสู่คำตอบ และพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามอยู่เสมอ ผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นส่วนใหญ่ คือ ประมาณร้อยละ 90 ส่วนผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามเองประมาณร้อยละ 10 เท่านั้น และส่วนใหญ่ผู้เรียนจะเป็นผู้ตอบคำถามในการเรียนการสอนจะพบว่า เมื่อเริ่มต้นผู้เรียนส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับการฟังแล้วคิดทำความเข้าใจตามบทเรียนแต่ยังขาดทักษะในการตั้งคำถาม ผู้สอนจึงต้องมีเทคนิคในการตั้งคำถามนำเพื่อให้ผู้เรียนตอบโดยพัฒนาคำถามจากคำถามง่ายๆ ไปสู่คำถามที่ซับซ้อน เพื่อพัฒนาความคิดของผู้เรียน

จนเกิดความคุ้นเคยกับการตอบคำถาม ต่อจากนั้นผู้สอนจะต้องกระตุ้นหรือจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนตั้งคำถามสืบเสาะหาความรู้แสวงหาคำตอบด้วยตัวเองมากขึ้น

2) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันในการสืบเสาะหาความรู้ (Combined Inquiry) วิธีนี้ผู้สอนและผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการในการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกันโดยผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามเท่ากับผู้เรียนคือประมาณร้อยละ 50 ซึ่งเหมาะสำหรับการสอนที่ผู้เรียนได้ผ่านขั้นของ Passive Inquiry มาแล้ว ผู้เรียนจะคุ้นเคยกับการตอบคำถามและฝึกตั้งคำถาม การซักถามปัญหา ในขั้นนี้เมื่อผู้เรียนถาม ผู้สอนไม่ควรให้คำตอบทันที แต่ควรส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดด้วยตนเองโดยใช้คำถามนำไปเรื่อยๆ จนกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

3) ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ (Active Inquiry) การสอนแบบนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามและตอบคำถามเป็นส่วนใหญ่หลังจากที่ได้รับการฝึกการตั้งคำถามและตอบคำถามจนคุ้นเคยมาแล้ว ผู้เรียนได้รับการพัฒนาความคิดการตั้งคำถามในกระบวนการสืบเสาะเพื่อหาคำตอบด้วยตนเองมาตามลำดับขั้น ในขั้นนี้จึงมีความสามารถในการสร้างกรอบความคิด การสร้างคำถามนำไปสู่การค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตั้งคำถามและตอบคำถามประมาณร้อยละ 90 จึงนับว่าเป็นจุดประสงค์สูงสุดในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.1.3 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ คือ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งทั้ง 5 ขั้นตอนเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ จะต้องเชื่อมโยงกับความคิดเดิม และนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ และได้ใช้กระบวนการและทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 219-220) ได้กล่าวถึงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนไว้โดยสรุป ดังนี้

2.1.3.1 การสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ชั่วๆ หรือทำ

ทายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย ใครู้ อยากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลัง สนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูสามารถจัดกิจกรรมได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า/อ่านเรื่อง อภิปราย/พุดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัยแปลกใจ

2.1.3.2 การสำรวจและค้นคว้า นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และ รวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.1.3.3 การอธิบาย นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือ ได้ มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

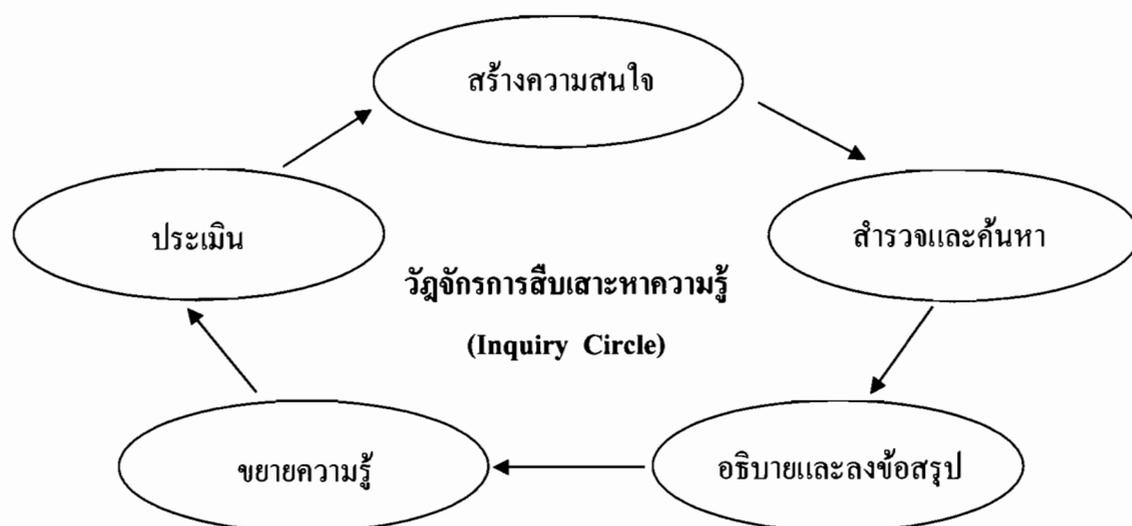
2.1.3.4 การขยายความรู้

1) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียนชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจางในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

2) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ใน เรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวม เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

2.1.3.5 การประเมิน ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิเคราะห์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน กิจพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหาให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิง ทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์ เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือเรื่องอื่น ๆ จะ นำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจ

ตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry circle) ดังแสดงในภาพที่ 2.1 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป



ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 220)

2.1.4 บทบาทของครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

การที่จะจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องมีคุณสมบัติและปฏิบัติหน้าที่ในประเด็นหลัก ๆ ต่อไปนี้ โดยตัวครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกต้อง มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ และรู้ความสามารถของตนเอง ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ครูวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทเป็นผู้เรียนรู้เสมอภาคกับผู้เรียน ไม่ใช่ครูเป็นผู้นำการเรียนรู้ และสนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ร่วมมือร่วมใจและมีความรับผิดชอบในการทำงาน ให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น และให้นักเรียนเข้าใจว่าพฤติกรรมและการปฏิบัติอะไรที่ต้องแสดงออกมา ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน จะประสบความสำเร็จได้ นอกจากประเด็นดังกล่าวข้างบนแล้ว สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้เสนอแนะบทบาทของครูในแต่ละขั้นตอนว่า ครูต้องแสดงบทบาทของตนเองอย่างไรบ้าง (เบญจพร อินทรสศ, 2553 : 16-18) ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 บทบาทครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

ขั้นตอน การเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
การสร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด - ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือแนวคิดหรือเนื้อหา 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายแนวคิด - ให้คำจำกัดความและคำตอบ - สรุปประเด็นให้ - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บรรยาย
การสำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน - ให้นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - เตรียมคำตอบไว้ให้ - บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา - นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน
การอธิบายและลงข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอส่วนต่าง ๆ ในแผนภาพ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิด 	<ul style="list-style-type: none"> - ยอมรับคำอธิบายโดยมีหลักฐานหรือมีเหตุผลประกอบ - ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิด หรือทักษะ

ตารางที่ 2.1 บทบาทครูในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนการสอน	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
การขยายความรู้	<ul style="list-style-type: none"> - คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการจับออก ส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - นักเรียนอธิบายอย่างมีความหมาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้คำตอบที่ชัดเจน - บอกรักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ใช้เวลามากในการบรรยาย - นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน - อธิบายวิธีแก้ปัญหา
การประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดใหม่ - ทำให้คลุมเครือ - ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะ

โดยสรุปแล้วครูต้องเป็นผู้ที่เข้าใจแนวทางในการปฏิบัติและบทบาทของตนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวัง

ไว้ ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก่อน ครูจึงจะสามารถให้นักเรียนเกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้ ครูต้องจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบค้น เสาะหา สืบตรวจตรวจสอบ ค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่ทำ และนำมาสรุปและสื่อสารข้อมูล ข้อความที่ได้ออกมาด้วยตนเอง จากรายงานทางวิชาการทั้งในและต่างประเทศ เมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการนี้ นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์และธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อสังคมและตนเองได้

2.1.5 ข้อดีและประโยชน์ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530 : 127) กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

- (1) ทำให้นักเรียนได้ใช้ความคิดมากกว่าความจำ
- (2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น
- (3) ทำให้นักเรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์
- (4) ทำให้การเรียนการสอนสอดคล้องกับเอกลักษณ์และปรัชญาวิทยาศาสตร์

มากขึ้น

ประจวบจิตร คำจตุรัส (2537 : 50) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

(1) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการแสวงหาความรู้

- (2) ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้รวดเร็ว
- (3) ช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน
- (4) ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการแสวงหาจากภายในมากกว่าภายนอก
- (5) ทำให้ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับคงทน และสามารถใช้ในการชีวิตประจำวันได้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542 : 126) กล่าวถึงข้อดีไว้ดังนี้

(1) นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา

(2) นักเรียนได้มีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้นักเรียนรู้จักจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถาวรโยงการเรียนรู้อีก กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีก

- (3) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

(4) นักเรียนสามารถเรียนรู้ความคิดรวบยอด และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

(5) นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากข้อดีและประโยชน์ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมกระบวนการทางความคิด ส่งเสริมให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง การค้นหาความรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดความรู้ตลอดเวลา ความรู้ที่ได้มีความคงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดี กล่าวคือ สามารถจดจำเรื่องที่เรียนรู้ได้นาน และนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม



2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

ชวาล แพร์ตกุล (2526 : 15) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ สมรรถภาพต่าง ๆ ของสมอง ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรประกอบด้วยสิ่งที่สำคัญอย่างน้อยคือ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 30-31) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมหรือความสามารถที่เป็นผลจากการเรียนการสอน เป็นลักษณะของผู้เรียนที่พัฒนาออกมาขึ้นมาจากการฝึกอบรมสั่งสอน โดยตรง คือ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนของผู้เรียนนั่นเอง ซึ่งได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ควรคำนึงถึงคุณลักษณะของข้อสอบที่ดี

พวงแก้ว โจรานนท์ (2530 : 25) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะด้านวิชาการ รวมทั้งสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ เช่น ระดับสติปัญญา การคิด การแก้ปัญหาต่าง ๆ ของเด็ก ซึ่งแสดงให้เห็นด้วยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือการรายงาน ทั้งเขียนและพูด การทำงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนการทำการบ้านในแต่ละวิชา

ทิสนา แจมมณี และคนอื่น ๆ (2544 : 124-125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เมื่อได้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ หรือคุณภาพของความรู้ความสามารถ พฤติกรรมหรือลักษณะทางจิตใจ ถ้าการเปลี่ยนแปลงเป็นไปในลักษณะที่พึงประสงค์ตามจุดมุ่งหมายอันเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนการสอนที่ผู้สอนอาจจัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้นั้น สิ่งที่มีวัดจึงเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้หรือทักษะ

บางอย่าง ส่วนใหญ่จะเน้นทักษะทางสมองหรือการคิด อันบ่งบอกถึงสถานภาพของการเรียนที่ผ่าน มาหรือสภาพการเรียนที่บุคคลนั้นได้รับ

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมหรือความสามารถที่เป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่ ผู้เรียนได้รับทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครู ถือเป็นความสำเร็จในด้านความรู้ ความคิด ทักษะและ สมรรถภาพต่าง ๆ ของสมอง อันบ่งบอกถึงสถานภาพของการเรียนรู้ที่ผ่านมาหรือสภาพการเรียนรู ที่บุคคลนั้นได้รับ

2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ ดังนี้

วิเชียร เกตุสิงห์ (2530 : 12) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้มาใน อดีต ยกเว้นการวัดทางด้านร่างกาย ข้อสอบประเภทผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนใหญ่จะใช้วัด ผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิชาการ เป็นการวัดว่าผู้เรียนเรียนรู้มาจากอดีตเท่าไรสอดคล้องกับ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 146-147) ที่ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียน ที่ได้เรียน ไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้ผู้เรียนตอบด้วยกระดาษดินสอ (Paper and Pencil Test) กับผู้เรียนปฏิบัติจริง (Performance Test) โดยได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น 2 ประเภท คือ

(1) แบบทดสอบของผู้สอน หมายถึง ชุดของคำถามที่ผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่ง เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ที่ผู้เรียนเรียนรู้ในห้องเรียนว่า ผู้เรียนมีความรู้มากแค่ไหน ซึ่งขึ้นอยู่กับ ความต้องการของผู้สอน

(2) แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละ สาขาวิชาหรือจากผู้สอนวิชานั้น ๆ แต่ผ่านการทดลองคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึง สร้างเกณฑ์ปกติแบบทดสอบนั้นสามารถใช้เป็นหลักเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียน การสอนในเรื่องใดก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบ บอกวิธีสอนและมี มาตรฐานวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไป แล้วจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ ซึ่งควรวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- (2.1) วัดความรู้ความจำ
- (2.2) วัดความเข้าใจ
- (2.3) วัดการนำไปใช้
- (2.4) วัดด้านการวิเคราะห์

(2.5) วัดด้านการสังเคราะห์

(2.6) วัดการประเมินค่า

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 52-53) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลทางด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้เนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น ได้แบ่งลักษณะแบบทดสอบออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้เรียนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

(2) แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่ง - อ่อนได้ดี เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน เป็นคะแนนที่สามารถใช้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงกลุ่ม โดยได้สร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร เป็นแบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมเนื้อหา

2.2.3 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

จำนง พรายเข้มแข (2529 : 29-30) และพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 41-45) ได้สรุปไว้ว่า แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรประกอบด้วยลักษณะสำคัญต่อไปนี้

(1) มีความเที่ยงตรง หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ตรงตามจุดมุ่งหมาย สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและครอบคลุมพฤติกรรมตรงตามที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในเนื้อหาแต่ละหน่วยได้อย่างครบถ้วน

(2) มีความเชื่อมั่น หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถให้ผลคงที่ไม่ว่าจะนำไปสอบวัดกี่ครั้ง

(3) มีความเป็นปรนัย คือ มีคุณสมบัติ 3 ประการ ดังต่อไปนี้

(3.1) คำถามมีความชัดเจน เข้าใจตรงกัน

(3.2) ต้องตรวจให้คะแนนตรงกันคือ มีมาตรฐานการให้คะแนนชัดเจน ทำให้ผู้ตรวจไม่ว่าใครตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน

(3.3) การแปลความหมายแบบตรงกัน กล่าวคือ คะแนนที่ได้บอกสถานภาพของผู้สอบได้ตรงกัน

(4) มีการถามลึก หมายถึง คำถามจะไม่ถามแต่เพียงความรู้ความจำตามตำราหรือถามที่ผู้สอนสอน แต่ต้องให้ผู้เรียนนำความรู้ไปวิเคราะห์ วิจัยและใช้ในสถานการณ์จริง ๆ

(5) มีความยุติธรรม หมายถึง ข้อคำถามของข้อสอบนั้น จะต้องไม่มีช่องทางนะให้ผู้เรียนใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูก และไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเก็ยจรั้นตอบได้ นั่นคือข้อสอบต้องครอบคลุมทั้งเนื้อหาวิชา และสมรรถภาพทางสมอง

(6) มีลักษณะกระตุ้นเป็นแบบอย่างที่ดี หมายถึง ข้อสอบต้องประกอบด้วยคำถามที่จะสร้างเป็นแบบอย่างที่ดีให้แก่ผู้เรียน ไม่ควรถามสิ่งที่เป็นตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมไม่ควรปฏิบัติ

(7) มีอำนาจจำแนก หมายถึง ข้อสอบนั้นสามารถแยกผู้เรียนเก่งและผู้เรียนอ่อนออกจากกันได้จริง

(8) มีความยากพอเหมาะ คือ ข้อสอบนั้นจะต้องไม่ยากเกินไปและง่ายเกินไป ผลการทดสอบโดยเฉลี่ยควรเท่ากับหรือสูงกว่า 50% ของคะแนนเล็กน้อย

(9) มีลักษณะเฉพาะเจาะจง คือ ตั้งคำถามและคำตอบที่มุ่งถามเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างชัดเจน ไม่กำกวม ไม่ถามแบบครอบคลุม

(10) มีประสิทธิภาพ คือ สามารถให้คะแนนเที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลาที่สอบน้อยที่สุด ใช้แรงงานและเงินทุนน้อยที่สุดด้วย

นอกจากนี้ กล่าวได้ว่าผู้เขียนข้อสอบที่ดีจำเป็นต้องมีคุณลักษณะต่าง ๆ คือ มีความรู้ในเนื้อหา รู้จุดมุ่งหมาย รู้เทคนิคการถาม มีทักษะในการใช้ภาษา และมีทักษะในการเขียนข้อสอบและวิจารณ์ จากหลักการและกระบวนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาโดยสรุปจะช่วยให้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีคุณภาพ และสามารถตรวจสอบทักษะและความรู้ของผู้เรียนได้ตามที่ต้องการ

2.3 ความคงทนของความรู้

ความจำและความคงทนเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กัน ถ้าไม่มีการเก็บไว้ในความจำก็จะไม่เกิดความคงทนของความรู้ เมื่อระลึกถึงก็ไม่สามารถนำออกมาใช้ได้ ความเข้าใจที่ลึกซึ้งมีผลต่อความจำที่ยาวนาน นักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาเชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมี

ความรู้พื้นฐานที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ ในการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนยังผู้เรียนมีความเข้าใจข้อมูลพื้นฐานและได้รับข้อมูลพื้นฐานในการเรียนมากเท่าใด ยิ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถสังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่ได้อย่างถูกต้อง เทียบตรงและง่ายในการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ (Donavan and Bransford, 2005: 7-9) ความเข้าใจเป็นความสามารถในการตีความหมายในสิ่งที่ได้เรียนรู้ตามมุมมองของผู้เรียนและเก็บสะสมไว้ในระบบความจำด้วยการนำข้อมูลที่ได้รับในความจำระยะสั้นไปผสมผสานกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วในความจำระยะยาว ซึ่งเป็นประสบการณ์ส่วนตัวที่ผ่านมาในอดีต ดังนั้นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตัวผู้เรียนจะมีบทบาทสำคัญที่สุดในการจัดองค์ความรู้ในความจำระยะยาวของตนเอง (Kirschner, Sweller and Clark, 2006: 75 – 86) นักจิตวิทยาพุทธปัญญานิยมได้ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้อินฟอร์เมชันซิง (Information Processing) ในการแบ่งความจำออกเป็นระยะสั้น (Short Term Memory, STM) และความจำระยะยาว (Long Term Memory, LTM) และอธิบายกระบวนการของความจำไว้เป็น 3 กระบวนการ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กระบวนการความจำของมนุษย์ (ยูวดี ใจเด็ยว, 2553 : 9)

อย่างไรก็ตามการจำในสิ่งที่มีความหมายจะช่วยให้การจำในสิ่งที่ไม่มีความหมายมีประสิทธิภาพยาวนาน Gravibinger (2006: 135) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้และการจำดังนี้

- (1) การกระตุ้นความสนใจและชักจูงให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้
- (2) การให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- (3) การกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว
- (4) การนำเสนอบทเรียนที่เร้าความสนใจ
- (5) การจัดหาสื่อหรือตัวชี้นำการเรียนรู้แก่ผู้เรียน
- (6) การกระตุ้นหรือก่อให้เกิดการปฏิบัติแก่ผู้เรียน
- (7) การแสดงผลย้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติของผู้เรียน
- (8) การประเมินเกี่ยวกับการปฏิบัติของผู้เรียน
- (9) การส่งเสริมความคงทน และการถ่ายโอนการเรียนรู้

ถ้าขั้นตอนการทำความเข้าใจและการเรียนรู้ไม่ดี ขั้นตอนการจำก็จะลดลงหรือจำไม่ได้ ขั้นตอนต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้จะเกิดในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันมาก ซึ่งอาจพิจารณาร่วมกันเป็น สถานการณ์ของการเรียนรู้

การวัดความคงทนของความรู้ทำได้โดยการทดสอบซ้ำ ซึ่งจะใช้แบบทดสอบฉบับ เดียวกันไปทดสอบบุคคลคนเดียวกัน ในเวลาเท่ากันกับการทดสอบหลังเรียนครั้งแรกและควรร่าง กันประมาณ 2 – 4 สัปดาห์ โดยประมาณ เพราะการเว้นช่วงห่างดังกล่าวจะทำให้เกิดความคงที่ของ คะแนนที่ได้จากการสอบซ้ำ โดยการเว้นระยะห่าง 15 วัน จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่สูง และยิ่งระยะเวลาในการเว้นช่วงการทดสอบมากจะมีความเชื่อมั่นในการทดสอบมากกว่าการเว้น ระยะห่างในการทดสอบน้อย (ประดับ แก้วแดง, 2542 : 59)

2.4 แบบจำลองทางความคิด

2.4.1 ความหมายและลักษณะของแบบจำลองทางความคิด

คำว่า mental model มีคำเรียกใช้ในภาษาไทยอยู่สองคำ คือคำว่า รูปแบบการทำ ความเข้าใจ และคำว่า แบบจำลองทางความคิด โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า แบบจำลองทาง ความคิด ซึ่งมีผู้รู้และนักการศึกษาได้ให้ความหมายและลักษณะของ mental model ไว้มากมาย ดังนี้

สุมาลี ชัยเจริญ (2547 : 120) กล่าวว่า รูปแบบการทำความเข้าใจ หมายถึง สิ่ง ที่ สร้างแทนความรู้ในความจำขณะทำงานที่สามารถดำเนินการโดยผู้เรียนในการทำความเข้าใจระบบ แก้ปัญหา หรือคาดการณ์ หรือทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ บางคนอาจมีรูปแบบที่ใช้ในการทำความเข้าใจที่แบ่งออกเป็น ส่วน ๆ นักจิตวิทยาทางด้านพุทธิปัญญาระบุว่ารูปแบบที่ใช้ในการทำความเข้าใจเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการพัฒนาความรู้ และความเชี่ยวชาญ

วนิชา ประยูรพันธ์ (2553 : 18) กล่าวว่า รูปแบบการทำความเข้าใจ เป็นสิ่งที่ ผู้เรียนสร้างขึ้นแทนความรู้ในสมอง (mental representation) เพื่อใช้ในการทำความเข้าใจเรื่องที่ เรียน เป็นสิ่งที่สร้างความเชื่อมโยงระหว่างวัตถุ หรือเหตุการณ์ที่แท้จริงกับความเป็นนามธรรม คุณลักษณะของผู้เรียน ลักษณะเฉพาะของเนื้อหาวิชา จะส่งผลต่อการสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจ

สมฤทัย สังฆกรรม (2553 : 18) กล่าวว่า รูปแบบการทำความเข้าใจ คือ มโนคติ ความเชื่อ ความรู้ที่อยู่ตลอดเวลาว่ากำลังทำอะไร คิดอะไร เป็นสิ่งที่ผู้คนใช้คิดและแปลความหมาย ของสิ่งที่ปรากฏว่ามีคุณค่าหรือความหมายต่อตนเองเพียงไร โดยการสร้างเป็นกรอบแนวคิด เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ขึ้นภายในสมองของตน เป็นวิธีการมองเห็นความเป็นไปของโลก ความเข้าใจโลก และสิ่งต่าง ๆ รอบตัวที่ฝังลึกเข้าไปในจิตใจของเรา ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะสะท้อนออกมาในรูปแบบของ

การตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งยั่วยุต่าง ๆ ซึ่งถ้าบุคคลนั้นมีการตระหนักถึงกรอบแนวคิดของตนเอง จะทำให้เกิดความกระจ่างกับรูปแบบความคิด ความเชื่อที่มีผลต่อการตัดสินใจและการกระทำของตนเอง และเพียรพัฒนารูปแบบความคิดความเชื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลก ไม่ยึดติดกับความเชื่อเก่า ๆ ที่ล้าสมัย และสามารถที่จะบริหารหรือปรับเปลี่ยนกรอบความคิดของตนและทำความเข้าใจใหม่ได้

Tobin and Hook (1997: 23-29) กล่าวว่า แบบจำลองทางความคิดเป็นการสร้างแนวคิดของมนุษย์ที่ใช้สำหรับอธิบายหรือบรรยายเหตุการณ์นั้น ๆ ได้โดยตรงและชัดเจน แบบจำลองทางความคิดเป็นความพยายามของมนุษย์ที่จะอธิบายการเปลี่ยนแปลงและปรากฏการณ์ในโลก เพื่อให้มีแนวคิดในเรื่องนั้น ๆ อย่างชัดเจน

ศุภกาญจน์ รัตนกร (2552 : 20 ; อ้างอิงมาจาก Johnson Laird, 1983: unpage) กล่าวว่า แบบจำลองทางความคิดเป็นโครงสร้างของการรับรู้พื้นฐาน โดยมีการสร้างความคิด (mental construct) ขึ้นในสมองของผู้เรียน เป็นการอธิบายการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนจะมีโครงสร้างความรู้ที่เรียกว่า “แผนแม่แบบในสมอง” (mental templates) แบบจำลองทางความคิดเป็นการที่ผู้เรียนสร้างแนวคิด ความรู้ขึ้นในสมอง ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการชี้แนะสิ่งที่รับรู้ให้เกิดขึ้นเป็นรูปร่างของความเข้าใจ ฉะนั้นแบบจำลองเชิงความคิดจะสนับสนุนและอธิบายในเชิงความแตกต่างระหว่างทฤษฎี ความรู้กับปรัชญาทางความรู้ แต่เหตุผลของการอนุมานและความเข้าใจในระหว่างการสนทนา การสื่อสาร โดยเน้นไปที่ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ

Ninna Jansoon (2009: 147) กล่าวว่า แบบจำลองทางความคิดแสดงถึงความเข้าใจที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล ที่พวกเขาใช้บรรยายและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น แบบจำลองทางความคิดถูกสร้างมาจากการรับรู้ การจินตนาการ หรืออาจเกิดจากความเข้าใจจากการบรรยายที่เคร่งเครียด เมื่อกำลังเรียนรู้วิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้รับความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ด้วยเหตุที่การสอนวิทยาศาสตร์เป็นการสอนที่ต้องใช้แบบจำลอง นี่คือเหตุผลที่นักเรียนต้องสร้างแบบจำลองทางความคิดของพวกเขาเอง เมื่อพวกเขาต้องเรียนและพยายามทำความเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างที่ร่วมอยู่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาความหมายและลักษณะของแบบจำลองทางความคิดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบจำลองทางความคิดของนักเรียน หมายถึง ภาพวาด ภาษา สัญลักษณ์ ลักษณะท่าทาง หรือสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นตามความคิดของตนเองเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งยั่วยุต่าง ๆ หรือเพื่อเป็นตัวแทนวัตถุ เหตุการณ์ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบเพื่อนำมาอธิบายหรือบรรยายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

2.4.2 ประเภทและระดับของแบบจำลองทางความคิด

การจำแนกหรือประเภทของแบบจำลองทางความคิดมีนักการวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของแบบจำลองทางความคิด ซึ่งแต่ละคนก็จะมีเกณฑ์ในการจำแนกแบบจำลองทางความคิดต่างกัน ดังต่อไปนี้

ศุภกาญจน์ รัตนกร (2552 : 22 ; อ้างอิงมาจาก Johnson Laird, 1983: unpage) แบ่งแบบจำลองทางความคิดออกเป็น conceptual mental model กับ physical mental model ซึ่ง physical mental model จะแสดงลักษณะทางกายภาพของโลก ส่วน conceptual mental model จะแสดงความเป็นนามธรรมมากกว่า ดังนั้น physical mental model เป็นการสร้างความคิดในสิ่งที่เป็นกายภาพ เป็นรูปธรรมหรือภาพ ซึ่ง conceptual mental model เป็นการสร้างความคิดเกี่ยวกับแนวคิดแบบจำลองหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม

Khan (2007: 877-905) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในเรื่องกรด – เบส และได้มีการแบ่งรูปแบบของแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

(1) Phenomenon Model เป็นแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนในเรื่องกรดหรือเบส เช่น ความเป็นพิษ การกัดกร่อน หรือรสชาติ ซึ่งนักเรียนจะใช้เกณฑ์เหล่านี้ในการตัดสินใจสารละลายเป็นกรดหรือเบส

(2) Character-Symbol Model เป็นแบบจำลองทางความคิดเกี่ยวกับคุณสมบัติหรือสัญลักษณ์ โดยนักเรียนจะใช้ชื่อหรือจำนวนของ H^+ , OH^- เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจสารละลายเป็นกรดหรือเบส และพิจารณาว่าการผสมระหว่างกรดและเบสสามารถทำให้สารละลายเป็นกลางได้

(3) Inference Model เป็นแบบจำลองทางความคิดที่ซับซ้อนขึ้นกว่าสองแบบแรกโดยจะใช้ความเข้มข้นของไอออน H^+ , OH^- หรือใช้ความแรงของกรดหรือเบสในการพิจารณาว่าสารละลายนั้นเป็นกลาง นอกจากนี้ยังมีเรื่องการเจือจางกรด – เบส

Ninna Jansoon (2009: 149) กล่าวว่า เมื่อมีการนำแบบจำลองทางความคิดมาอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี โดยปกตินักเคมีจะนำเสนอแนวความคิดซึ่งเป็นตัวแทนของความรู้ 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์

(1) ระดับมหภาค (macroscopic level) เป็นระดับที่มีตัวตนอยู่จริง สอดคล้องกับสิ่งที่ตาเห็น ในระดับนี้นักเรียนสามารถสังเกตปรากฏการณ์ของสารได้จากการทดลอง

(2) ระดับจุลภาค (sub-microscopic level) เป็นระดับที่เป็นนามธรรมแต่สัมพันธ์กับปรากฏการณ์ที่สังเกตเห็นในระดับมหภาค การอธิบายในระดับนี้เป็นลักษณะเฉพาะโดยอาศัย

มโนคติ ทฤษฎี และหลักการในการอธิบายสิ่งที่เห็นในระดับมหภาค โดยใช้อิเล็กทรอนิกส์ โมเลกุล หรืออะตอมเป็นตัวแทนแสดงปรากฏการณ์

(3) ระดับสัญลักษณ์ (symbolic level) เป็นการอธิบายสารเคมีและปรากฏการณ์ทางเคมีในระดับมหภาคโดยใช้สมการเคมี สมการคณิตศาสตร์ กราฟ กลไกของปฏิกิริยา การเปรียบเทียบและแบบจำลอง

2.4.3 การวัดแบบจำลองทางความคิด

การวัดแบบจำลองทางความคิดสามารถวัดได้หลากหลาย จากการศึกษางานวิจัยของศุภกาญจน์ รัตนกร (2552 : 23 -24) พบว่า มีวิธีที่ใช้ในการวัดแบบจำลองทางความคิด ได้แก่

2.4.3.1 การแก้ปัญหา (problem solving) เป็นการวัดทางอ้อม แบบจำลองทางความคิดเป็นการเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ การหาข้อสรุป และการทำนายของแต่ละคน ดังนั้นแต่ละคนก็จะมีแบบจำลองทางความคิดที่แตกต่างกันในการที่จะแก้ปัญหาในเรื่องเดียวกัน ดังนั้นจึงสามารถวัดแบบจำลองทางความคิดได้โดยดูผลจากที่ได้จากการแก้ปัญหา

2.4.3.2 ภาษา (verbal report) เป็นการวัดโดยตรงซึ่งการวัดแบบจำลองทางความคิดโดยใช้ภาษาสามารถวัดได้โดยการสัมภาษณ์ การอธิบาย

2.4.3.3 การวาดรูป (drawing) เป็นภาษาแบบหนึ่งแต่เป็นภาษาที่ไม่ใช้คำพูด แต่อาจจะทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้ในการตีความ ดังนั้นจึงควรมีการอธิบายเพิ่มเติมในสิ่งที่วาด

2.4.3.4 การเขียนแผนผังความคิด (concept map) โดยจะสามารถวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนได้โดยพิจารณาจากแนวคิดแต่ละแนวคิดที่มีความเชื่อมโยงกัน

ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนที่เรียนเรื่อง โปรตีน โดยใช้วิธีการวาดรูป ซึ่งเป็นภาษาแบบหนึ่งแต่เป็นภาษาที่ไม่ใช้คำพูด มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามสภาพจริง และมีการให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมในสิ่งที่วาด

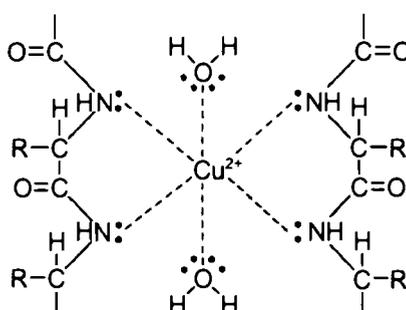
2.5 สรุปเนื้อหาเรื่อง โปรตีน

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับเนื้อหา เรื่อง โปรตีน ซึ่งเป็นเนื้อหาในวิชาเคมีตามหลักสูตรแกนการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งมีรายละเอียดโดยสรุปดังต่อไปนี้

2.5.1 กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์

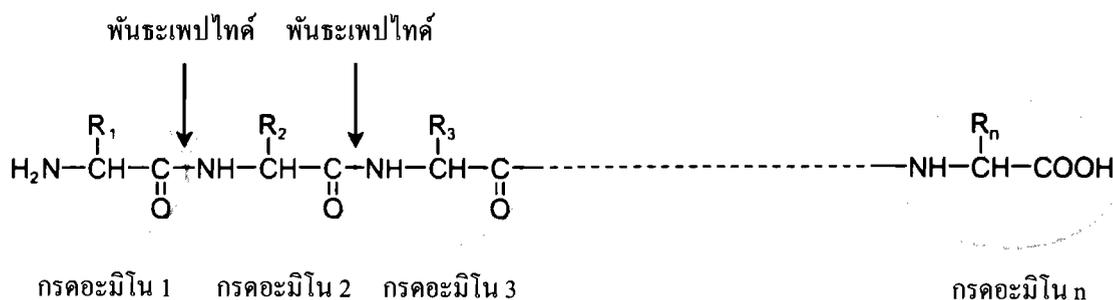
โปรตีนประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ได้แก่ ธาตุกำมะถัน ฟอสฟอรัส เหล็ก สังกะสี และทองแดง โปรตีนพบในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ นม ไข่ ถั่ว และงา เป็นต้น ในการทดสอบอาหารที่มีสารอาหารประเภทโปรตีนจะใช้สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต

(CuSO₄) เจือจางในสารละลายเบส และผลการทดสอบจะได้สารสีม่วงน้ำเงินเกิดขึ้น เรียกการทดสอบด้วยวิธีนี้ว่า การทดสอบไบยูเรต โดยที่สารละลาย CuSO₄ เจือจางในสารละลายเบสทำปฏิกิริยากับไนโตรเจนของสายเพปไทด์ ได้สารสีน้ำเงินม่วง ซึ่งเป็นสีของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างคอปเปอร์ (II) ไอออนกับไนโตรเจนในสารที่มีโคเปปไทด์ตั้งแต่ 1 พันธะขึ้นไป ดังภาพที่ 2.3



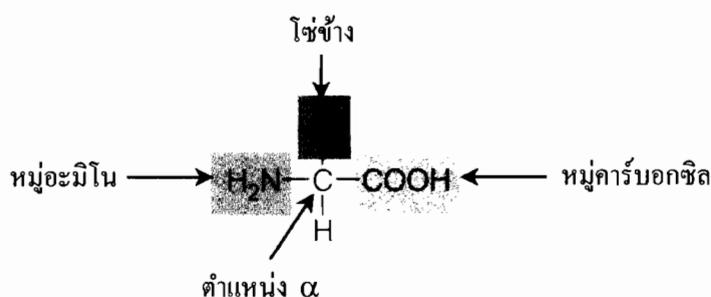
ภาพที่ 2.3 ปฏิกิริยาระหว่างสารที่มีพันธะโคเปปไทด์และสารละลายไบยูเรต (สถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 136)

โปรตีนเป็นสารที่มีมวลโมเลกุลสูง ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนมาก เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ ซึ่งเป็นพันธะโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอกซิลของกรดอะมิโน โมเลกุลหนึ่งกับอะตอมของไนโตรเจนในหมู่อะมิโนของกรดอะมิโนอีก โมเลกุลหนึ่งดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 โปรตีนมีพันธะเพปไทด์เชื่อมกรดอะมิโนเข้าด้วยกันเป็นโซ่ยาว (สถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 136)

โปรตีนเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่เกิดจากการรวมตัวของกรดอะมิโนจำนวนมาก โปรตีนนับหมื่นชนิดในร่างกายของคนประกอบด้วยกรดอะมิโนหลัก 20 ชนิด เป็นโครงสร้างพื้นฐาน กรดอะมิโนบางชนิดร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้ แต่บางชนิดสังเคราะห์เองไม่ได้ต้องได้รับจากภายนอกเท่านั้นซึ่งเรียกว่า กรดอะมิโนจำเป็น กรดอะมิโนที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานของโปรตีนมีโครงสร้างแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาโครงสร้างของกรดอะมิโนทั้ง 20 ชนิด สามารถเขียนโครงสร้างทั่วไปได้ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของกรดอะมิโน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 138)

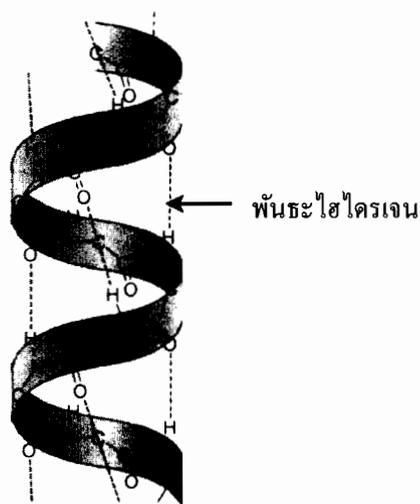
จากโครงสร้างทั่วไปของกรดอะมิโนแสดงว่ากรดอะมิโนทุกโมเลกุลประกอบด้วยไฮโดรเจน หมู่เอมิโน ($-\text{NH}_2$) และหมู่คาร์บอกซิล ($-\text{COOH}$) ต่อที่ตำแหน่งแอลฟา (α) ของคาร์บอน และมีส่วนที่แตกต่างกันคือ โซ่ข้าง ที่เขียนแทนด้วย ($-\text{R}$) ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้กรดอะมิโนแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน

2.5.2 โครงสร้างของโปรตีน

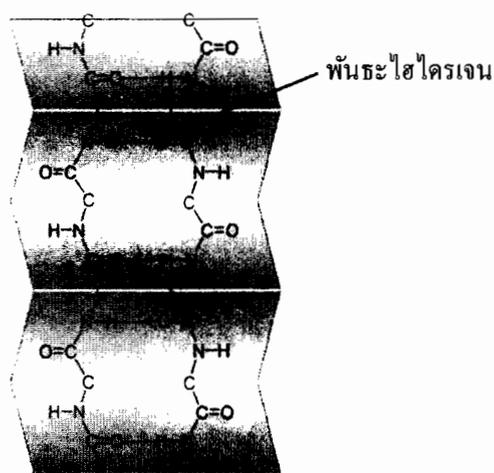
โครงสร้างของโปรตีนมี 4 ระดับ คือ

2.5.2.1 โครงสร้างปฐมภูมิ เป็นโครงสร้างที่มีการแสดงลำดับกรดอะมิโนในสายเพปไทด์หรือในโมเลกุลโปรตีน

2.5.2.2 โครงสร้างทุติยภูมิ เป็นโครงสร้างที่เกิดจากการขด ม้วนตัว หรือเรียงตัวของโครงสร้างปฐมภูมิ ถ้าเกิดจากการสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่าง $\text{C}=\text{O}$ ของกรดอะมิโนหนึ่งกับ $\text{N}-\text{H}$ ของกรดอะมิโนถัดไปอีก 4 หน่วย ในสายพอลิเพปไทด์เดียวกันจะเกิดโครงสร้างในลักษณะบิดเป็นเกลียว เรียกว่า เกลียวแอลฟา ดังภาพที่ 2.6 ถ้าเกิดจากการสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่าง $\text{C}=\text{O}$ กับ $\text{N}-\text{H}$ ของกรดอะมิโนระหว่างสายพอลิเพปไทด์ที่อยู่คู่กัน จะเกิดโครงสร้างมีลักษณะเป็นแผ่น ซึ่งเรียกว่า แผ่นฟลิตทอปิต้า ดังภาพที่ 2.7

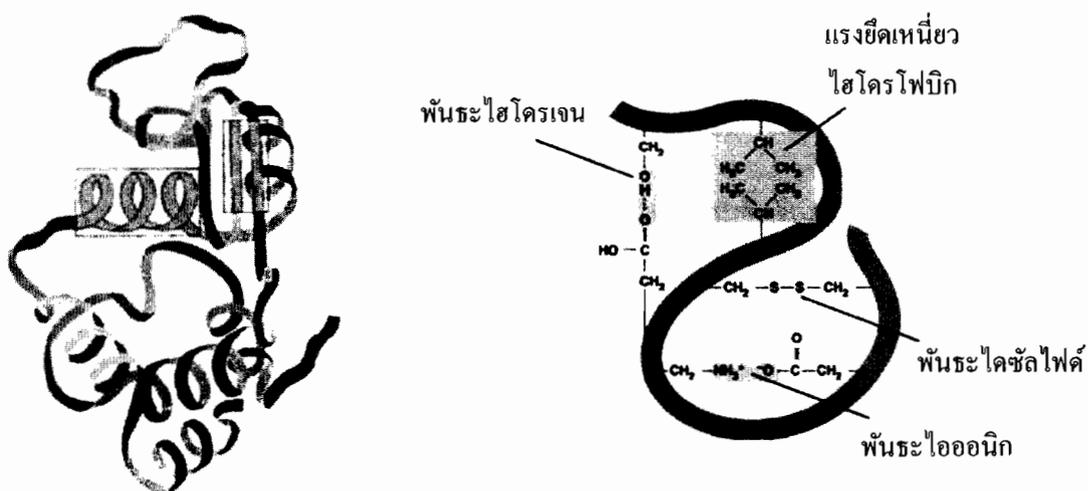


ภาพที่ 2.6 โครงสร้างแบบเกลียวแอลฟา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 140)



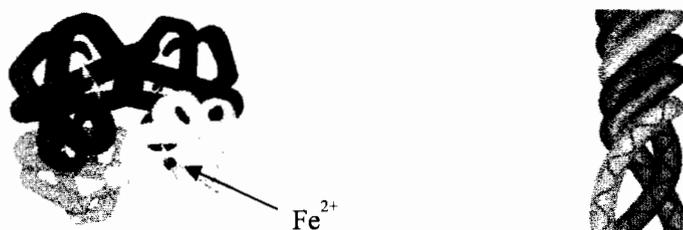
ภาพที่ 2.7 โครงสร้างแบบแผ่นพลิทบีต้า (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 140)

2.5.2.3 โครงสร้างตติยภูมิ เกิดจากโครงสร้างในระดับทุติยภูมิมีวนเข้าหากันหรือไขว้กันโดยอาศัยแรงยึดเหนี่ยวอ่อน ๆ โครงสร้างตติยภูมิของโปรตีนแต่ละชนิดจะมีลักษณะจำเพาะขึ้นอยู่กับลำดับและชนิดของกรดอะมิโนในสายพอลิเปปไทด์ ทำให้เกิดโครงสร้างที่มีความเหมาะสมสำหรับการทำหน้าที่ต่าง ๆ ของโปรตีนเหล่านั้น ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างตติยภูมิและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างพันธะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 140)

2.5.2.4 โครงสร้างจตุรภูมิ เกิดจากการรวมตัวของหน่วยย่อยชนิดเดียวหรือต่างชนิดกันของโครงสร้างตติยภูมิ โดยมีแรงยึดเหนี่ยวยึดหน่วยย่อยเข้าด้วยกัน ลักษณะโครงสร้างใหม่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างตติยภูมิซึ่งเป็นหน่วยย่อย โดยอาจมีการรวมตัวกันเป็นลักษณะก้อนกลมเช่น ฮีโมโกลบิน หรือเป็นมัดคล้ายเส้นใย เช่น คอลลาเจน ดังภาพที่ 2.9



ก ฮีโมโกลบิน

ข คอลลาเจน

ภาพที่ 2.9 แสดงโครงสร้างจตุรภูมิ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 141)

2.5.3 ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน

แบ่งตามลักษณะการจัดตัวในโครงสร้าง 3 มิติ แบ่งได้เป็น

(1) โปรตีนก้อนกลม (globular protein) เกิดจากสายพอลิเพปไทด์รวมตัวม้วนพับพันกันและอัดรวมกันมีลักษณะเป็นก้อนกลม ละลายน้ำได้ดี ส่วนใหญ่ทำหน้าที่เกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

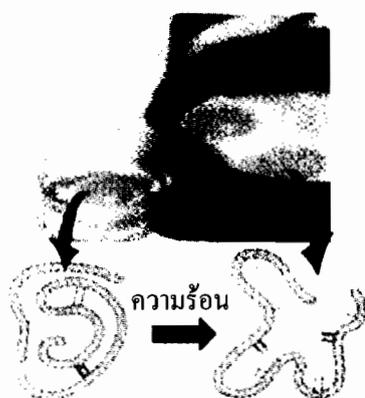
(2) โปรตีนเส้นใย (fibrous protein) เกิดจากสายพอลิเพปไทด์พันกัน ในลักษณะเหมือนเส้นใยสายยาว ๆ ละลายน้ำได้น้อย ส่วนใหญ่ทำหน้าที่เป็นโปรตีนโครงสร้างเพราะมีความแข็งแรงและยืดหยุ่นสูง

ชนิดของโปรตีนแบ่งตามหน้าที่ แบ่งได้เป็น

- (1) โปรตีนสะสม เช่น โอวัลบูมินในไข่ขาว
- (2) โปรตีนป้องกัน เช่น แอนติบอดี
- (3) โปรตีนฮอร์โมน
- (4) โปรตีนเร่งปฏิกิริยา เช่น เอนไซม์
- (5) โปรตีนโครงสร้าง เช่น คอลลาเจน เคราติน
- (6) โปรตีนขนส่ง เช่น ฮีโมโกลบิน

2.5.4 การแปลงสภาพโปรตีน

โปรตีนแต่ละชนิดมีโครงสร้างสามมิติที่จำเพาะต่อการทำงานที่แตกต่างกัน ถ้าแรงยึดเหนี่ยวในโครงสร้างสามมิติของโปรตีนถูกทำลาย จะทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนแปลงไป โดยการคลายตัวออกและไม่สามารถทำหน้าที่ทางชีวภาพได้เรียกว่า การแปลงสภาพโปรตีน ปัจจัยที่ทำให้โปรตีนเกิดการแปลงสภาพได้แก่ ความร้อน สารละลายกรด สารละลายเบส แอลกอฮอล์และโลหะหนัก เมื่อนำโปรตีนที่ถูกแปลงสภาพแล้วไปทำการทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรตพบว่าได้สารสีม่วงน้ำเงินซึ่งแสดงให้เห็นว่า พันธะเพปไทด์ของโครงสร้างปฐมภูมิยังไม่ถูกทำลายแม้ว่าโปรตีนจะถูกแปลงสภาพแล้ว มีเพียงโครงสร้างทุติยภูมิ ตติยภูมิ และจตุรภูมิต่างกันที่ถูกทำลาย โดยโครงสร้างเหล่านี้คลายตัว ดังภาพที่ 2.10 นอกจากนี้การเติมสารซักฟอก การฉายรังสีเอ็กซ์ รวมทั้งการเขย่าแรง ๆ ก็ทำให้เกิดการแปลงสภาพได้เช่นกัน



ก่อนถูกแปลงสภาพ หลังถูกแปลงสภาพ

ภาพที่ 2.10 โครงสร้างของโปรตีนเมื่อถูกแปลงสภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554 : 150)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เบญจพร อินทรสศ (2553 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำกับการสืบเสาะสำเร็จรูป พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งสองกลุ่มการเรียนรู้ และพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแนะนำ (GI) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนแบบสืบเสาะสำเร็จรูป (SI) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนพบว่านักเรียนกลุ่ม GI มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ high gain ส่วนนักเรียนกลุ่ม SI มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ medium gain เมื่อพิจารณา normalized gain, $\langle g \rangle$ เป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนกลุ่ม GI มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่ม SI ทุกข้อคำถาม และนักเรียนกลุ่ม SI มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนสูงกว่านักเรียนกลุ่ม GI ทุกมโนคติ เนื่องจากนักเรียนกลุ่ม GI ได้ปฏิบัติและมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยตนเองและร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้ ซึ่งทำให้นักเรียนได้เข้าใจถึงแนวคิดของเรื่องนั้น ๆ อย่างชัดเจน เมื่อนักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเองส่งผลให้มีความคงทนในความรู้ สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ใหม่กับองค์ความรู้เดิมได้ แต่สำหรับการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่ม SI นั้นครูจะเป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติตาม ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแก่นักเรียน บอกแนวทางในการใช้วัสดุอุปกรณ์ตามขั้นตอนการทดลอง และการจัดกระทำข้อมูล นักเรียนเป็นผู้แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

รุ่งนภา จันทรแรม (2554 : บทคัดย่อ) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีบนพื้นฐานของทฤษฎีสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วิธี Model–Observe–Reflect–Explain (MORE) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 พบว่า model หลังทดลองจะสูงกว่า model ก่อนทดลอง ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมเกือบร้อยละ 50 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้และทราบว่า model ที่คิดไว้ก่อนทำการทดลองมีความถูกต้องหรือต้องแก้ไขในส่วนตัว จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำความรู้ที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ร่วมกัน แล้วจึงสร้าง model หลังการทดลองขึ้นมาใหม่ เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคือ 8.13 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคือ 20.26 และนักเรียนมีแนวคิดแนวคิดที่ถูกต้องหลังเรียนมากกว่า ร้อยละ 80 ซึ่งมีนักเรียนบางคนเลือกคำตอบได้ถูกต้อง แต่อธิบายไม่ถูกต้องเมื่อสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มพบว่า นักเรียนบางคนมีปัญหาด้านการสื่อสาร คือไม่สามารถเขียนอธิบายได้เมื่อให้นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองในคำถามข้อนั้น โดยการสัมภาษณ์ พบว่านักเรียนอธิบายได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรม MORE ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในครั้งนี้นั้น เน้นการออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงในการเรียน อีกทั้งในระหว่างการทำกิจกรรมยังเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม แสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรม

ฉัฐสุดา กล้าหาญ (2555 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางร่วมกับแผนภาพรูปตัว V กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แผนผังรูปตัว V แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การทดลอง การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป แต่ทักษะสุดท้ายยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร อาจเนื่องมาจากเป็นทักษะขั้นสูง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

รัชช ยะสุคำ (2555 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเฉลี่ย 21.18 (SD = 3.40) และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเฉลี่ย 28.62 (SD = 3.73) มีคะแนน

ความก้าวหน้าเฉลี่ย 7.44 หรือร้อยละ 18.60 และทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่อง อัตราการเกิด ปฏิกริยาเคมี ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 21.18 (SD = 3.40) และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 23.56 (SD = 3.06) มีความก้าวหน้าเฉลี่ย 5.12 หรือร้อยละ 12.74 ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการสอนแบบสืบเสาะเป็น กระบวนการที่เน้นพัฒนาการทางสติปัญญา ผู้เรียนได้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ด้วย ตนเองมากที่สุด ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น มีความเข้าใจในเนื้อหา ได้ลง มือปฏิบัติจริง มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนสร้างองค์ ความรู้ด้วยตนเองและแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ชนิด 5Es จะมี ขั้นตอนของทักษะการคิดเชิงวิพากษ์สอดแทรกอยู่เสมอ การใช้สื่อ มีภาพแสดงอย่างชัดเจน ได้ลง มือปฏิบัติจริง การใช้คำถามส่งเสริมความคิดเหล่านี้ จะทำให้เกิดการคิดเชิงวิพากษ์ขึ้น

วิภารัตน์ เสนาผล (2555 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง สาร ประกอบอินทรีย์ บนพื้นฐานของทฤษฎีสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง เพื่อปรับเปลี่ยนผล การเรียนรู้และแนวคิดของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 จำนวน 35 คน โดยจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนที่คละความสามารถกัน มีทั้ง เก่ง ปานกลาง และอ่อน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้น กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง เครื่องมือที่ใช้ประเมินคือ แบบทดสอบวัดการ เรียนรู้เรื่อง สารประกอบอินทรีย์เป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก พร้อมกับการเขียนอธิบายเหตุผล แบบประเมินความเข้าใจจาก Concept mapping ของนักเรียน แบบวัดความพึงพอใจในการเรียน โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้หลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียน จากแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับ สารประกอบอินทรีย์ในระดับเข้าใจ เนื่องจากมีเนื้อหาเยอะทำให้เกิดความสับสน โดยเฉพาะเรื่อง หมู่ฟังก์ชัน และพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ ชี้แนะแนวทางในระดับดี เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ทำให้นักเรียนมีความสุขและสนุก รวมถึงได้เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และ พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยวิธีนี้ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านกรมีความคิดเห็นของตนเอง มีความกล้าในการแสดงความคิดและการตั้งคำถาม และยังพบว่า การตั้งคำถามและการแนะนำของครู ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เคมีในหัวข้ออื่น ๆ ที่สอดคล้องกับหัวข้อที่กำลังทำกิจกรรม อยู่

Ninna Jansoon (2009: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในเรื่อง การละลายกับความเข้าใจเชิงมโนคติเรื่อง การละลาย และเพื่อให้เข้าใจถึงเคมียิ่งขึ้นซึ่งจำเป็นจะต้อง

มีความเข้าใจรวมในแบบจำลองทางความคิด (mental models) ทั้งสามระดับคือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ เครื่องมือที่ใช้ศึกษาความเข้าใจเชิงมโนคติของผู้เรียนใช้ การสัมภาษณ์ด้วยเทคนิค IAE โดยใช้คำถามปลายเปิด ร่วมกับการบรรยายและการวาดภาพแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียน งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามปลายเปิดได้ สัมพันธ์กับความเข้าใจเชิงมโนคติ มีผู้เรียนจำนวนน้อยกว่า ที่สามารถอธิบายในระดับสัญลักษณ์ และต่อมาบรรยายเหตุการณ์ในระดับจุลภาคและมหภาคได้ แต่อย่างไรก็ตามการอธิบายในสองระดับหลังโดยทั่วไปยังไม่มีความสัมพันธ์กับระดับสัญลักษณ์ ในการเปรียบเทียบให้เห็นข้อแตกต่างในการอธิบายพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายการละลายได้บางระดับเท่านั้น

Sever, Yurumezoglu and Oguz - Unver (2010: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนโดยใช้วีดีโอ กับวิธีการสอนโดยใช้การสาธิตโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นฐานในเรื่องแสงโดยศึกษากับนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ในประเทศตุรกี โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มการทดลอง ทำกิจกรรมสังเกตการณ์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ของทั้งสองกิจกรรมซึ่งเพิ่มขึ้นทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง และพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างวิธีการสอนทั้งสองแบบ ทั้งนี้เนื่องจากการสอนทั้งสองกลุ่มใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นฐาน คำถามที่ใช้ก็เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน และขณะที่นักเรียนกำลังพยายามสืบเสาะหาคำตอบจากคำถามการทดลองในชั้นเรียน จะทำให้พวกเขาได้ปรับปรุงความรู้และความคิดเกี่ยวกับเรื่องแสง การหาคำตอบด้วยกระบวนการสืบเสาะของปรากฏการณ์หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต่างกันทั้งสองกิจกรรม ทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนั้น ๆ และนำความรู้ที่ได้ไปอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติและสามารถประยุกต์ความรู้ที่นำมาใช้ในชีวิตประจำวันของพวกเขาได้

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนได้เกิดคำถาม และค้นหาคำตอบจากคำถามนั้น โดยการลงมือปฏิบัติจริง ขณะที่พวกเขาได้สืบเสาะหาความรู้พวกเขาก็จะได้พบคำตอบตามลำดับขั้น จนมีความเข้าใจสามารถสรุปเป็นความคิดรวบยอดของตนเองได้ สำหรับการสืบเสาะแบบแนะนำ ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยรูปแบบนี้มีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ โดยไม่ได้กำหนดกิจกรรมทั้งหมดให้นักเรียนทำหรือคอยบอกคำตอบทั้งหมดแก่ผู้เรียน และครูจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น โดยไม่ต้องกังวลว่าถูกหรือผิด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้มีพัฒนาการด้านความคิดเห็นเป็นของตนเอง กล่าวแสดงออกในการเสนอความคิดเห็นและการตั้งคำถาม ทำให้นักวิจัยเชื่อมั่นว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบนี้เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่องโปรตีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะช่วยเพิ่มผลการเรียนรู้ และเป็นการเรียนรู้ที่ช่วย

เชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้วิชาเคมี
ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับอื่น ๆ ในโอกาสต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ของโรงเรียนพังโคนพิทยาศำบลพังโคน อำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2557 จำนวน 36 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจงจากประชากร ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 102 คน ในปีการศึกษาเดียวกัน

3.1 การจัดกลุ่มปฏิบัติการทดลองแบบความสะดวกสามารถ

การจัดกลุ่มนักเรียนผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยนำคะแนนผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกลุ่มวิชาเคมีของนักเรียนมาเรียงลำดับคะแนนจากสูงไปต่ำ จากนั้นแบ่งนักเรียนที่มีคะแนนสูง 9 คนแรก เป็นกลุ่มนักเรียนเก่ง 18 คนต่อไปเป็นกลุ่มนักเรียนปานกลาง และ 9 คนสุดท้ายเป็นกลุ่มนักเรียนอ่อน จากนั้นจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยโดยแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 ตามหลักการจัดกลุ่มการเรียนรู้ของ Slavin (วินัสนีย์ มณีทิพย์, 2547 : 49) ซึ่งได้กลุ่มย่อยทั้งหมด 9 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4 คน ซึ่งการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การจัดกลุ่มนักเรียนโดยพิจารณาจากผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกลุ่มวิชาเคมี

ระดับ ความสามารถ	ผลการเรียนเฉลี่ย	ชื่อกลุ่ม	ระดับ ความสามารถ	ผลการเรียนเฉลี่ย	ชื่อกลุ่ม
กลุ่มเก่ง	4.00	1	กลุ่มปานกลาง	3.75	9
	4.00	2		3.75	8
	4.00	3		3.75	7
	4.00	4		3.75	6
	3.87	5		3.62	5
	3.87	6		3.62	4
	3.87	7		3.62	3
	3.87	8		3.62	2
	3.87	9		3.62	1
กลุ่มอ่อน	3.50	9		3.62	1
	3.50	8		3.62	2
	3.37	7		3.62	3
	3.37	6		3.62	4
	3.37	5		3.50	5
	3.37	4		3.50	6
	3.25	3		3.50	7
	3.12	2		3.50	8
	3.00	1		3.50	9

จากตารางจะเห็นว่าสามารถจัดนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มย่อยได้ 9 กลุ่ม คือ 1-9 โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่คะแนนความสามารถกลุ่มละ 4 คน หลังจากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่มกันแล้วอาจเปลี่ยนชื่อกลุ่มของตนเองใหม่ตามที่สมาชิกเห็นชอบ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคำอธิบายรายวิชาเคมีในหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 โรงเรียนพังโคนพิทยาสำนักรงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29

ขั้นที่ 2 เลือกเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการทดลองให้เหมาะสมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้เนื้อหาเรื่อง โปรตีน

ขั้นที่ 3 ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จากหนังสือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 219-220) และศึกษาตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบแนะนำ (GI) จากวิทยานิพนธ์เรื่อง “ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำกับการสืบเสาะสำเร็จรูป ” (เบญจพร อินทรสศ, 2553 : 75-83)

ขั้นที่ 4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 6 ชั่วโมง เรื่อง โปรตีน จากนั้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง

ขั้นที่ 5 ออกแบบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีปฏิบัติการทดลอง 1 ปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การทดสอบโปรตีนและการแปลงสภาพโปรตีน มีกิจกรรมการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โปรตีน และกิจกรรมออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎี แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง

ขั้นที่ 6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนพังโคนพิทยาสำนักรงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 จำนวน 37 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบ 2 ประเภท ได้แก่

3.2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โพรตีน เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก และเลือกตอบเหตุผล 4 ตัวเลือก มีวิธีดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือคู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 20-28) และหนังสือเอกสารการสอนการวัดผลและประเมินผลการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรทางการสอน (ม.ป.ป. : 58-83)

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์เนื้อหา ผลการเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างแผนผังการออกข้อสอบ โดยแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดออกเป็น 3 ด้าน คือ

- (1) ความรู้ความจำ
- (2) ความเข้าใจ
- (3) การนำไปใช้

ขั้นที่ 3 สร้างแผนผังการออกข้อสอบ โดยกำหนดสัดส่วนของข้อสอบที่จะวัดผลการเรียนรู้และระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และเลือกตอบเหตุผล 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมตามเนื้อหา ผลการเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ในผังการออกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ

ขั้นที่ 5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความตรงของข้อสอบและภาษาที่ใช้ นำไปแก้ไขปรับปรุง จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่สอดคล้องกับเนื้อหา

ขั้นที่ 6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนพังโคนพิทยา ตำบลพังโคน อำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี ที่ได้เรียนเรื่องนี้ผ่านมาแล้ว จำนวน 37 คน เพื่อปรับปรุงแก้ไขและหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ขั้นที่ 7 ทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับนักเรียนที่ตอบคำถามและเลือกเหตุผลถูก ให้คะแนน 0 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ตอบคำถามถูกแต่เลือกเหตุผลไม่ถูกหรือไม่เลือก และให้คะแนน 0 คะแนน สำหรับนักเรียนที่ตอบคำถามและเลือกเหตุผลไม่ถูก หรือตอบคำถามไม่ถูกแต่เลือกเหตุผลถูกหรือไม่เลือก หรือไม่ตอบทั้งคำถามและเหตุผล

ขั้นที่ 8 นำผลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วนำข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 0.20 - 0.08 และค่าอำนาจจำแนก (r) น้อยกว่า 0.20 มาปรับปรุงใหม่ แล้วนำไปทดลองใช้อีกครั้งกับนักเรียนกลุ่มเดิม นำผลมาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) 0.02 - 0.08 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป พร้อมหาความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของคูเดอร์ริชาร์ดสันที่ 20 จนกระทั่งเหลือข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ดังปรากฏในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ลำดับที่ของข้อสอบและความสอดคล้องกับหัวข้อที่ใช้ในการวิจัย

ข้อที่	หัวข้อ
1, 2, 3 และ 4	กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์
5, 6, 7, 8 และ 9	โครงสร้างโปรตีน
10, 11, 12 และ 13	ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน
14 และ 15	การเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. เมื่อนำสารละลายที่ได้จากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปต้ม ปรากฏว่าสารละลายขุ่นขึ้น เมื่อนำไปใส่ในหลอดทดลองแล้วปั่นด้วยเครื่องเหวี่ยง จะได้สารละลายใสและตะกอนขาว เมื่อนำตะกอนขาว ไปทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรต จะได้สารสีม่วง และถ้านำตะกอนขาวไปไฮโดรไลต์ด้วยกรดเจือจางนาน 2 นาที แล้วทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรตพบว่า ไม่เกิดสารสีม่วง สมมติฐานที่เป็นไปได้คือตะกอนขาวที่ได้จากสิ่งมีชีวิตนี้มีสารข้อใดต่อไปนี้

- ก. กรดอะมิโน
- ข. ไคเพปไทด์
- ค. ไตรเพปไทด์
- ง. โปรตีน

เหตุผล

- A. กรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน
- B. สารละลายไบยูเรตใช้ทดสอบพันธะเพปไทด์ตั้งแต่สองพันธะขึ้นไป

C. ไคเพปไทด์เป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง

D. เมื่อไฮโดรไลต์โปรตีนด้วยกรดอ่อนจะได้กรดอะมิโนเท่านั้น

3.2.2.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค เป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจ โดยให้นักเรียนวาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในระดับจุลภาค ซึ่งมีวิธีดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้คัดแปลงมาจากงานวิจัยของ Ninna Jansoon (2009: 147-168) ใช้แบบจำลองทางความคิด 3 ระดับ เพื่ออธิบายระดับทางความคิดทางเคมีในเนื้อหาเรื่องการเจือจาง ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับได้แก่ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ โดยผู้วิจัยใช้เฉพาะระดับมหภาคและจุลภาค ในการอธิบายความเข้าใจในเรื่องการแปลงสภาพของโครงสร้างโปรตีน โดยใช้คำถาม 8 ข้อ โดยใช้ตัวอย่างของโปรตีนในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ไข่ เส้นผม นม และเนื้อหมู ที่สภาวะปกติและที่ผ่านการแปลงสภาพแล้ว เพื่อให้นักเรียนวาดภาพแทนการอธิบาย

ขั้นที่ 2 นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาคที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุง จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

ขั้นที่ 3 นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนพังโคนพิทยา ตำบลพังโคน อำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 37 คน จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขครั้งสุดท้าย เพื่อให้มีความสมบูรณ์พร้อมสำหรับการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในลำดับถัดไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค

แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า (microscopic drawing) ของโครงสร้างของโปรตีนในสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ตัวอย่าง	ระดับ		คำอธิบายภาพ
	macroscopic drawing	microscopic drawing	
ไข่ดิบ			
ไข่ดาว			

เกณฑ์การให้คะแนน

ตัวอย่าง	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
ไข่ดิบ	มีสายพอลิเพปไทด์ และพันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างที่เป็นก้อนกลม	มีสายพอลิเพปไทด์ และพันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ แต่โครงสร้างไม่เป็นก้อนกลม	มีเฉพาะสายพอลิเพปไทด์	ไม่ตอบหรือคำตอบเป็นอย่างอื่น

เกณฑ์การให้คะแนน (ต่อ)

ตัวอย่าง	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
ไข่ดาว	-	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ถูกทำลาย	มีเฉพาะสายพอลิเพปไทด์	ไม่ตอบหรือคำตอบเป็นอย่างอื่น

3.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจ เป็นแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้ดัดแปลงแบบประเมินมาจากงานวิจัยของสิทธิพรภรณ์ ศรีโสภาก (2554 : 68) โดยมีรายการประเมินทั้งหมด 11 รายการ และได้กำหนดค่าของระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ ตามเกณฑ์ของ Likert ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คะแนน	ระดับความพึงพอใจ
5	มีความพึงพอใจมากที่สุด
4	มีความพึงพอใจมาก
3	มีความพึงพอใจปานกลาง
2	มีความพึงพอใจน้อย
1	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

การแปลความหมายใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ใช้เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนของ Likert โดยพิจารณาค่าเฉลี่ย ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545 : 106-108)

4.50 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ต่ำกว่า 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ขั้นที่ 2 นำแบบประเมินความพึงพอใจเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
 ตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษา และทำการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ จากนั้น
 นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้
 วิธีการศึกษากลุ่มทดลองโดยการวัดก่อนและหลังการทดลอง ซึ่งดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตาม
 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยการเลือกแบบเจาะจง ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนพังโคนพิทยา ตำบลพังโคน อำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี ปีการ
 ศึกษา 2557 จำนวน 36 คน เนื่องจากเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยกำลังดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาในการสอบ 60 นาที และบันทึกผลการสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน
 สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 3 ดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับการ
 จัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอน
 สืบเสาะแบบแนะนำ บันทึกคะแนนจากกิจกรรมที่จัดไว้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับวิเคราะห์
 ข้อมูล

ขั้นที่ 4 หลังจากดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นำแบบทดสอบ
 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน
 มาทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วตรวจคำตอบบันทึกคะแนนผลการสอบไว้เป็นคะแนนสอบ
 หลังเรียน เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จก็ให้ทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค จากนั้นเว้น
 ระยะเวลาห่าง 3 สัปดาห์ แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมมาทดสอบกับนักเรียน
 กลุ่มตัวอย่างอีกครั้งเพื่อวัดความคงทนของความรู้ และให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจที่
 มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนว
 ทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ในลำดับต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีนโดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือคือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ ไปดำเนินการทดลองพร้อมกับเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โปรตีน แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยและนำเสนอผลดังนี้

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 4.1 จำนวนนักเรียน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ) ของนักเรียนที่ตอบถูก ก่อนและหลังเรียน ผลต่างของคะแนนเฉลี่ย และค่า t

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	ต่ำสุด (Min)	สูงสุด (Max)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	SD	ผลต่างของค่าเฉลี่ย	t
ก่อนเรียน	36	15	0	9	3.25 (21.67%)	2.02	4.22	13.45*
หลังเรียน	36	15	3	12	7.47 (49.81%)	2.18		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = .05$, $t_{35,.05} = 1.69$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โปรตีน เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (7.47 หรือ 49.81 %) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (3.25 หรือ 21.67%) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ มีการพัฒนาการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน สูงขึ้นจริง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำทำให้นักเรียนมีความรู้

ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้มีส่วนช่วยให้ (1) นักเรียนได้เป็นผู้กำหนดปัญหาและตั้งคำถามด้วยตัวของตัวเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะ (2) นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ค้นหาความรู้ด้วยความสามารถของตนเองเพื่อหาคำตอบของคำถาม และ (3) นักเรียนมีโอกาสได้นำเสนอสิ่งที่ค้นพบ การที่ได้ถ่ายทอดสิ่งที่ตัวเองรู้หรือค้นพบให้คนอื่นฟังยิ่งจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจและจดจำได้ยาวนานขึ้น ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจพร อินทรสด (2553 : บทคัดย่อ) ที่ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเมโนมคติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ GI และแบบ SI ซึ่งพบว่านักเรียนกลุ่ม GI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนกลุ่ม SI มีเมโนมคติที่คลาดเคลื่อนสูงกว่านักเรียนกลุ่ม GI และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของฉัฐสุดา กล้าหาญ (2555 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะชี้แนะแนวทางร่วมกับแผนภาพรูปตัว V พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของวิภารัตน์ เสนาผล (2555 : บทคัดย่อ) ที่ได้พัฒนาการเรียนรู้นักเรียนเรื่อง สารประกอบอินทรีย์บนพื้นฐานของทฤษฎีสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2 ความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนเรื่อง โปรตีน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การศึกษาความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนเรื่อง โปรตีน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำปรากฏผลดังนี้

4.2.1 วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4.2 ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบตัวเลือกถูก และตอบตัวเลือกและเหตุผลถูก ก่อนเรียนและหลังเรียน

หัวข้อ	% ก่อนเรียน		% หลังเรียน	
	ตอบ ตัวเลือกถูก	ตอบตัวเลือก และเหตุผลถูก	ตอบ ตัวเลือกถูก	ตอบตัวเลือก และเหตุผลถูก
กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์				
ข้อที่ 1	0.00	0.00	25.00	22.22
ข้อที่ 2	22.22	19.44	63.89	61.11
ข้อที่ 3	33.33	8.33	47.22	33.33
ข้อที่ 4	8.33	5.56	50.00	47.22
เฉลี่ย	15.97	8.33	46.53	40.97
โครงสร้างโปรตีน				
ข้อที่ 5	50.00	44.44	69.44	69.44
ข้อที่ 6	47.22	38.89	80.56	80.56
ข้อที่ 7	30.56	19.44	50.00	50.00
ข้อที่ 8	61.11	44.44	94.44	91.67
ข้อที่ 9	44.44	19.44	52.78	27.78
เฉลี่ย	46.67	33.33	69.44	63.89
ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน				
ข้อที่ 10	50.00	13.89	69.44	41.67
ข้อที่ 11	36.11	22.22	52.78	50.00
ข้อที่ 12	50.00	47.22	75.00	63.89
ข้อที่ 13	30.56	19.44	47.22	36.11
เฉลี่ย	41.67	25.69	61.11	47.92
การแปลงสภาพของโปรตีน				
ข้อที่ 14	47.22	11.11	86.11	55.56
ข้อที่ 15	38.89	8.33	25.00	16.67
เฉลี่ย	43.06	9.72	55.56	36.12

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบตัวเลือกถูก และตอบตัวเลือกและเหตุผลถูก ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวัน บนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ พบว่า นักเรียนที่ตอบเฉพาะตัวเลือกถูกมีจำนวนมากกว่านักเรียนที่ตอบทั้งตัวเลือกและเหตุผล ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ทั้งนี้เป็นเพราะว่าโดยปกติแล้วนักเรียนจะมีความคุ้นเคยกับข้อสอบที่มีเพียงหนึ่งลำดับชั้นมากกว่าข้อสอบที่เป็นสองลำดับชั้น อีกทั้งข้อสอบหนึ่งลำดับชั้นสามารถคาดเดาได้ง่ายกว่าข้อสอบสองลำดับชั้น ดังนั้นจึงทำให้มีนักเรียนที่ตอบเฉพาะตัวเลือกถูกมีจำนวนมากกว่าที่ตอบทั้งตัวเลือกและเหตุผล และเมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนที่ตอบเฉพาะตัวเลือกถูก และตอบทั้งตัวเลือกและเหตุผลหลังเรียนเรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ พบว่า มีจำนวนนักเรียนที่ตอบเฉพาะตัวเลือกถูก และตอบทั้งตัวเลือกและเหตุผล มากกว่าก่อนเรียนทุกข้อ ยกเว้นข้อที่ 15 ที่ก่อนเรียนนักเรียนตอบเฉพาะตัวเลือกถูก (38.89 %) มากกว่าหลังเรียน (25.00 %) และเมื่อพิจารณาที่การตอบทั้งตัวเลือกและเหตุผล พบว่า ก่อนเรียนจำนวนนักเรียนที่ตอบทั้งตัวเลือกและเหตุผล (8.33 %) มีน้อยกว่าหลังเรียน (16.67 %) ทั้งนี้เป็นเพราะ นักเรียนที่ตอบถูกเฉพาะตัวเลือกจะหมายถึง นักเรียนที่ยังมีความเข้าใจถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ดังนั้น ความเข้าใจที่ถูกต้องจะต้องพิจารณาจากการตอบทั้งตัวเลือกและเหตุผลตามเกณฑ์การพิจารณาแนวคิดของนักเรียนโดยอ้างอิงจาก Abraham et al. (1994: 147-165) ซึ่งจะเห็นว่าหลังเรียนนั้นนักเรียนตอบทั้งตัวเลือกและเหตุผลมีจำนวนมากกว่าก่อนเรียน จึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ ส่งผลให้ความเข้าใจของนักเรียนในเรื่อง โปรตีน มีความถูกต้องเพิ่มมากขึ้น

และเมื่อพิจารณาเฉพาะจำนวนนักเรียนที่ตอบทั้งตัวเลือกและเหตุผลหลังเรียน พบว่า ข้อสอบข้อที่ 1, 3, 4, 9, 10, 13 และ 15 มีจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกไม่ถึง 50.00 % และในข้อสอบทั้ง 7 ข้อนี้มีข้อสอบที่อยู่ในระดับความรู้ความจำ จำนวน 4 ข้อ คือ ข้อที่ 4, 9, 10 และ 15 แต่เนื่องจากลักษณะของข้อสอบที่เป็นข้อสอบวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับชั้น แม้ว่านักเรียนจะจำได้บ้างเมื่อผ่านการเรียนรู้ แต่ก็ไม่สามารถตอบถูกได้ทั้งตัวเลือกและเหตุผลถ้านักเรียนขาดความเข้าใจในเรื่องนั้นจริง

ตารางที่ 4.3 ค่าร้อยละความเข้าใจรายข้อของนักเรียนที่ระดับความเข้าใจต่าง ๆ ในแต่ละเนื้อหาของเรื่อง โปรตีน

หัวข้อ	ร้อยละมโนคติของนักเรียน									
	SU		PU		PS		SM		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์										
ข้อที่ 1	0.00	22.22	-	-	16.67	44.44	83.33	33.33	-	-
ข้อที่ 2	19.44	61.11	-	-	47.22	27.78	33.33	11.11	-	-
ข้อที่ 3	8.33	33.33	-	-	38.89	16.67	52.78	47.22	-	2.78
ข้อที่ 4	5.56	47.22	-	-	27.78	11.11	66.67	41.67	-	-
โครงสร้างโปรตีน										
ข้อที่ 5	44.44	69.44	-	-	11.11	11.11	44.44	19.44	-	-
ข้อที่ 6	38.89	80.56	-	-	22.22	19.44	38.89	-	-	-
ข้อที่ 7	19.44	50.00	-	-	11.11	-	69.44	50.00	-	-
ข้อที่ 8	41.67	91.67	-	-	25.00	2.78	33.33	5.56	-	-
ข้อที่ 9	20.00	27.78	-	-	37.14	36.11	42.86	36.11	-	-
ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน										
ข้อที่ 10	13.89	41.67	-	-	50.00	38.89	36.11	19.44	-	-
ข้อที่ 11	25.00	50.00	-	-	19.44	13.89	55.56	36.11	-	-
ข้อที่ 12	47.22	63.89	-	-	5.56	8.33	47.22	27.78	-	-
ข้อที่ 13	19.44	36.11	-	-	11.11	11.11	69.44	52.78	-	-
การเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน										
ข้อที่ 14	13.89	55.56	-	-	50.00	38.89	36.11	5.56	-	-
ข้อที่ 15	8.33	16.67	-	-	44.44	27.78	47.22	55.56	-	-

หมายเหตุ เกณฑ์ในการพิจารณาแนวความคิดของนักเรียนดังนี้ (Abraham et al, 1994: 147-165)

1) แนวคิดถูกต้อง (Sound Understanding: SU) หมายถึง ตัวเลือกถูกเหตุผลถูก

- 2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding: PU) หมายถึง ตัวเลือกถูกต้องแต่ไม่ให้เกิดเหตุผล
- 3) แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misunderstanding: PS) หมายถึง ตัวเลือกถูกต้องแต่เหตุผลผิด หรือตัวเลือกผิดแต่เหตุผลถูกต้อง
- 4) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific Misunderstanding: SM) หมายถึง ตัวเลือกผิดเหตุผลผิด
- 5) ไม่เข้าใจแนวคิด (No Understanding: NU) หมายถึง ไม่ตอบตัวเลือกไม่ตอบเหตุผล

จากตารางที่ 4.3 แสดงค่าร้อยละความเข้าใจรายข้อของนักเรียนที่ระดับความเข้าใจต่าง ๆ ในแต่ละเนื้อหาของเรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีแนวความคิดถูกต้องบางส่วน เนื่องจากข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบทั้งตัวเลือกและเหตุผล นักเรียนสามารถที่จะเลือกตอบเหตุผลได้ ดังนั้นจึงทำให้มีเฉพาะจำนวนนักเรียนที่มีแนวความคิดถูกต้อง แนวความคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน และแนวคิดคลาดเคลื่อนเท่านั้น และพบวก่อนเรียนไม่มีนักเรียนที่ไม่เข้าใจแนวคิด แต่หลังเรียนกลับมีนักเรียนที่ไม่เข้าใจแนวคิด ทั้งนี้เป็นเพราะหลังเรียนมีนักเรียนทำข้อสอบไม่ครบทุกข้อจึงทำให้นักเรียนไม่ได้เลือกทั้งตัวเลือกและเหตุผล และพบว่าหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นและนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนลดลง โดยแบ่งพิจารณาแต่ละหัวข้อดังนี้

หัวข้อกรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์ เมื่อพิจารณาหลังเรียน พบว่า ข้อที่ 1 มีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องน้อยที่สุด (22.22 %) และข้อที่ 3 มีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุด (47.22 %) ทั้งนี้เป็นเพราะข้อที่ 1 และ 3 เป็นคำถามเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลซึ่งเป็นระดับที่นักเรียนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าต้องอาศัยการจินตนาการ จึงส่งผลให้จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องมีน้อยที่สุดและจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมีมากที่สุด ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ส่วนข้อที่ 2 นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องมากที่สุด (61.11 %) และมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (11.11 %) ทั้งนี้เป็นเพราะ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและในระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนได้มีโอกาสซักถามและแสดงความคิดเห็นส่งผลให้เมื่อผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แล้วนักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องพันธะเพปไทด์ ทำให้รู้และสามารถระบุตำแหน่งของพันธะเพปไทด์ในโครงสร้างของสารได้

หัวข้อโครงสร้างโปรตีน เมื่อพิจารณาหลังเรียน พบว่า ข้อที่ 9 นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องน้อยที่สุด (27.78 %) ซึ่งเป็นคำถามในระดับความจำ แต่เนื่องจากลักษณะข้อสอบเป็นข้อสอบวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้น นอกจากความจำแล้วนักเรียนจะต้องมีความเข้าใจจึงสามารถเลือกเหตุผลเพื่ออธิบายคำตอบได้ดังที่กล่าวไปแล้ว และข้อสอบที่มีจำนวนนักเรียนที่มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด (50.00 %) คือข้อที่ 7 เนื่องจากข้อนี้เป็นการเรียกชื่อสารประกอบเพปไทด์ ซึ่งหลักการเรียกชื่อคล้ายกับการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ ทำให้นักเรียนที่ยังมีความไม่เข้าใจในการเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ไม่สามารถตอบทั้งตัวเลือกและเหตุผลข้อนี้ได้ถูกต้อง ส่วนข้อสอบข้อที่ 8 นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องมากที่สุด (91.67 %) เนื่องจากในกิจกรรมการสืบค้นมีคำถามนำที่ให้นักเรียนได้อธิบายกระบวนการเกิด โปรตีน ทำให้นักเรียนได้สืบค้นเพื่อจะได้ตอบคำถามให้ถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการอ่านและเกิดความเข้าใจในเรื่องโครงสร้างพื้นฐานของโปรตีน จึงมีนักเรียนที่ตอบคำถามในข้อนี้ได้เป็นจำนวนมาก ส่วนข้อสอบข้อที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือ ข้อที่ 6 ซึ่งไม่มีนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเลย เพราะหลังจากผ่านการเรียนรู้ นักเรียนจดจำได้ว่า สูตรในการหาลำดับกรดอะมิโนสามารถหาได้จากสูตร $n!$ แต่จะคำนวณได้ถูกต้องหรือไม่ขึ้นอยู่กับความเข้าใจในการแทนค่าและการคำนวณของนักเรียนเอง

หัวข้อชนิดและหน้าที่ของโปรตีน เมื่อพิจารณาหลังเรียน พบว่า ข้อที่ 12 เป็นข้อที่มีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องมากที่สุด (63.89 %) และมีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (27.78 %) ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ข้อสอบข้อที่ 12 เป็นคำถามการประยุกต์ใช้ ซึ่งใช้ตัวอย่างสารที่ใช้จริงในชีวิตประจำวัน ส่งผลทำให้นักเรียนมีความสนใจ นอกจากการพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันแล้วนักเรียนยังหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อให้ได้คำตอบของคำถามที่นักเรียนสนใจ จึงทำให้มีจำนวนนักเรียนตอบข้อนี้ถูกเป็นจำนวนมาก ส่วนข้อที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องน้อยที่สุด (36.11 %) และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุด (52.78 %) คือข้อที่ 13 ทั้งนี้เป็นเพราะครูใช้คำถามนำในการสืบค้นที่ไม่ดีพอ โดยครูให้นักเรียนสืบค้นในหัวข้อชนิดและหน้าที่ของโปรตีน แต่ไม่ได้เจาะจงไปที่เรื่องเอนไซม์เพราะเข้าใจว่า นักเรียนเคยได้เรียนในวิชาชีววิทยาแล้วอีกทั้งนักเรียนเองยังขาดทักษะในการสืบค้นเพิ่มเติมด้วย

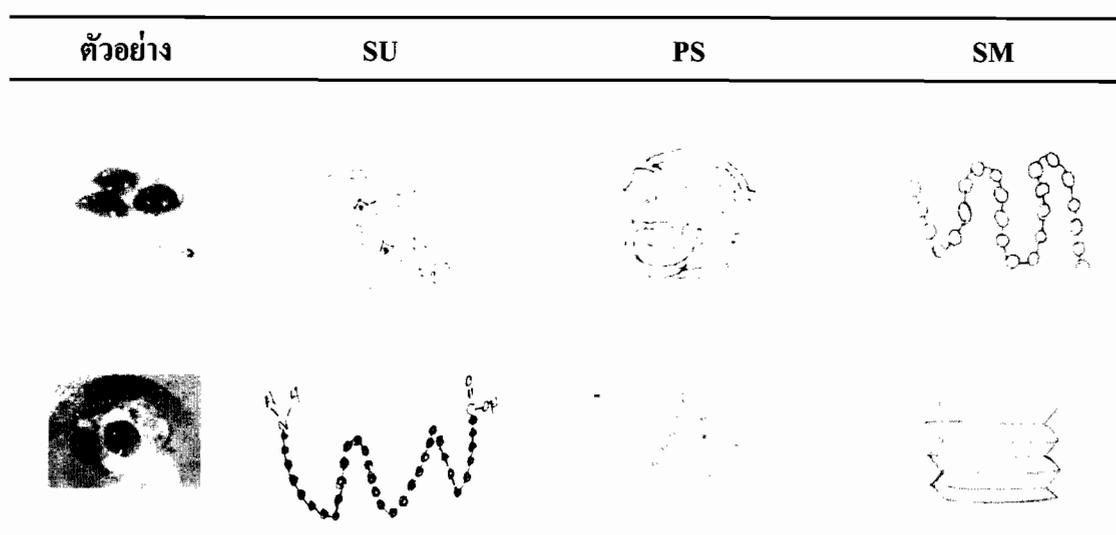
หัวข้อการแปลงสภาพโปรตีน เมื่อพิจารณาหลังเรียน พบว่า ข้อที่ 14 เป็นข้อที่มีจำนวนนักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องมากที่สุด (55.56 %) และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (5.56 %) ทั้งนี้เป็นเพราะข้อสอบข้อที่ 14 เป็นคำถามในระดับการประยุกต์ใช้ โดยยกตัวอย่างกิจกรรมที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และนักเรียนมีความเข้าใจว่าการแปลงสภาพโปรตีนคือ การที่พันธะไฮโดรเจนหรือแรงยึดเหนี่ยวอื่น ๆ ถูกทำลายแต่พันธะไฮโดรเจนไม่ถูกทำลาย ส่วนข้อที่ 15

พบว่า มีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องน้อยที่สุด (16.67 %) และมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุด (55.56 %) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ คำถามที่ใช้ในนี้อาจไม่ชัดเจน เช่น ในข้อนี้ถามว่า “ กระบวนการใดต่อไปนี้มีผลทำให้คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของ โปรตีน ในอาหารเสียไปน้อยที่สุด ” ซึ่งนักเรียนอาจไม่เข้าใจคำว่า คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของ โปรตีน แต่ถ้าเปลี่ยนคำถามใหม่เป็นถามว่า “ กระบวนการใดต่อไปนี่ที่ทำให้โปรตีนไม่เกิดการแปลงสภาพหรือเกิดการแปลงสภาพน้อยที่สุด ” อาจทำให้จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกต้องทั้งตัวเลือกและเหตุผลมีเพิ่มมากขึ้นได้ ทั้งนี้จะต้องนำไปศึกษาในลำดับต่อไป

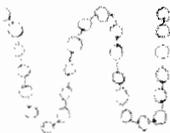
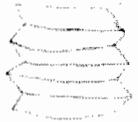
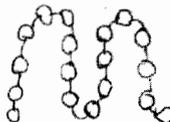
เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการตอบตัวเลือกและเหตุผลระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่อง โปรตีน เพิ่มขึ้นภายหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนแบบสืบเสาะแนะนำ

4.2.2 วิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากภาพวาดระดับจุลภาค

เพื่ออธิบายความเข้าใจของนักเรียนด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพในหัวข้อ การแปลงสภาพ โปรตีน ผู้วิจัยจึงได้สำรวจความเข้าใจของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค โดยให้นักเรียนวาดภาพความเข้าใจในระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนในไข่ขาว เส้นผม นม และเนื้อหมู ก่อนถูกแปลงสภาพและหลังถูกแปลงสภาพด้วยความร้อน ซึ่งแสดงดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนในไข่ เส้นผม นม และเนื้อหมู ก่อนถูกแปลงสภาพ (ภาพบน) และหลังถูกแปลงสภาพ (ภาพล่าง) ด้วยความร้อนจากตัวแทนนักเรียน SU นักเรียน PS และนักเรียน SM

ตัวอย่าง	SU	PS	SM
			
			
			
			
			
			

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนในไข่ เส้นผม นม และเนื้อหมู ก่อนถูกแปลงสภาพ (ภาพบน) และหลังถูกแปลงสภาพ (ภาพล่าง) ด้วยความร้อนจากตัวแทนนักเรียน SU นักเรียน PS และนักเรียน SM (ต่อ)

จากภาพที่ 4.1 พบว่า นักเรียน SU สามารถวาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในไซโตพลาสซึมและเป็นโครงสร้างของโปรตีนก่อนกลม และวาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในเส้นผมและเนื้อหมูเป็นโครงสร้างของโปรตีนเส้นใยได้ แต่พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า โปรตีนก่อนกลมทุกชนิดจะมีโครงสร้างเป็นแบบโครงสร้างของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ดังจะเห็นได้จากนักเรียนเขียน Fe^{2+} ในโครงสร้างของโปรตีนในไซโตพลาสซึมด้วย ซึ่งผู้วิจัยคิดว่านักเรียนยังขาดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เพราะในหนังสือเรียนใช้ภาพโครงสร้างของฮีโมโกลบินเป็นตัวอย่างของโครงสร้างโปรตีนก่อนกลม จึงทำให้นักเรียนเข้าใจว่าโปรตีนก่อนกลมทุกชนิดต้องมีโครงสร้างแบบฮีโมโกลบินด้วย เมื่อพิจารณาคำอธิบายภาพ (ดูที่ภาคผนวก) พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายภาพได้ถูกว่า “ ไซโตพลาสซึมเป็นโปรตีนก่อนกลมอยู่ในโครงสร้างระดับจตุรภูมิเนื่องจากไซโตพลาสซึมไม่ได้เกิดการแปลงสภาพโปรตีนจึงไม่มีโครงสร้างใดถูกทำลาย ” และ “ นมเป็นโครงสร้างระดับจตุรภูมิเนื่องจากไม่ได้เกิดการแปลงสภาพโปรตีน ” และเมื่อพิจารณาภาพวาดโครงสร้างของโปรตีนก่อนแปลงสภาพและหลังแปลงสภาพพบว่า นักเรียนวาดภาพโครงสร้างโปรตีนก่อนแปลงสภาพเป็นโครงสร้างโปรตีนในระดับจตุรภูมิทุกตัวอย่าง และสามารถเขียนอธิบายภาพได้อย่างถูกต้อง ส่วนภาพวาดหลังโปรตีนถูกแปลงสภาพนั้นนักเรียนวาดภาพของสายพอลิเพปไทด์ ซึ่งเป็นโปรตีนในระดับปฐมภูมิในตัวอย่างโปรตีนก่อนกลม (ไข่ขาวและนมบูด) และวาดภาพโครงสร้างของสายพอลิเพปไทด์คล้ายตัวออกจากเกลียวในโครงสร้างของโปรตีนเส้นใย (เส้นผมที่ถูกไฟไหม้และเนื้อหมูสุก) และนักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายภาพได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจว่า โปรตีนก่อนแปลงสภาพจะมีโครงสร้างที่ซับซ้อนและเมื่อหลังถูกแปลงสภาพแล้วจะเหลือโครงสร้างที่ซับซ้อนน้อยลง เช่น โครงสร้างระดับปฐมภูมิ เป็นต้น และจากการพิจารณาภาพวาดและคำอธิบายภาพพบว่า นักเรียน SU สามารถเขียนคำอธิบายภาพได้ดีกว่าการวาดภาพ ทั้งนี้เป็นเพราะการเขียนคำอธิบายจะคล้ายกับการตอบคำถามที่เป็นอัตนัย นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและจดจำข้อความมาเขียนตอบได้ แต่การวาดภาพเป็นการนำความรู้ที่ได้มาจำลองเป็นภาพซึ่งมีความยากมากกว่าและถ้านักเรียนไม่มีความเข้าใจอย่างแท้จริงจะไม่สามารถวาดภาพออกมาได้อย่างถูกต้อง

นักเรียน PS สามารถวาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในไซโตพลาสซึม เป็นโครงสร้างของโปรตีนก่อนกลมและเขียนอธิบายภาพได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนวาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในเส้นผมมีลักษณะบิดเป็นเกลียวเหมือน โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเส้นใย แต่เมื่อดูคำอธิบายภาพนักเรียนกลับอธิบายว่า “ โครงสร้างทุติยภูมิ igrดอะมิโนหลายโมเลกุลบิดเป็นเกลียว ” นอกจากนี้ นักเรียนยังวาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในเนื้อหมูเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นก่อนกลม ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียน PS ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง

โครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีนอยู่ เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่าเนื้อหามีโครงสร้างเป็นโปรตีนก้อนกลม และเส้นผมยังอยู่ในโครงสร้างระดับทุติยภูมิ ทั้งที่ความเป็นจริงแล้วในเนื้อหามีไมโอซินและโปรตีนในเส้นผมคือเคราตินซึ่งเป็นโปรตีนเส้นใยและมีโครงสร้างในระดับจตุรภูมิ และเมื่อพิจารณาภาพวาดของโปรตีนก่อนแปลงสภาพและหลังแปลงสภาพ พบว่านักเรียนวาดภาพโครงสร้างของโปรตีนก่อนแปลงสภาพเป็นโครงสร้างระดับจตุรภูมิทุกตัวอย่าง ยกเว้นในตัวอย่างเส้นผมที่นักเรียนอธิบายว่าเป็นโครงสร้างระดับทุติยภูมิ ส่วนภาพวาดหลังจากถูกแปลงสภาพแล้วพบว่า นักเรียนวาดสายพอลิเพปไทด์ซึ่งเป็นโครงสร้างระดับปฐมภูมิทุกตัวอย่าง ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในหัวข้อการแปลงสภาพโปรตีนว่า โปรตีนก่อนแปลงสภาพจะมีโครงสร้างที่ซับซ้อนและเมื่อหลังถูกแปลงสภาพแล้วจะมีโครงสร้างที่ซับซ้อนน้อยลง เช่น โครงสร้างระดับปฐมภูมิ เช่นเดียวกับนักเรียน SU และจะเห็นว่า นักเรียน PS ยังวาดภาพสื่อความเข้าใจได้ทั้งที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง นอกจากนี้การอธิบายภาพก็ยังมีส่วนที่ไม่ถูกต้องอยู่เช่นกัน

นักเรียน SM มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการแปลงสภาพโปรตีน เพราะนักเรียนวาดโครงสร้างของโปรตีนก่อนแปลงสภาพด้วยสายพอลิเพปไทด์เพียงสายเดียวในทุกตัวอย่าง และวาดโครงสร้างโปรตีนหลังแปลงสภาพเป็นโครงสร้างที่คล้ายกับแผ่นฟิล์มที่ดำในโครงสร้างระดับทุติยภูมิในตัวอย่าง ไข่ดาว เส้นผมที่ถูกไฟไหม้ และเนื้อหมูสุก และวาดภาพโครงสร้างคล้ายโครงสร้างของโปรตีนก้อนกลม ในตัวอย่างนมบูด และอธิบายภาพว่า “ พันธะเพปไทด์ถูกทำลายและเกิดการทำลายและบิดเกลียวกัน ” ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่เข้าใจว่าการแปลงสภาพโปรตีน คือการที่พันธะไฮโดรเจนและแรงยึดเหนี่ยวอื่น ๆ ในโครงสร้างของโปรตีนถูกทำลายจึงทำให้หลังแปลงสภาพแล้วโครงสร้างของโปรตีนจะลดความซับซ้อนลง นักเรียนจึงวาดภาพโครงสร้างของโปรตีนก่อนแปลงสภาพมีความซับซ้อนน้อยกว่าโครงสร้างโปรตีนหลังจากถูกแปลงสภาพแล้ว นอกจากนี้นักเรียนยังมีความคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโครงสร้างของโปรตีนและหน้าที่ของโปรตีนด้วย และเมื่อพิจารณาภาพวาดและคำอธิบายภาพพบว่า นักเรียน SM ไม่สามารถวาดภาพและอธิบายภาพได้ถูกต้องเลย

จากผลการวาดภาพความเข้าใจในระดับจุลภาคของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม สามารถสรุปได้ว่า นักเรียน SU สามารถวาดภาพสื่อความเข้าใจได้ดีที่สุด รองลงมาคือนักเรียน PS ที่วาดภาพได้ถูกต้องบ้าง และนักเรียน SM ที่ไม่สามารถวาดภาพได้ถูกต้องเลย ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3 ความคงทนของความรู้

ผลการวิเคราะห์ความคงทนของความรู้โดยเปรียบเทียบผลการทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนเสร็จทันทีกับผลการทดสอบหลังจากเรียนเสร็จแล้ว 21 วัน เป็นดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ) ของนักเรียนที่ตอบถูกหลังเรียนครั้งที่ 1 และหลังเรียนครั้งที่ 2 และค่า t

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	ต่ำสุด (Min)	สูงสุด (Max)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	SD	ผลต่างของ ค่าเฉลี่ย	t
หลังเรียน 1	36	15	3	12	7.47 (49.81%)	2.18	0.83	1.43**
หลังเรียน 2	36	15	2	14	8.31 (55.37%)	3.49		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = .05$, $t_{35,0.05} = 1.69$

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความคงทนของความรู้โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนเมื่อเรียนเสร็จทันที (หลังเรียน 1) กับคะแนนสอบหลังจากเรียนเสร็จแล้ว 21 วัน (หลังเรียน 2) พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.47 (49.81%) และคะแนนสอบหลังจากเรียนเสร็จแล้ว 21 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.31 (55.37%) เมื่อใช้การทดสอบค่า t (t - test) แบบ dependent พบว่าค่า t ที่คำนวณได้ตกอยู่ในช่วง t วิกฤติ ในทางสถิติถือว่าผลคะแนนสอบหลังเรียนสองครั้งไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนแบบสืบเสาะแนะนำ มีความคงทนของความรู้ซึ่งสอดคล้องกับบท เลหาไพบูลย์ (2542 : 126) ที่กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า “ นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้นักเรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีก ” และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลยังพบว่า คะแนนสอบหลังจากเรียนเสร็จแล้ว 21 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นจากคะแนนสอบหลังเรียนเมื่อเรียนเสร็จทันที ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุผลว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีการพัฒนาการเรียนรู้อีกหลังจากการทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 1 เสร็จสิ้นลง โดยนักเรียนได้มีการพูดคุยสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวซึ่งกันและกันเกี่ยวกับคำตอบของคำถามในข้อที่ทำได้ และยังมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาคำตอบนั้นด้วยตนเองจึงส่งผลให้คะแนนสอบหลังจากเรียนเสร็จแล้ว 21 วัน มีค่าเพิ่มขึ้น

4.4 ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนแบบสืบเสาะแนะนำ เป็นดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนแบบสืบเสาะแนะนำ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	Mean	SD	แปลผล
1. รูปแบบการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน	3.83	0.70	มาก
2. กิจกรรมการทดลองกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น	3.83	0.81	มาก
3. กิจกรรมการทดลองและกิจกรรมการสืบค้นนี้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่อง โปรตีนมากขึ้น	4.00	0.79	มาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้นี้ส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	4.14	0.80	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้นี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.08	0.73	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และได้แสดงความคิดเห็นระหว่างสมาชิกในกลุ่มและเพื่อนๆ ในชั้นเรียน	3.89	1.19	มาก
7. กิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับชีวิตประจำวันได้	3.64	0.87	มาก
8. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	3.72	0.88	มาก
9. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้าทายความสามารถของนักเรียน	3.89	0.92	มาก
10. แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาคท้าทายความสามารถของนักเรียน	4.03	0.77	มาก
11. โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	4.06	0.75	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	3.92	0.84	มาก

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนแบบสืบเสาะแนะนำ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 3.92, SD = 0.84) และเมื่อ พิจารณาผลการประเมินรายข้อ พบว่ารายการประเมินที่มีระดับความพึงพอใจสูงสุดคือ ข้อที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Mean = 4.14, SD = 0.80) ส่วน รายการประเมินที่มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุดคือ ข้อที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับชีวิตประจำวันได้ (Mean = 3.64, SD = 0.87) ความพึงพอใจของ นักเรียนที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการสอนแบบสืบเสาะ แนะนำที่ผู้วิจัยนำมาใช้ได้สอดคล้องกิจกรรมการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และ กิจกรรมการสืบค้นที่ให้นักเรียนได้ขยายความรู้ที่ค้นพบจากการทดลอง นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยน เรียนรู้ซึ่งกันและกัน ได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนในห้อง ความรู้ที่เกิดขึ้นเกิดจากการ ค้นพบของนักเรียนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้แนะนำในเวลาที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่า การตั้งคำถามและการแนะนำของครูทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เคมี ในหัวข้ออื่น ๆ ที่สอดคล้องกับหัวข้อที่กำลังทำกิจกรรมอยู่ (วิภารัตน์ เสนาผล, 2555 : บทคัดย่อ) จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียน มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ มีวัตถุประสงค์คือ (1) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ (2) เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ (3) เพื่อสำรวจความคงทนของความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ และ (4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ ซึ่งสามารถสรุปผลตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ที่ $p = .05$

ตอบสมมติฐาน จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (7.47 หรือ 49.81 %) มีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (3.25 หรือ 21.67 %) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ มีการพัฒนาการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นจริง

สมมติฐานข้อที่ 2 ความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ มีแนวคิดถูกต้องเพิ่มขึ้น

ตอบสมมติฐาน จากการวิเคราะห์ค่าร้อยละความเข้าใจรายข้อของนักเรียนที่ระดับความเข้าใจต่าง ๆ ในแต่ละหัวข้อในเรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ พบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้น และจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมีจำนวนลดลง

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ มีความคงทนของความรู้ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ $p = .05$

ตอบสมมติฐาน จากการวิเคราะห์คะแนนสอบหลังเรียนครั้งที่ 1 และคะแนนสอบหลังเรียนครั้งที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนครั้งที่ 2 (8.31 หรือ 55.37 %) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนครั้งที่ 1 (7.47 หรือ 49.81 %) อยู่เพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ มีความคงทนของความรู้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สมมติฐานข้อที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ อยู่ในระดับมาก

ตอบสมมติฐาน ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้วัสดุชีวภาพในชีวิตประจำวันบนพื้นฐานแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ พบว่า รายการประเมินที่มีระดับความพึงพอใจสูงสุดคือ ข้อที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้นี้ส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Mean = 4.14, SD = 0.80) ส่วนรายการประเมินที่มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุดคือ ข้อที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับชีวิตประจำวันได้ (Mean = 3.64, SD = 0.87) และโดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (Mean = 3.92, SD = 0.84)

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สำหรับครูผู้สนใจนำแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ก่อนจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการนี้ครูควรศึกษาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ จึงจะสามารถมองภาพโดยรวมของกิจกรรมตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุด เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เช่น คำเนิมนการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน ไม่เป็นไปตามที่ได้กำหนด ในการจัดกลุ่มการเรียนรู้ครูผู้สอนควรจัดให้นักเรียนได้อยู่กลุ่มเดียวกันตลอดทั้งเทอม เพื่อป้องกันปัญหาสมาชิกในกลุ่มอาจทำงานร่วมกันไม่ได้ นอกจากนี้ครูควรรหาแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ลองทำเพื่อเสริมประสบการณ์เรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทำหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้

สำหรับผู้ที่สนใจนำแนวทางการสอนสืบเสาะแบบแนะนำนี้ไปเป็นแนวทางในการวิจัย ในครั้งต่อไป ควรมีการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางนี้ และควรเพิ่มการศึกษาและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนควบคู่

ไปกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน และควรมีการทำวิจัย
ในลักษณะเดียวกันกับเนื้อหาส่วนอื่น ๆ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือในระดับชั้น
ต่าง ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2545.
- กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2546.
- จำนง พรายเข้มแจ. เทคนิคการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กับการสอนซ่อมเสริม. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2529.
- ชวาล แพร่ตกุล. เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2526.
- ณัฐสุดา กล้าหาญ. การพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะชี้แนะแนวทาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.
- ทิสนา เขมมณี และคนอื่น ๆ. วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเมนท์, 2544.
- ธวัช ยะสุคำ. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- นิตยา ผลประดง, ชาญ อินทร์เต็ม และเสนอ ชัยรัมย์. “การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ชุดการสอนและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้”, วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2(2) : 66-77, 2554.
- บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2537.
- เบญจพร อินทรสด. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วยการสืบเสาะแบบแนะนำกับการสืบเสาะแบบสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2553.
- ประจวบจิตร คำจตุรัส. “หน่วยที่ 8 การสอนวิทยาศาสตร์”, ใน ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2537.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ประดับ แก้วดวง. ผลของการสอนเชิงรุกที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้ต่อการเรียนของศึกษาวิชา
พยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2542.
- ปิยธิดา พัทธมา และเสนอ ชัยรัมย์. “การใช้กิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการ
สังเกต-การทำนาย-การอธิบายเพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4”, ใน การประชุมวิชาการ มอว.วิจัย ครั้งที่ 7 สาขามนุษยศาสตร์และ
สังคมศาสตร์. น.337-345. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.
- ผดุงยศ ดวงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (ฉบับปรับปรุง). ปัตตานี : ภาควิชา
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2530.
- พวงแก้ว โจรานนท์. บุคลิกภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
และ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดกองการศึกษาเทศบาลเมืองอุดรธานี.
วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบ
ทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
- ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2526.
- ภพ เลหาไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด,
2542.
- ยุวดี ใจเดี่ยว. การพัฒนาความเข้าใจและความคงทนของความรู้เรื่อง ความดันและพลศาสตร์ของ
ไหล โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- รุ่งนภา จันทร์แรม. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
บนพื้นฐานของทฤษฎีสืบเสาะหาความรู้โดยวิธี Model-Observe-Reflect-
Explain(MORE). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัย
อุบลราชธานี, 2554.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ :
สุวีริยาสาส์น, 2538.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วนิษา ประยูรพันธุ์. รูปแบบการทำความเข้าใจบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธี PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- วิเชียร เกตุสิงห์. หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2530.
- วิภารัตน์ เสนาผล. การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีอินทรีย์โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.
- วินัสสินี มณีทิพย์. ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถในการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.
- ศุภกาญจน์ รัตนกร. การศึกษาแบบจำลองทางความคิดและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องกรด-เบส. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET). กรุงเทพฯ : สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์, 2554.
- ลิทธาปรกรณ์ ศรีโสภา. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง สารละลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- สุมาลี ชัยเจริญ. เอกสารประกอบเทคโนโลยีการศึกษาและการพัฒนาระบบการสอน. ขอนแก่น : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1-2. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์, 2531.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สุวิมล เขี้ยวแก้ว. สาระร่วมสมัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2540.
- สมภาร เชื้ออ่อน. การใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มในการทดลองเพื่อเพิ่มความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับไฟฟ้าและแม่เหล็กของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- สมฤทัย สังฆกรรม. รูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental models) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมีโดยใช้วิธีการสอนแบบเปรียบเทียบ (Analogy) ตามแนว Focus-Action-Reflection (FAR) Guide. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- Abraham, M.R., Williamson, V.M., and Westbrook, S.L. “Across-age study of the understanding of five chemistry concepts”, Journal of Research in Science Teaching. 31(2): 147-165, 1994.
- Donovan, M. and Bransford, John D. How Students Learn: Science in the Classroom. Washington Dc: The National Academic Press, 2005.
- Good, C.V.. Dictionary of Education. New York: McGraw Hill Book Company, 1973.
- Gravibinger, R. S. Rich Enviroments for Active Learning In David Jonassen. Washington Dc: Handbook of Research for Educational Communications and Technology, 2006.
- Khan, S. “Model-based inquiries in chemistry”, Science Education. 91(6): 877-905, 2007.
- Kirschner, P.A., J. Sweller, R.E. Clark. “ Why Minimal guidance during Instruction Does Not Work: An Analysis of Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Base, Experimental, and Inquiry-Base Teacher”, Educational Psychologist. 41(2): 75-86, 2006.
- Ninna Jansoon. Using real life chemistry experiment and cooperative learning to improve the teaching of general chemistry laboratory. Doctor’s Thesis: Mahidol University, 2009.
- Sever, S., Yurumezoglu, K., and Oguz-Unver, A. “Comparison teaching strategies of videotaped and demonstration experiments in inquiry-based science education”, Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2(2): 5619-5624, 2010.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Suchman, J. R. The Elementary School Inquiry Programe. Urbana, Illinois: University of Illinois, 1996.
- Tobin, K. and B. Hook. “Investigations of exemplary practice in Australian science Classes”, The Australian Science Teachers Journal. 34: 23-29, 1997.
- Verkey, J. T., Anjali, P., and Menon, V. L. “Electrochemical cell and thermodynamics”, In Nanostructured Ceramic Oxides for Supercapacitor Applications. pp.11-33. Boca Raton: CRC Press, 2014.
- Waterman, E. L., and Thompson, S. Small Scale Chemistry. Menlo Park, CA: Addison-Wesley, 1995.
- Whitney, W. R. “Text book of Electrochemistry”, Journal of the American Chemical Society. 25(1): 104-106, 1903.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสอนสืบเสาะแบบเน้นนำ

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา ว30225 เคมี 5

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สารชีวโมเลกุล

เรื่อง โปรตีน

เวลา 6 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

2. ผลการเรียนรู้

บอกองค์ประกอบสมบัติ ปฏิกริยาบางประการของโปรตีน ทำการทดลองทดสอบโปรตีน และปัจจัยที่มีผลต่อการแปลงสภาพของโปรตีน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายโครงสร้างของโปรตีนได้
2. บอกชนิดและหน้าที่ของโปรตีนได้
3. อธิบายการแปลงสภาพของโปรตีนและบอกปัจจัยที่มีผลต่อการแปลงสภาพของโปรตีนได้
4. ปฏิบัติการทดลองและเขียนรายงานผลการทดลองการทดสอบโปรตีนและการแปลงสภาพโปรตีนได้
5. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โครงสร้าง โปรตีนและชนิดหน้าที่ของโปรตีนได้
6. มีจิตวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็น และมีเหตุผล

4. สารสำคัญ

โปรตีนเป็นสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยธาตุ H, C, O, N บางชนิดอาจประกอบด้วยอะตอมของธาตุอื่น ๆ อีกเช่น ฟอสฟอรัส เหล็กและกำมะถัน โปรตีนเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ มีมวลโมเลกุลสูง เมื่อถูกไฮโดรไลส์อย่างสมบูรณ์จะได้สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กเรียกว่า กรดอะมิโน โปรตีนเป็นสารประกอบหลักของร่างกาย มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของร่างกายให้เป็นปกติและทำลายเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกายรวมทั้งเสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อต่าง ๆ จึงนับว่าเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกายอย่างยิ่ง

เอนไซม์เป็นโปรตีนที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมีในเซลล์สิ่งมีชีวิต เอนไซม์จะทำหน้าที่ได้ดีเมื่ออยู่ในสภาพที่เหมาะสม การทำลายพันธะเพปไทด์ พันธะไฮโดรเจน หรือการเปลี่ยนแปลงลำดับกรดอะมิโนในโปรตีนจะทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนไปเรียกว่า การแปลงสภาพโปรตีน

5. สารการเรียนรู้

1. ความรู้

- กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์
- โครงสร้างของโปรตีน
- ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน
- การแปลงสภาพโปรตีน

2. ทักษะกระบวนการ

- ทักษะการทำงานเป็นกลุ่มโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- มีจิตสาธารณะ
- ใฝ่เรียนรู้
- ซื่อสัตย์สุจริต

6. ความเข้าใจที่คงทน

เมื่อผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนควรสามารถสรุปได้ว่า โปรตีนมีโครงสร้าง 4 ระดับ ได้แก่ โครงสร้างปฐมภูมิ โครงสร้างทุติยภูมิ โครงสร้างตติยภูมิ และโครงสร้างจตุรภูมิ การแปลงสภาพของโปรตีน คือ การที่แรงยึดเหนี่ยวในโครงสร้างสามมิติของโปรตีนถูกทำลาย ทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนแปลงไป โดยการคลายตัวออกและไม่สามารถทำหน้าที่ทางชีวภาพได้

ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการแปลงสภาพได้แก่ ความร้อน สารละลายกรด สารละลายเบส แอลกอฮอล์และ โลหะหนัก

7. ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้)

1. รายงานผลการทดลอง
2. รายงานผลการสืบค้นข้อมูล
3. การออกแบบทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎี

8. กระบวนการจัดการเรียนรู้

8.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมเลือกเหตุผล จำนวน 15 ข้อ
2. นำภาพอาหารที่มีสารอาหารประเภทโปรตีนเช่น ภาพก้อยไข่มดแดง ลาบหมูนม ไข่ลูกเขย มาให้นักเรียนดู และถามนักเรียนว่านักเรียนคิดว่าภาพอาหารต่อไปนี้เป็นอาหารที่ให้สารอาหารประเภทใด
3. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย (จนได้ความคิดเห็นที่เกี่ยวกับโปรตีน)
4. ครูจึงกระตุ้นความสนใจ โดยให้นักเรียนแต่ละคนเลือกตั้งคำถามจากภาพอาหารที่กำหนดให้คนละ 1 คำถาม และคำถามที่ตั้งจะต้องสามารถนำไปสู่การศึกษาเรื่องโปรตีนได้ โดยนักเรียนเขียนคำถามลงในกระดาษที่ครูแจกให้
5. ครูเลือกตัวอย่างคำถามที่นักเรียนส่งมาอ่านให้นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนฟังและร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่าคำถามใดบ้างที่สามารถนำไปสู่การศึกษาเรื่องโปรตีนได้
6. ทุกคนในชั้นเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นจนได้คำถาม เกี่ยวกับขอบเขตและประเด็นที่นักเรียนต้องการรู้จากเนื้อหาเกี่ยวกับโปรตีน
 - 1) จะทดสอบหาโปรตีนได้อย่างไร
 - 2) โปรตีนมีโครงสร้างเป็นอย่างไร
 - 3) ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้โปรตีนเกิดการแปลงสภาพ
 - 4) โปรตีนมีกี่ชนิดมีหน้าที่อะไรบ้าง
 - 5) โปรตีนที่ถูกแปลงสภาพไปแล้วสามารถทดสอบหาโปรตีนได้อีกหรือไม่

8.2 ขั้นสำรวจค้นหา

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 - 7 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยเลือกจากเกรดเฉลี่ยในรายวิชาเคมีที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรม การทดสอบและการแปลงสภาพของโปรตีน ตามใบงานที่ 1 พร้อมทั้งให้สมาชิกแบ่งหน้าที่กันในกลุ่ม
2. ในระหว่างนักเรียนทำกิจกรรม ครูเดินสังเกต และช่วยเหลือกลุ่มที่ไม่เข้าใจ
3. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน โดยใช้สื่อที่หลากหลายตามแต่กลุ่มจะคิดรูปแบบในวันถัดไป
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โครงสร้าง ชนิดและหน้าที่ของโปรตีนตามใบงานที่ 2

8.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลองของกลุ่ม
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปรายผลการทดลองเพื่อสรุปโดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

- 1) จะทดสอบหาโปรตีนได้อย่างไร
- 2) บ้างใดบ้างที่ทำให้โปรตีนในไข่ขาวเกิดการแปลงสภาพ
- 3) ในการแปลงสภาพโปรตีน พันธะเพปไทด์และโครงสร้างปฐมภูมิ เปลี่ยนแปลงด้วยหรือไม่ทราบได้อย่างไร
- 4) โปรตีนมีโครงสร้างเป็นอย่างไร
- 5) โปรตีนมีกี่ชนิดมีหน้าที่อะไรบ้าง
3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย สรุปร่วมกันอีกครั้งตามคำถามดังนี้

- 1) จะทดสอบหาโปรตีนได้อย่างไร

การทดสอบ โปรตีนทดสอบได้โดยการใช้สารละลาย ไบยูเรต ซึ่ง สารละลายไบยูเรตคือ สารละลาย $CuSO_4$ เจือจางในสารละลายเบส เมื่อเติมสารละลายไบยูเรตลงไป จึงจะเกิดปฏิกิริยา ได้สารสีน้ำเงินม่วง ซึ่งสารสีน้ำเงินม่วงที่เกิดขึ้นเนื่องจากใน โครงสร้างของสายเพปไทด์ ในโปรตีน ทำปฏิกิริยากับ Cu^{2+} ในสารละลายเบส เกิดเป็นสารเชิงซ้อนระหว่าง Cu^{2+} กับ ใน โครงสร้างในสารที่มีพันธะเพปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป

สำหรับหลอดทดลองที่ไม่ใส่สารละลาย KOH หรือไม่เป็นเบส จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

- 2) บ้างใดบ้างที่ทำให้โปรตีนในไข่ขาวเกิดการแปลงสภาพ

ความร้อน สารละลายกรด สารละลายเบส แอลกอฮอล์ และ โลหะหนักเป็นปัจจัยที่ทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ

3) ในการเปลี่ยนแปลงสภาพโปรตีน พันธะเพปไทด์และโครงสร้างปฐมภูมิเปลี่ยนแปลงด้วยหรือไม่ทราบได้อย่างไร

ในการเปลี่ยนแปลงสภาพโปรตีน พันธะเพปไทด์หรือโครงสร้างปฐมภูมิจะไม่ถูกทำลายหรือเปลี่ยนแปลง มีเพียง โครงสร้างทุติยภูมิ ตติยภูมิ และจตุรภูมิเท่านั้นที่ถูกทำลาย ซึ่งทราบได้จากการทดสอบพันธะเพปไทด์ของโปรตีนที่ถูกเปลี่ยนแปลงสภาพแล้วยังให้ผลการทดลองเป็นสีน้ำเงินม่วงอยู่

4) โปรตีนมีโครงสร้างเป็นอย่างไร

โปรตีนมีโครงสร้าง 4 ระดับ คือ โครงสร้างปฐมภูมิ โครงสร้างทุติยภูมิ โครงสร้างตติยภูมิ และ โครงสร้างจตุรภูมิ

ระดับโครงสร้าง	ลักษณะ
ปฐมภูมิ	เป็น โครงสร้างที่แสดงลำดับกรดอะมิโนในสายเพปไทด์หรือใน โมเลกุล โปรตีน ซึ่งแต่ละชนิดจะมีจำนวนและลำดับของกรดอะมิโนที่จำเพาะ
ทุติยภูมิ	เป็น โครงสร้างที่เกิดจากการขด ม้วนตัว หรือเรียงตัวของ โครงสร้างปฐมภูมิ มี โครงสร้าง 2 ลักษณะคือ แบบเกลียวแอลฟา (เกิดจากการสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่าง C=O ของกรดอะมิโนหนึ่งกับ N-H ของกรดอะมิโนถัดไปอีก 4 หน่วยในสายพอลิเพปไทด์เดียวกัน) และแบบแผ่นพลีทบีต้า (เกิดจากการสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่าง C=O กับ N-H ของกรดอะมิโนระหว่างสายพอลิเพปไทด์ที่อยู่คู่กัน)
ตติยภูมิ	เกิดจาก โครงสร้างในระดับทุติยภูมิมีม้วนเข้าหากันหรือไขว้กัน โดยอาศัยแรงยึดเหนี่ยวอ่อน ๆ เช่น แรงยึดเหนี่ยวไฮโดรโฟบิก พันธะไดซัลไฟด์ พันธะไอออนิก
จตุรภูมิ	เกิดจากการรวมตัวของหน่วยย่อยชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันของ โครงสร้างตติยภูมิ โดยมีแรงยึดเหนี่ยวยึดหน่วยย่อยเข้าด้วยกัน ลักษณะ โครงสร้างใหม่ขึ้นอยู่กับ โครงสร้างตติยภูมิซึ่งเป็นหน่วยย่อย โดยอาจมีการรวมตัวกันในลักษณะก้อนกลม หรือเป็นมัดคล้ายเส้นใย

5) โปรตีนมีกี่ชนิดมีหน้าที่อะไรบ้าง

แบ่งโปรตีนตามลักษณะการจัดเรียงตัวของโครงสร้าง 3 มิติ จะแบ่งได้เป็น

(1) โปรตีนก้อนกลม (*globular protein*) เกิดจากสายพอลิเพปไทด์รวมตัวม้วนพับพันกันและอัดรวมกันมีลักษณะเป็นก้อนกลม ละลายน้ำได้ดี ส่วนใหญ่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ เช่น เอนไซม์ ฮอร์โมนอินซูลิน ฮีโมโกลบิน และอัลบูมินในพลาสมา

(2) โปรตีนเส้นใย (*fibrous protein*) เกิดจากสายพอลิเพปไทด์พันกัน ในลักษณะเหมือนเส้นใยสายยาวๆ ละลายน้ำได้น้อย ส่วนใหญ่ทำหน้าที่เป็นโปรตีนโครงสร้าง เพราะมีความแข็งแรงและยืดหยุ่นสูง เช่น ไฟโบรอินในเส้นผม อีลาสตินในเอ็น คอลลาเจนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ไมโอซินในกล้ามเนื้อ เคราตินในผม ขน เล็บ ครีปปลาและกีบสัตว์ เป็นต้น

แบ่งโปรตีนตามหน้าที่ จะแบ่งได้เป็น

(1) โปรตีนสะสม เช่น เฟอร์ติน สะสมธาตุเหล็กในตับ ม้ามและไขกระดูก
โอวัลบูมินในไข่ขาว

(2) โปรตีนป้องกัน เช่น แอนติบอดี ไลโซไซม์ในน้ำตา

(3) โปรตีนฮอร์โมน เช่น โกรทฮอร์โมน อินซูลิน กลูคาگون

(4) โปรตีนเอนไซม์ เช่น เปปซิน เฮกโซไคเนส ซูเครส

(5) โปรตีนโครงสร้าง เช่น คอลลาเจนในกระดูก เอ็น เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน
เคราตินในผม ขน เล็บ กีบสัตว์ ผิวหนัง

(6) โปรตีนขนส่ง เช่น ฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดง

8.4 ขันขยายความรู้

ครูอภิปรายถึงการทดสอบโปรตีนที่เรียกว่า การทดสอบไบยูเรต เป็นการทดสอบพันธะเพปไทด์ (2 พันธะขึ้นไป) ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของกรดอะมิโน เกิดเป็นสารประกอบไตรเพปไทด์ขึ้นไป และถามนักเรียนต่อว่า เราจะทดสอบทฤษฎีนี้ได้อย่างไร โดยไม่บอกคำตอบกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้คิดต่อไป โดยให้นักเรียนทำใบงานตามกิจกรรมที่ 3

8.5 ขันประเมินผล

ทดสอบหลังเรียนด้วยข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือกพร้อมเลือกเหตุผล 4 ตัวเลือก จำนวน จำนวน 15 ข้อ และทดสอบความเข้าใจโดยวาดภาพโครงสร้างโปรตีนในระดับจุลภาค

9. การจัดบรรยากาศเชิงบวก

ครูกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น โดยไม่ต้องกังวลว่าถูกหรือผิด และช่วยกันปรับปรุงแก้ไขได้ ควรให้ออกาสนักเรียนได้นำเสนอผลการทำกิจกรรมในชั้นเรียน เพื่อเป็นการแบ่งปันความรู้ต่อนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ และเกิดการอภิปรายระหว่างกลุ่ม

10. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5
2. กิจกรรมที่ 1 การทดสอบโพรตีนและการแปลงสภาพโพรตีน
3. กิจกรรมที่ 2 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโพรตีน
4. กิจกรรมที่ 3 ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎี
5. วัสดุอุปกรณ์ตามแต่ละกิจกรรม
6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
7. แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค
8. อินเทอร์เน็ตที่เว็บไซต์
 - 8.1 <http://www.google.com>
 - 8.2 <http://www.launc.tased.edu.au/online/sciences/physics/tutes1.html>
 - 8.3 <http://ocw.mit.edu/courses/physics/8-02-physics-ii-electricity-and-magnetism-spring-2007/class-slides/>
 - 8.4 <http://www.vcharkarn.com/exam/index.php/sets/newest/102>
 - 8.5 http://theory.uwinnipeg.ca/mod_tech/node83.html
 - 8.6 http://www.youtube.com/view_play_list?p=C2CEECFD938FD494

11. การวัดผลและเครื่องมือวัดผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ความรู้	ทำแบบทดสอบ	- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน - แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค
ทักษะกระบวนการ	สังเกตการทำกิจกรรม	- แบบประเมินกระบวนการกลุ่ม
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

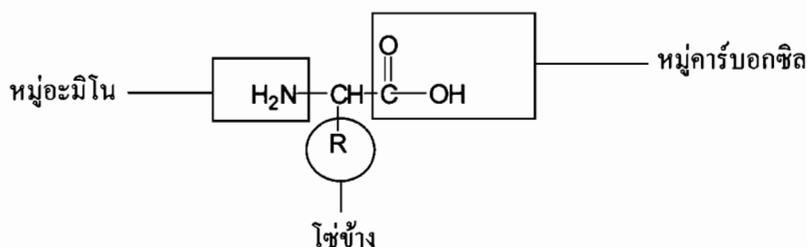
กิจกรรมที่ 1 การทดสอบ โปรตีนและการแปลงสภาพโปรตีน

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

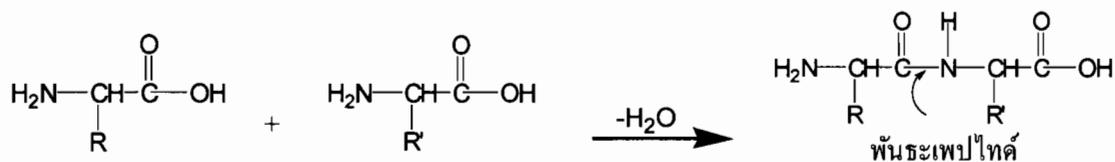
เข้าใจโครงสร้างของโปรตีนและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการทดสอบโปรตีน และการแปลงสภาพของโปรตีน

สาระสำคัญ

โปรตีนเป็นสารประเภทพอลิเพปไทด์ ที่มีโครงสร้างของโมเลกุลที่ซับซ้อน มีธาตุองค์ประกอบหลักซึ่งประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน นอกจากนี้บางชนิดอาจประกอบด้วยอะตอมของธาตุอื่น ๆ อีกเช่น ฟอสฟอรัส เหล็กและกำมะถัน เมื่อไฮโดรไลซ์โปรตีน จะได้กรดอะมิโน (amino acid) ซึ่งมีสูตรโครงสร้างเป็น



โปรตีนเกิดจากกรดอะมิโนสร้างพันธะด้วยพันธะเพปไทด์ เชื่อมต่อกันระหว่างโมเลกุล ซึ่งมีการจัดเรียงลำดับ ชนิด และจำนวนที่แตกต่างกัน เกิดเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ที่มีมวลโมเลกุลมาก



การทดสอบพันธะเพปไทด์ด้วยสารละลายเจือจาง CuSO_4 ในสารละลายเบส เรียกว่า สารไบยูเรต ซึ่งจะให้ผลกับสารที่ประกอบด้วยพันธะเพปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ทดสอบสารประเภทโปรตีนได้ทุกชนิด รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากการไฮโดรไลซ์โปรตีนที่ยังเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่งให้ผลการทดสอบเป็นสีน้ำเงินม่วง

โปรตีนแต่ละชนิดมีโครงสร้างสามมิติที่จำเพาะต่อการทำงานที่แตกต่างกัน ถ้าแรงยึดเหนี่ยวในโครงสร้างสามมิติของโปรตีนถูกทำลายจะทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนแปลงไป โดยการคลายตัวออกและไม่สามารถทำหน้าที่ทางชีวภาพได้ เรียกว่า การแปลงสภาพโปรตีน ซึ่งความร้อน สารละลายกรด สารละลายเบส แอลกอฮอล์ และ โลหะหนัก เป็นปัจจัยที่ทำให้โปรตีนเกิดการแปลงสภาพ นอกจากนี้การเติมสารซักฟอก การฉายรังสีเอ็กซ์ รวมทั้งการเขย่าแรง ๆ ก็ทำให้เกิดการแปลงสภาพโปรตีนได้เช่นกัน

สิ่งที่คาดหวังจากการทดลอง

1. นักเรียนเข้าใจ โครงสร้างของโปรตีน และการแปลงสภาพของโปรตีน
2. นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและเขียนรายงานผลการทดลองได้

อุปกรณ์และสารเคมี

- | | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. หลอดหยด | 2. สารละลาย KOH เข้มข้น 6.0 mol/dm^3 |
| 3. หลอดทดลอง | 4. สารละลาย KOH เข้มข้น 2.5 mol/dm^3 |
| 5. บีกเกอร์ | 6. สารละลาย CuSO_4 1.0 mol/dm^3 |
| 7. Hot plate | 8. สารละลายกรดแอสซิติคเข้มข้น |
| 9. กระจกยลิตมัส | 10. เอทานอล 95 % |
| 11. ที่วางหลอดทดลอง | 12. สารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0.5 mol/dm^3 |
| 13. ไข่ขาวดิบ | |

วิธีการทดลอง

1. นำไข่ขาวดิบมาใส่ในหลอดทดลองลงหลอดละ 1 cm^3 จำนวน 6 หลอดแล้วทำการทดลองต่อไปนี้

หลอดที่ 1 ไม่ต้องเติมอะไร

หลอดที่ 2 ให้ความร้อนโดยการต้มในน้ำเดือด 2 นาที

หลอดที่ 3 ใส่สารละลายกรดแอสซิติคเข้มข้น 5 หยด

หลอดที่ 4 ใส่สารละลายกรด KOH เข้มข้น 6.0 mol/dm^3 5 หยด

หลอดที่ 5 ใส่เอทานอล 95 % 5 หยด

หลอดที่ 6 ใส่สารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0.5 mol/dm^3 5 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง
และบันทึกผล

2. ทำให้สารละลายแต่ละหลอดเป็นเบส โดยหยดสารละลาย KOH 2.5 mol/dm^3 ทีละ
หยดและทดสอบความเป็นเบสด้วยกระดาษลิตมัส

3. เติมสารละลาย CuSO_4 0.1 mol/dm^3 ลงในหลอดที่ 1 - 6 หลอดละ 5 หยด เขย่า
สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

(ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองเอง)

สรุปผลการทดลอง (โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้)

1. จะทดสอบหาโปรตีนได้อย่างไร

.....
.....

2. ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้โปรตีนในไข่ขาวเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ

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

3. ในการแปลงสภาพโปรตีน พันธะเพปไทด์และโครงสร้างปฐมภูมิเปลี่ยนแปลงด้วย
หรือไม่ทราบได้อย่างไร

.....
.....

การวางแผนงานที่ต้องการศึกษา

สมาชิกกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ตกลงตามมติของ组和ดำเนินการตามขั้นตอน

รายชื่อสมาชิก	เลขที่	บทบาทหน้าที่
		หัวหน้ากลุ่ม - เป็นผู้นำและชี้แนะการทำงานของกลุ่ม - ประสานงานระหว่างกลุ่มและครูผู้สอน - แก้ปัญหา คอยกระตุ้นเตือนให้สมาชิกได้ คำนวณทำงานทันตามเวลาที่กำหนด
		ผู้ทำการทดลอง / หาข้อมูล - พยายามศึกษาค้นคว้าตามแหล่งข้อมูลทั้งใน และนอกโรงเรียน - ทำงานด้วยความเต็มใจ อดทน ทันเวลา - ช่วยเหลือเพื่อนสมาชิก - นำเสนอผลงานให้มีประสิทธิภาพ
		ผู้จดบันทึก - มีทักษะการจดบันทึกที่ดี ใช้ภาษาเหมาะสม - รวบรวมประเด็นปัญหาได้ - รวบรวมข้อสรุปหรือคำตอบได้
		ผู้ตรวจสอบและสรุปงาน - ตรวจสอบความถูกต้องของงานกลุ่ม - สามารถขมวดประเด็นอภิปรายและหา ข้อสรุปเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

กฎหรือกติกาของกลุ่มมีว่า

.....

.....

.....

4. อธิบายการจัดลำดับของกรดอะมิโนและจำนวนโครงสร้างปฐมภูมิที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ให้อธิบายภาพโครงสร้างของโปรตีนแต่ละโครงสร้าง พร้อมอธิบายโครงสร้าง

ภาพโครงสร้าง	คำอธิบาย

กิจกรรมที่ 3 ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎี

คำชี้แจง

ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบว่า การทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรต สามารถทดสอบพันธะเพปไทด์ตั้งแต่สองพันธะขึ้นไปจริงหรือไม่ โดยกำหนดสารเคมีให้ดังนี้

1. สารละลายไตรเพปไทด์
2. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
3. สารละลาย CuSO_4 0.1 mol/dm^3
4. สารละลาย KOH 2.5 mol/dm^3

การออกแบบการทดลองจะต้องประกอบไปด้วยหัวข้อดังนี้

ปัญหา

.....

สมมติฐาน

.....

อุปกรณ์และสารเคมี

.....

วิธีดำเนินการทดลอง

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

.....

แบบประเมินกระบวนการกลุ่ม

ผู้ประเมิน ประเมินตนเอง เพื่อนประเมิน ครู

- คำชี้แจง
1. ให้พิจารณาด้วยความเที่ยงตรงว่าแต่ละกลุ่มมีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอย่างไร และมีระดับใด
 2. เมื่อประเมินกลุ่มใดก็ให้ลงคะแนนในช่องคอลัมน์ของกลุ่มนั้น

ที่	รายการประเมิน	ชื่อกลุ่ม							
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8
1	การร่วมกันวางแผนการทำงาน								
2	ทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย								
3	เป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี								
4	แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล								
5	ยอมรับข้อสรุปและผลงานของกลุ่มและร่วมกันปรับปรุงงาน								
รวมคะแนน									
ร้อยละ									
ผลการตัดสิน									

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

รายการที่ 1 การร่วมกันวางแผนการทำงาน

- 1.1) เห็นความสำคัญของการวางแผนการทำงาน
- 1.2) ร่วมมือวางแผนการทำงานทุกขั้นตอน
- 1.3) มีข้อเสนอที่เป็นประโยชน์ในการวางแผนงาน

รายการที่ 2 ทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

- 2.1) ทำงานในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายครบถ้วน เต็มความสามารถ
- 2.2) พยายามแก้ปัญหาการทำงานด้วยตนเอง
- 2.3) มุ่งมั่นจนงานสำเร็จ

รายการที่ 3 เป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี

- 3.1) มีมารยาทในการพูดการฟัง
- 3.2) ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเสมอ
- 3.3) ใช้คำพูดและน้ำเสียงได้เหมาะสม

รายการที่ 4 แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

- 4.1) ใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็น
- 4.2) มุ่งประโยชน์เพื่อการพัฒนาคุณภาพงานเป็นสำคัญ
- 4.3) ไม่ใช้ความรู้สึกส่วนตัวในการแสดงความคิดเห็น

รายการที่ 5 ยอมรับข้อสรุปและผลงานของกลุ่มและร่วมกันปรับปรุงงาน

- 5.1) มีส่วนร่วมในการสรุป
- 5.2) ยอมรับข้อสรุปของกลุ่ม
- 5.3) ร่วมรับผิดชอบปรับปรุงแก้ไขงานของกลุ่มทั้งหมดด้วยความเต็มใจ

เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละรายการ

แสดงออกครบทั้งสามตัวบ่งชี้	อยู่ในระดับ	4
แสดงออกโดยขาดหนึ่งตัวบ่งชี้	อยู่ในระดับ	3
แสดงออกโดยขาดสองตัวบ่งชี้	อยู่ในระดับ	2
ไม่แสดงออกถึงตัวบ่งชี้ใด ๆ	อยู่ในระดับ	1

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน ต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงถือว่า ผ่านเกณฑ์

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ผู้ประเมิน ประเมินตนเอง เพื่อนประเมิน ครู

- คำชี้แจง
1. ให้พิจารณาด้วยความเที่ยงตรงว่าแต่ละกลุ่มมีพฤติกรรมที่แสดงออกในชั้นเรียน ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของกลุ่มอย่างไรและมีระดับใด
 2. เมื่อประเมินกลุ่มใดก็ให้ลงคะแนนในช่องคอลัมน์ของกลุ่มนั้น

ที่	รายการประเมิน	ชื่อกลุ่ม							
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8
1	มีวินัย								
2	ใฝ่เรียนรู้								
3	มุ่งมั่นในการทำงาน								
4	ซื่อสัตย์สุจริต								
5	มีจิตสาธารณะ								
รวมคะแนน									
ร้อยละ									
ผลการตัดสิน									

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง

ตัวบ่งชี้พฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการที่ 1 มีวินัย

- 1.1) การแต่งกายถูกต้องตามระเบียบ
- 1.2) ปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียน
- 1.3) รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม ทำเสร็จตามเวลาที่กำหนด

รายการที่ 2 ใฝ่เรียนรู้

- 2.1) กระตือรือร้นในการรับการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ
- 2.2) แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
- 2.3) ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยความเต็มใจ

รายการที่ 3 มุ่งมั่นในการทำงาน

- 3.1) ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคในการศึกษาเล่าเรียน
- 3.2) ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความตั้งใจ
- 3.3) ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้สำเร็จตามเป้าหมาย

รายการที่ 4 ซื่อสัตย์สุจริต

- 4.1) บันทึกผลการทดลอง/ค้นคว้าตามที่ได้จริง
- 4.2) ไม่คัดลอกงานของผู้อื่นมาเป็นของตน
- 4.3) ตรวจสอบให้คะแนนงานของกลุ่มตนเองตามความเป็นจริง

รายการที่ 5 มีจิตสาธารณะ

- 5.1) เห็นประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าส่วนตน
- 5.2) ช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจไม่หวังสิ่งตอบแทน
- 5.3) ร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อกลุ่มของตนเอง

เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละรายการ

แสดงออกครบทั้งสามตัวบ่งชี้	อยู่ในระดับ	4
แสดงออกโดยขาดหนึ่งตัวบ่งชี้	อยู่ในระดับ	3
แสดงออกโดยขาดสองตัวบ่งชี้	อยู่ในระดับ	2
ไม่แสดงออกถึงตัวบ่งชี้ใด ๆ	อยู่ในระดับ	1

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน ต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จึงถือว่า ผ่านเกณฑ์

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เหตุผล

- A. พันธะเพปไทด์ เป็นพันธะระหว่าง $\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-$
- B. พันธะเพปไทด์ เป็นพันธะระหว่าง $\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N}-$
- C. พันธะเพปไทด์ เป็นพันธะระหว่าง $-\text{N}-\text{C}-$
- D. พันธะเพปไทด์ เป็นพันธะระหว่าง $-\text{C}-\text{H}-$

3. ถ้าต้องการให้ผลการทดสอบที่ได้มีตะกอนสีฟ้าหรือครามเกิดขึ้นจะต้องเติมสารละลาย CuSO_4 ในเบส ลงในสารใดต่อไปนี้



เหตุผล

- A. ไกลซิลไกลซีน เป็นไดเพปไทด์ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง
- B. กรดแอสปาร์ติก เป็นกรดอะมิโนและเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน
- C. อะลานีนไกลซิลไกลซีนเป็นไตรเพปไทด์
- D. แอสปาร์ทิลไกลซีนเป็นโปรตีน
4. กรดอะมิโนในข้อใดเป็นกรดอะมิโนจำเป็นทั้งหมด
- ก. เมไทโอนีน ไลซีน ลิวซีน
- ข. ไลซีน ลิวซีน ไทโรซีน
- ค. ลิวซีน ไทโรซีน อาร์จินีน
- ง. กลูตามีน เมไทโอนีน ไอโซลิวซีน

เหตุผล

- A. กรดอะมิโนเหล่านี้ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นจากร่างกายของมนุษย์
- B. กรดอะมิโนเหล่านี้ถูกนำไปใช้ในการผลิตโปรตีนของมนุษย์
- C. มนุษย์มีความต้องการกรดอะมิโนเพื่อเป็นแหล่งเกิดพลังงานของคาร์โบไฮเดรต
- D. กรดอะมิโนเหล่านี้ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนซึ่งสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนใน DNA

5. ข้อความเกี่ยวกับโปรตีนต่อไปนี้ข้อใดผิด

- ก. มวลโมเลกุลสูง
- ข. ประกอบด้วยธาตุ C , H , O และ N เท่านั้น
- ค. เมื่อไฮโดรไลส์ด้วยกรดเจือจางจะได้กรดอะมิโน
- ง. ประกอบด้วย - CONH -

เหตุผล

- A. สารประกอบพวกไตรเพปไทด์ก็เป็นโปรตีน
- B. C, H, O และ N เป็นธาตุเป็นธาตุองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่น เช่น S ด้วย
- C. กรดอะมิโนเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของโปรตีน
- D. โปรตีนเกิดจากกรดอะมิโนจำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์

6. เมื่อนำสารประกอบชนิดหนึ่งไปแยกสลายด้วยเอนไซม์ พบว่า ได้กรดอะมิโน 3 ชนิดคือ

ไกลซีน (Gly) อะลานีน (Ala) วาลีน (Val)

สารประกอบชนิดนั้นจะมีการจัดลำดับกรดอะมิโนได้กี่แบบ

- ก. 2 แบบ
- ข. 3 แบบ
- ค. 4 แบบ
- ง. 6 แบบ

เหตุผล

- A. หาจากสูตร n
- B. หาจากสูตร $n-1$
- C. หาจากสูตร $n!$
- D. หาจากสูตร $(n+1)!$

7. สารประกอบที่มีกรดอะมิโน 10 โมเลกุล เชื่อมโยงกันอยู่เรียกว่า

- ก. เพนตะเพปไทด์
- ข. โนเนเพปไทด์
- ค. เดคะเพปไทด์
- ง. โคเดคะเพปไทด์

เหตุผล

- A. กรดอะมิโน 10 โมเลกุล เกิดพันธะเพปไทด์ 5 คู่ จึงเรียกว่า เพนตะเพปไทด์
- B. กรดอะมิโน 10 โมเลกุล เกิดพันธะเพปไทด์ 9 พันธะ จึงเรียกว่า โนเนะเพปไทด์
- C. กรดอะมิโนจำนวน 10 โมเลกุล 10 คือ โคเดคะ จึงเรียกว่า โคเดคะเพปไทด์
- D. กรดอะมิโนจำนวน 10 โมเลกุล 10 คือ เดคะ จึงเรียกว่า เดคะเพปไทด์

8. ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของกระบวนการสร้างโปรตีนในมนุษย์ คือ

- ก. กรดอะมิโน
- ข. กลีโอะแอมโมเนีย
- ค. ยูเรีย
- ง. ไคเพปไทด์

เหตุผล

- A. โปรตีนเป็นพอลิเพปไทด์ เกิดจากกรดอะมิโนหลายหน่วยเชื่อมโยงกันด้วยพันธะเพปไทด์
- B. ยูเรียเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายหลังจากใช้กรดอะมิโน
- C. โปรตีนเป็นพอลิเพปไทด์ ซึ่งเป็นสาร โมเลกุลใหญ่ ดังนั้น จึงสร้างได้จากสารพวก ไคเพปไทด์
- D. กรดอะมิโนสังเคราะห์จากกลีโอะแอมโมเนีย

9. โปรตีนที่มีโครงสร้างแบบบิดเป็นเกลียว ที่เรียกว่าเกลียวแอลฟา เป็นโปรตีนที่มีโครงสร้างอยู่ในระดับใด

- ก. โครงสร้างปฐมภูมิ
- ข. โครงสร้างทุติยภูมิ
- ค. โครงสร้างตติยภูมิ
- ง. โครงสร้างจตุรภูมิ

เหตุผล

- A. เกิดพันธะเพปไทด์ระหว่างกรดอะมิโน

- B. เกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่าง $\text{C}=\text{O}$ ของกรดอะมิโนหนึ่งกับ N-H ของกรดอะมิโนถัดไปอีก 4 หน่วย ในสายพอลิเพปไทด์เดียวกัน

- C. เกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่าง $\text{C}=\text{O}$ ของกรดอะมิโนระหว่างสายพอลิเพปไทด์ที่อยู่คู่กัน
- D. โครงสร้างของสายพอลิเพปไทด์เกิดการม้วนเข้าหากันหรือไขว้กัน โดยอาศัยแรงยึดเหนี่ยวอ่อน ๆ

10. โปรตีนในข้อใดต่อไปนี่ทำหน้าที่ในการสร้างเส้น

- ก. เฟอริทิน
- ข. โอวัลบูมิน
- ค. เฮกโซไคนเนส
- ง. เคราติน

เหตุผล

- A. เป็นโปรตีนสะสม
- B. เป็นโปรตีนฮอร์โมน
- C. เป็นโปรตีนก่อกกลม
- D. เป็นโปรตีนเส้นใย

11. ข้อใดต่อไปนี่ไม่ใช่ลักษณะของกรดกลูตามิก

- ก. ชอบน้ำมากและละลายน้ำได้ดี
- ข. มีความสัมพันธ์กับรสอูมามิ
- ค. พบมากในสาหร่าย และมะเขือเทศ
- ง. เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย

เหตุผล

- A. ผงชูรสละลายน้ำได้เพราะเป็นเกลือของกรดกลูตามิก
- B. กลูตาเมตให้รสอูมามิแต่กลูตามิกไม่มีสีมีรส
- C. ผงชูรสในทางพาณิชย์ผลิตจากนมมันสำปะหลังและกากน้ำตาล
- D. กรดกลูตามิกจัดเป็นกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น แต่สำคัญต่อร่างกาย

12. ข้อใดต่อไปนี้จะช่วยให้เนื้อที่หมักนุ่มได้น้อยที่สุด

- ก. ยางมะละกอดิบ กับ น้ำสมสายชู ผสมกัน
- ข. ยางมะละกอดิบ กับ น้ำเดือด ผสมกัน
- ค. ยางมะละกอดิบ กับ เหล้า ผสมกัน
- ง. ยางมะละกอดิบ กับ น้ำตาล ผสมกัน

เหตุผล

- A. กรดจะทำลายโครงสร้างของเอนไซม์ที่อยู่ในยางมะละกอดิบ
- B. เอนไซม์ในยางมะละกอดิบไม่สามารถทำงานได้ในสภาวะที่มีแอลกอฮอล์
- C. ความร้อนจะทำลายโครงสร้างของเอนไซม์ในยางมะละกอดิบ
- D. น้ำตาลจะขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ในยางมะละกอดิบ

13. ข้อใดถูกต้อง

- ก. เอนไซม์ทุกชนิดเป็นสารประกอบจำพวกโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต
- ข. ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาได้ดีที่อุณหภูมิ 37°C ถึง 100°C
- ค. เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเฉพาะ ในระบบของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในร่างกาย
- ง. เอนไซม์ที่ถูกทำลาย โครงสร้างสามมิติยังสามารถทำหน้าที่ทางชีวภาพได้เพราะพันธะเพปไทด์ไม่ได้ถูกทำลาย

เหตุผล

- A. เอนไซม์ชนิดหนึ่งจะทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาได้ดีจะต้องมีโครงสร้างและอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเท่านั้น
- B. เอนไซม์ที่แปลงสภาพไปแล้วก็ยังสามารถทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยานั้นได้เพียงแต่จะเร่งให้เร็วได้ไม่ดีเท่านั้น
- C. เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิตจะเป็นสารประกอบพวกโปรตีนหรือคาร์โบไฮเดรต
- D. อัตราการทำงานของเอนไซม์เป็นสัดส่วน โดยตรงกับอุณหภูมิคืออุณหภูมิยิ่งสูงอัตราการการทำงานของเอนไซม์ยิ่งเพิ่มขึ้น

14. ข้อใดเกิดการแปลงสภาพของโปรตีน

- ก. หนูแดงทำไข่เจียว
- ข. หนูเขียวทำเค้กน้ำผึ้ง
- ค. หนูส้มทำน้ำปั่นผลไม้
- ง. หนูฟ้าทำขนมชั้น

เหตุผล

- A. โมเลกุลของโปรตีนเกิดการสลายตัวเป็นกรดอะมิโน
- B. พันธะเพปไทด์และพันธะไฮโดรเจนในโมเลกุลของโปรตีนถูกทำลาย
- C. พันธะไฮโดรเจนหรือแรงยึดเหนี่ยวอื่น ๆ ถูกทำลาย แต่พันธะเพปไทด์ไม่ถูกทำลาย
- D. พันธะเพปไทด์ถูกทำลาย และโปรตีนเกิดการคลายเกลียว

15. กระบวนการใดต่อไปนี้มีผลทำให้คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนในอาหารเสียไปน้อยที่สุด

- ก. การให้ความร้อน
- ข. การปรับพีเอช
- ค. การกวน
- ง. การเติมโลหะหนัก

เหตุผล

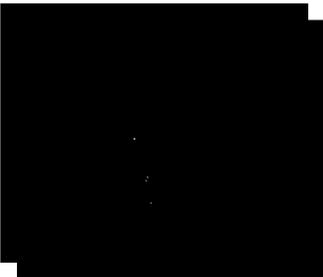
- A. โมเลกุลของโปรตีนเกิดการสลายตัวเป็นกรดอะมิโน
- B. พันธะไฮโดรเจนหรือแรงยึดเหนี่ยวอื่น ๆ และพันธะเพปไทด์ไม่ถูกทำลาย
- C. พันธะไฮโดรเจนหรือแรงยึดเหนี่ยวอื่น ๆ ถูกทำลาย แต่พันธะเพปไทด์ไม่ถูกทำลาย
- D. พันธะเพปไทด์ถูกทำลาย และโปรตีนเกิดการคลายเกลียว

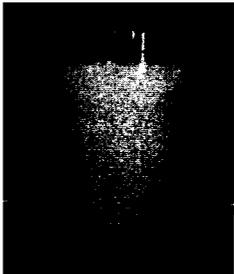
 ขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ

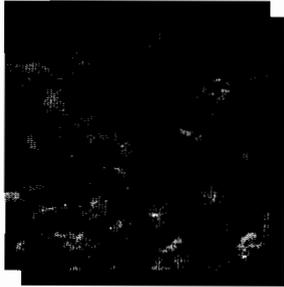
ภาคผนวก ก
แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค

แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า (microscopic drawing) ของโครงสร้างของโปรตีนในตัวอย่างที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนคำอธิบายประกอบภาพที่วาด

ตัวอย่าง	ระดับ		คำอธิบายภาพ
	macroscopic drawing	microscopic drawing	
ไข่ดิบ			
ไข่ดาว			
เส้นผม			

ตัวอย่าง	ระดับ		คำอธิบายภาพ
	macroscopic drawing	microscopic drawing	
เส้นผมที่ ถูกไฟไหม้			
นม			
นมบูด			
เนื้อหมูสด			

ตัวอย่าง	ระดับ		คำอธิบายภาพ
	macroscopic drawing	microscopic drawing	
เนื้อหมูสุก			

เกณฑ์การให้คะแนน

ตัวอย่าง	คะแนน			
	3	2	1	0
ไขคียบ	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างที่เป็นก้อนกลม	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ แต่โครงสร้างไม่เป็นก้อนกลม	มีเฉพาะสายพอลิเพปไทด์	ไม่ตอบหรือคำตอบเป็นอย่างอื่น
ไขดาว	-	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ถูกทำลาย	มีเฉพาะสายพอลิเพปไทด์	ไม่ตอบหรือคำตอบเป็นอย่างอื่น
เส้นผม	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างที่เป็นเส้นใย	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ แต่โครงสร้างไม่เป็นเส้นใย	มีเฉพาะสายพอลิเพปไทด์	ไม่ตอบหรือคำตอบเป็นอย่างอื่น
เส้นผมที่ถูกไฟไหม้	-	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ถูกทำลาย	มีเฉพาะสายพอลิเพปไทด์	ไม่ตอบหรือคำตอบเป็นอย่างอื่น
นม	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างที่เป็นก้อนกลม	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ แต่โครงสร้างไม่เป็นก้อนกลม	มีเฉพาะสายพอลิเพปไทด์	ไม่ตอบหรือคำตอบเป็นอย่างอื่น

เกณฑ์การให้คะแนน (ต่อ)

ตัวอย่าง	คะแนน			
	3	2	1	0
นมบูด	-	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ถูกทำลาย	มีเฉพาะสายพอลิเพปไทด์	ไม่ตอบหรือคำตอบเป็นอย่างอื่น
เนื้อหมูสด	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ทำให้เกิดเป็นโครงสร้างที่เป็นเส้นใย	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ แต่โครงสร้างไม่เป็นเส้นใย	มีเฉพาะสายพอลิเพปไทด์	ไม่ตอบหรือคำตอบเป็นอย่างอื่น
เนื้อหมูสุก	-	มีสายพอลิเพปไทด์ และ พันธะเชื่อมโยงระหว่างสายพอลิเพปไทด์ถูกทำลาย	มีเฉพาะสายพอลิเพปไทด์	ไม่ตอบหรือคำตอบเป็นอย่างอื่น

ภาคผนวก ง
แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน					
2. กิจกรรมการทดลองกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น					
3. กิจกรรมการทดลองและกิจกรรมการสืบค้นนี้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องโปรตีนมากขึ้น					
4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง					
5. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
6. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ และได้แสดงความคิดเห็นระหว่างสมาชิกในกลุ่มและเพื่อนๆในชั้นเรียน					
7. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับชีวิตประจำวันได้					
8. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
9. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้าทายความสามารถของนักเรียน					
10. แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุดภาคท้าทายความสามารถของนักเรียน					
11. โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้					

ตอนที่ 2

ข้อเสนอแนะเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุง

.....

.....

.....

 ขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบประเมิน

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างผลงานของนักเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างผลงานจากกิจกรรมที่ 1 การทดสอบโปรตีนและการแปลงสภาพโปรตีน

การทดสอบโปรตีนและการแปลงสภาพโปรตีน

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เข้าใจโครงสร้างของโปรตีนและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการทดสอบโปรตีน และการแปลงสภาพของโปรตีน

สิ่งที่คาดว่าจะได้จากการทดลอง

1. นักเรียนเข้าใจโครงสร้างของโปรตีน และการแปลงสภาพของโปรตีน
2. นักเรียนสามารถปฏิบัติกรทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และเขียนรายงานการทดลองได้

อุปกรณ์และสารเคมี

1. หลอดหยด
2. สารละลาย NaOH เข้มข้น 2.5 mol/dm^3
3. หลอดทดลอง
4. สารละลาย NaOH
5. ฝีกเกอร์
6. สารละลาย CuSO_4 10 mol/dm^3
7. Hot plate
8. สารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น
9. กระดาษลิตมัส
10. เมทานอล ๑๕%
11. ไข่ขาวหลอดทดลอง
12. สารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0.5 mol/dm^3
13. ไบโกลิน

วิธีการทดลอง

1. นำใบกระดาษมาใส่ในหลอดทดลอง ขนาด 1 cm จำนวน 6 หลอด แล้วทำการทดลองต่อไปนี้

หลอดที่ 1 ใส่ย้อมเคียวไร

หลอดที่ 2 ใส่สารฟอสฟอรัสในน้ำสีแดง 2 มล

หลอดที่ 3 ใส่สารละลายกรดซัลฟิวริก 5 มล

หลอดที่ 4 ใส่สารละลาย NaOH เข้มข้น 6.0 mol/dm^3 5 มล

หลอดที่ 5 ใส่แอมโมเนีย 95% 5 มล

หลอดที่ 6 ใส่สารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0.5 mol/dm^3 5 มล สังเกตการเปลี่ยนแปลง

และบันทึกผล

2. นำใส่สารละลายแต่ละหลอดเป็นหลอด โดยใส่สารละลาย KOH 2.5 mol/dm^3 ที่ละหยดและทดลองตามเป็นหลอดด้วยกระดาษลิตมัส

3. ใส่สารละลาย CuSO_4 0.1 mol/dm^3 ลงในหลอดที่ 1-6 หมด 5 มล
เพื่อ สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

หมายเลข	การเปลี่ยนแปลง	
	สารที่เปลี่ยน	เพิ่มหรือลด $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ หรือ H_2O
1	ไฮดรอกไซด์ที่เปลี่ยน	เปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้ม
2	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน/สีฟ้าเข้ม, เปลี่ยนขึ้น	การเปลี่ยนแปลงสีที่เปลี่ยนไป ขึ้นบนเป็นสีน้ำเงินเข้ม/สีฟ้าเข้ม
3	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน/สีฟ้า	เปลี่ยนเป็นสีม่วง
4	มีสีฟ้าเข้ม, เข้ม	เปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้ม
5	การเปลี่ยนแปลงสีที่เปลี่ยนไป ขึ้นบนเป็นสีน้ำเงิน/สีฟ้าเข้ม	การเปลี่ยนแปลงสีที่เปลี่ยนไป ขึ้นบนเป็นสีม่วง/สีน้ำเงินเข้ม
6	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน/สีฟ้าเข้ม	เปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้ม

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าไฮดรอกไซด์ในทุกลดเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยทุกทดลองเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน/สีฟ้าเข้ม และสีน้ำเงินเข้ม/สีฟ้าเข้ม ยกเว้นทดลองที่ 1 และทดลองที่ 4 ที่มีสีฟ้าเข้ม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นการเปลี่ยนแปลงสีที่เปลี่ยนไป แสดงว่า ความร้อน สภาวะการลดสารละลาย เข้มลดลง และไฮดรอกไซด์ เป็นที่สังเกตที่น้ำให้ไฮดรอกไซด์เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่นน้ำไปทดสอบด้วยไฮดรอกไซด์พบว่า ได้สารสีม่วงน้ำเงิน ซึ่งช่วยให้ทราบว่าสีของไฮดรอกไซด์ของสารละลายที่เปลี่ยนไปทุกค่าเลย เมื่อไปปรับค่าและดูการเปลี่ยนแปลงสีของไฮดรอกไซด์ที่เปลี่ยนไปทุกค่าเลย เช่นน้ำที่อุณหภูมิ

ตัวอย่างผลงานจากการวางแผนงานที่ต้องการศึกษา

การวางแผนงานที่ต้องการศึกษา

สมาชิกกลุ่ม FANN (3SP)

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ตกลงตามคติกาของกลุ่มและดำเนินการตามขั้นตอน

รายชื่อสมาชิก	เลขที่	บทบาทหน้าที่
นางสาวศศิมา โดตาวด์	19	หัวหน้ากลุ่ม - เป็นผู้นำและชี้แนะการทำงานของกลุ่ม - ประสานงานระหว่างกลุ่มและครูผู้สอน - แก้ปัญหา คอยกระตุ้นเตือนให้สมาชิกได้ คำนว้งานทันตามเวลาที่กำหนด
นางสาวศุภภาณี นอมกลิ่น	36	ผู้ทำการทดลอง / หาข้อมูล - พยายามศึกษาค้นคว้าตามแหล่งข้อมูลทั้งใน และนอกโรงเรียน - ทำงานด้วยความเต็มใจ อดทน ทันเวลา - ช่วยเหลือเพื่อนสมาชิก - นำเสนอผลงานให้มีประสิทธิภาพ
นางสาว นันทิศา แสนกุล	14	ผู้จดบันทึก - มีทักษะการจดบันทึกที่ดี ใช้ภาษาเหมาะสม - รวบรวมประเด็นปัญหาได้ - รวบรวมข้อสรุปหรือคำตอบได้
นางสาวศิริกุล อังกะศรี	29	ผู้ตรวจสอบและสรุปงาน - ตรวจสอบความถูกต้องของงานกลุ่ม - สามารถขมวดประเด็นอภิปรายและหา ข้อสรุปเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

กฎหรือกติกาของกลุ่มมีว่า

..... ร่วมมือกัน สานักก็ มีวินัย ใฝ่เรียนใฝ่รู้กันและกัน

ตัวอย่างผลงานจากกิจกรรมที่ 2 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โพรตีน

กิจกรรมที่ 2 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โพรตีน

คำชี้แจง

นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โครงสร้าง โพรตีนและชนิดหน้าที่ของ โพรตีนแล้ว
ตอบคำถามต่อไปนี้

ประเด็นคำถาม

1. กรดอะมิโนพื้นฐานที่เป็นโครงสร้างของโปรตีนมีกี่ชนิด อะไรบ้าง
 ๒๐ ชนิด ได้แก่ คาร์โบซีมีน ไกลซีน อะลานีน 缐ซีน ลิวซีน โปรลิซีน ฟีนิลอะลานีน
 โปรลีน เมไทโอนีน ซีสทีน ทรีโตนีน ไซรีซีน ทรีโตนีน ไซรีซีน ไซรีซีน ไซรีซีน
 แอสปาร์จิก กรูตามิก ฮิสทีดีน ไอซีน กรดแอสปาร์ติก กรดกลูตามิก

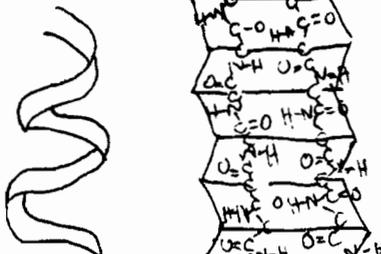
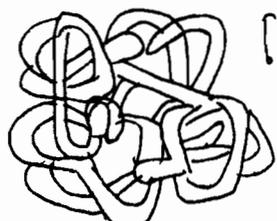
2. กรดอะมิโนที่จำเป็นมีกี่ชนิด อะไรบ้าง
 กรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับมนุษย์มี ๘ ชนิด คือ โปรลิซีน ลิวซีน ไอซีน
 เมไทโอนีน ฟีนิลอะลานีน ทรีโตนีน ทรีโตนีน แอสปาร์ติก และกลูตามิก
 กรดอะมิโนที่จำเป็นและจำเป็น

3. อธิบายกระบวนการเกิดโปรตีน
 กรดอะมิโนในสายโพลีเมอร์ที่ปฏิริยา กัน จนเกิดเป็นสายยาว จะได้สาร
 ประกอบ เรียกว่า โมลิพเปปไทด์ โปรตีนส่วนใหญ่ เป็นโมลิพเปปไทด์ ที่มีมวล
 โมเลกุลมากกว่า ๕๐๐๐ ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิดและมีที่แขน
 แยกต่าง ๆ

4. อธิบายการจัดลำดับของกรดอะมิโนและจำนวนโครงสร้างปฐมภูมิที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด

กรดอะมิโนแต่ละชนิดจะมีจำนวนโครงสร้างปฐมภูมิที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมดเท่ากับ $3 \times 2 \times 1 = 6$ หรือ $3!$ (สามแฟกทอเรียล) สรุปได้ว่า จำนวนโครงสร้างปฐมภูมิของพอลิเพปไทด์จะมีค่าเท่ากับ $n!$ เมื่อ n ก็คือจำนวนกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบ

5. ให้อธิบายภาพโครงสร้างของโปรตีนแต่ละโครงสร้าง พร้อมอธิบายโครงสร้าง

ภาพโครงสร้าง	คำอธิบาย
 <p>โครงสร้างปฐมภูมิ</p>	<p>เป็นโครงสร้างหลักพื้นฐานของโปรตีน เกิดจากการเชื่อมต่อกันของกรดอะมิโนเป็นสายยาว ระหว่างกรดอะมิโนที่เชื่อมต่อกันเป็นพันธะเพปไทด์ เกิดเป็นสายพอลิเพปไทด์ โดยมีปลายด้านหนึ่งของสาย เป็นปลายอะมิโน และปลายด้านหนึ่งเป็นปลายคาร์บอกซิล</p>
 <p>โครงสร้างทุติยภูมิ</p>	<p>เป็นโครงสร้างที่เกิดจากกรดอะมิโนที่อยู่ภายในสายพอลิเพปไทด์ ชนิดเดียวกัน ทำปฏิกิริยากันด้วยพันธะไฮโดรเจน ซึ่งเกิดขึ้นในตำแหน่งที่เว้นระยะห่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดโครงสร้างสามมิติที่เฉพาะ</p>
 <p>โครงสร้างตติยภูมิ</p>	<p>เป็นโครงสร้างที่เกิดขึ้นหลังจากเกิดโครงสร้างลำดับสองแล้ว เป็นโครงสร้างที่เกิดเนื่องจากพันธะต่างๆ ระหว่างหมู่ R</p>
 <p>โครงสร้างจตุรภูมิ</p>	<p>เกิดจากการรวมกันของสายพอลิเพปไทด์หลายๆ สาย ด้วยแรงดึงดูดอย่างอ่อนระหว่างหมู่ R ระหว่างสายพอลิเพปไทด์ที่ขั้วไม่เกิดพันธะ ซึ่งข่มบริเวณผิวของโปรตีน</p>

6. โปรตีนที่แบ่งตามการจัดตัวของโครงสร้างสามมิติแบ่งได้กี่ชนิดและมีหน้าที่อะไรบ้าง
แบ่งได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

- 1. โปรตีนก่อก้อนกลม ส่วนใหญ่ทำหน้าที่เกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึมทั่วๆ
ที่เกิดขึ้นในเซลล์ ตัวอย่างโปรตีนก่อก้อนกลม เช่น ฮีโมโกลบิน, อินซูลิน, ไลโซไซม์
- 2. โปรตีนเส้นใย ทำหน้าที่เป็นโปรตีนโครงสร้าง เพราะมีตามเอ็นแบริวและยึด
หุ่นตัว ตัวอย่างของโปรตีนเส้นใย เช่น ไฟโบรอิน, ไนแลน
ไหม

7. โปรตีนที่แบ่งตามหน้าที่แบ่งได้กี่ชนิดและมีหน้าที่อะไรบ้าง
แบ่งได้ 7 ชนิด ดังนี้

- 1. โปรตีนเอนไซม์ (เอนไซม์) ทำหน้าที่ เร่งปฏิกิริยาในเซลล์สิ่งมีชีวิต
 - 2. โปรตีนโครงสร้าง ทำหน้าที่ ให้ความแข็งแรงและรักษารูปทรงโครงสร้างของ
เซลล์
 - 3. โปรตีนขนส่ง ทำหน้าที่ ขนส่งสารไปทั่วส่วนต่างๆของร่างกาย
 - 4. โปรตีนสะสม ทำหน้าที่ สะสมธาตุต่างๆ
 - 5. โปรตีนป้องกัน ทำหน้าที่ ป้องกันและกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาภายในเซลล์
 - 6. โปรตีนฮอร์โมน ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของเซลล์
- โดย ฮีโมโกลบิน - ควบคุมการนำออกซิเจนไปทั่วร่างกาย
อินซูลิน - ควบคุมการนำน้ำตาลจากตับในเลือด
กลูตาไมน

ตัวอย่างผลงานจากกิจกรรมที่ 3 ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎี

กิจกรรม 3 ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎี

วัตถุประสงค์

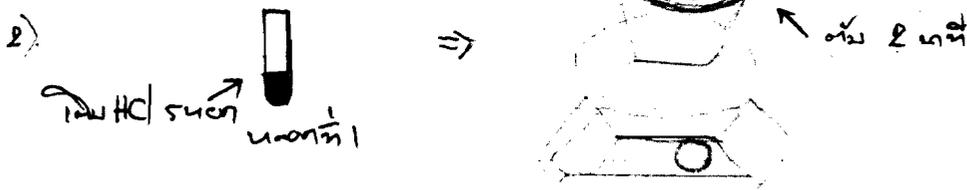
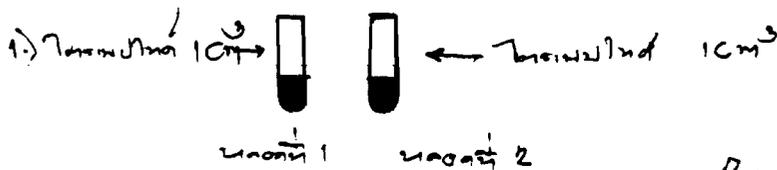
ทดสอบด้วยสารละลายในยูเรียที่สกัดจากทดสอบที่ขึ้นทะเบียนในสัตว์แม่สองพันธุ์ใน 1 ปี ระดับข้อ 2

สมมติฐาน สารละลายในยูเรียที่สกัดจากทดสอบที่ขึ้นทะเบียนในสัตว์แม่สองพันธุ์ใน 1 ปี

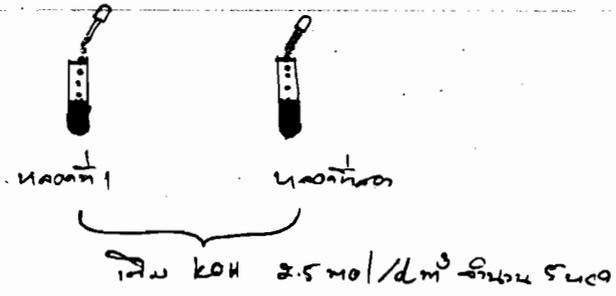
อุปกรณ์และสารเคมี

- 1.) สารละลายยูเรีย
- 2.) กัดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
- 3.) สารละลาย CuSO₄ 0.1 mol/dm³
- 4.) สารละลาย KOH 2.5 mol/dm³
- 5.) มีกาน้ำ
- 6.) ขวดแก้ว
- 7.) Hot plate
- 8.) ขวดทดสอบ
- 9.) ไม้คนขวดทดสอบ

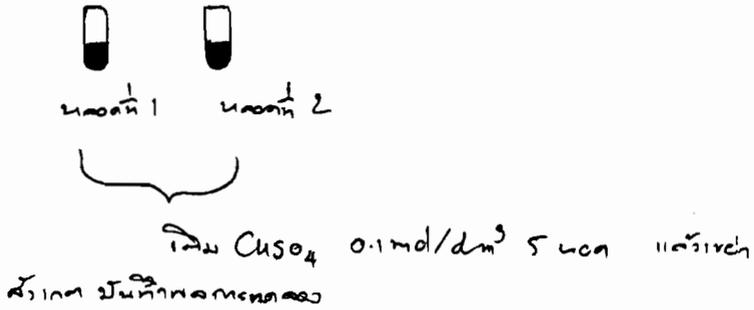
ขั้นตอนการทดลอง



3)



4)



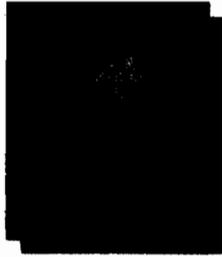
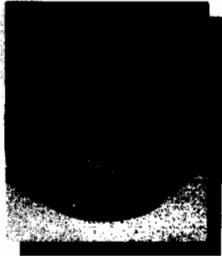
ผลการสังเกตการณ์

หลอด	สาร	ผลการสังเกตการณ์ CuSO ₄ 0.1 mol/dm ³
1	สารที่เติม	
2	สารที่เติม	

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุดภาคของโครงสร้างโปรตีน

ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนของนักเรียน SU (ต่อ)

ตัวอย่าง	ระดับ		คำอธิบายภาพ
	macroscopic drawing	microscopic drawing	
นม			นม คือ โปรตีน สลับรวมกับ คาร์โบไฮเดรต เนื่องจากโปรตีน เกิด การพับสลับรวมกัน
นมบูด			นมบูด เป็น การ 1. วน สลับรวมกันที่เกิดจาก ค่า pH ที่เปลี่ยนไป ซึ่งทำให้โปรตีนจับตัวกัน กันมากขึ้น จนกระทั่งเกิดการ ตกตะกอนในนมบูด โปรตีนที่ตก
เนื้อหมูสด			โปรตีน เป็น โปรตีน เส้นใย ซึ่ง มี โปรตีน ซึ่ง มี การ สลับรวมกัน
เนื้อหมูสุก			โปรตีนสุก เกิด การ สลับรวมกัน โปรตีนที่ ซึ่ง มี การ สลับรวมกัน ต่าง ๆ การ สลับรวมกัน โปรตีนที่เกิด การ สลับรวมกัน ออกจากกัน

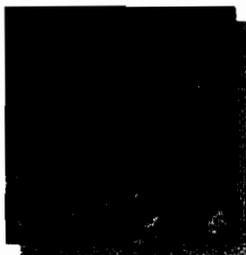
ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนของนักเรียน PS

แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า (microscopic drawing) ของโครงสร้างของโปรตีนในตัวอย่างที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนคำอธิบายประกอบภาพที่วาด

ตัวอย่าง	ระดับ		คำอธิบายภาพ
	macroscopic drawing	microscopic drawing	
ไข่ดิบ			โครงสร้างของโปรตีน กรดอะมิโนในสายโพลีเปปไทด์ มีอันตรกิริยากันเพื่อยึดกัน
ไข่ดาว			โครงสร้างรวมกัน กรดอะมิโนในสายโพลีเปปไทด์ เชื่อมกันต่อกันในสายพอลิเมอร์ เพราะได้รวมกันทุกขบวนการ ทุกขบวนการ คือ โปรตีน ถูกทำลาย
เส้นผม			โครงสร้างของโปรตีน กรดอะมิโนในสายโพลีเปปไทด์ มีอันตรกิริยากันเพื่อยึดกัน
เส้นผมที่ถูกไฟไหม้			โครงสร้างโปรตีน กรดอะมิโนในสายโพลีเปปไทด์ มีอันตรกิริยากันเพื่อยึดกัน เพราะได้รวมกันทุกขบวนการ ทุกขบวนการ คือ โปรตีน ถูกทำลาย

ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุลภาคของโครงสร้าง โปรตีนของนักเรียน PS (ต่อ)

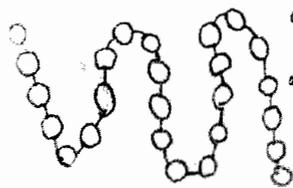
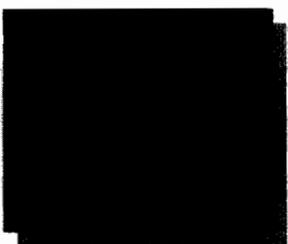
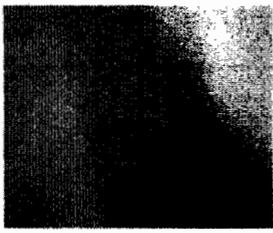
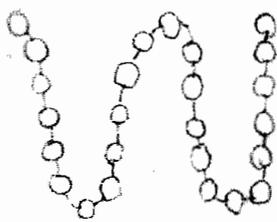
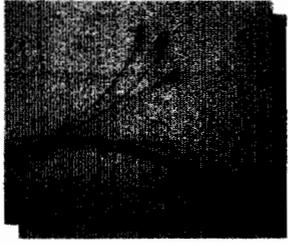
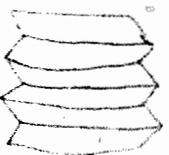
ตัวอย่าง	ระดับ		คำอธิบายภาพ
	macroscopic drawing	microscopic drawing	
นม			โครงสร้างของรูปร่าง กรดอะมิโน ให้แรงยึดเหนี่ยว อันตรกิริยากัน เป็นก้อน คละ.
นมบูด			โครงสร้าง เชื้อรา เพราะ ได้กรดไขมัน กรดไขมัน ทำให้อุณหภูมิ และอุณหภูมิ อุณหภูมิต่ำ
เนื้อหมูสด			โครงสร้าง ของรูปร่าง กรดอะมิโน ให้แรงยึดเหนี่ยว อันตรกิริยากัน เป็นก้อนกลม
เนื้อหมูสุก			โครงสร้าง มีรูปร่าง กรดอะมิโน ให้แรงยึดเหนี่ยว อันตรกิริยากัน เป็นก้อนกลม และ มีอุณหภูมิ ความร้อน โครงสร้าง ทำให้อุณหภูมิ ทำให้อุณหภูมิ อุณหภูมิ ทำให้อุณหภูมิ อันตรกิริยา โครงสร้าง อันตรกิริยา โครงสร้าง

ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนของนักเรียน SM

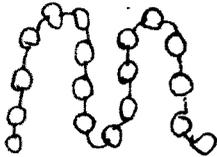
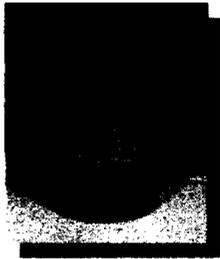
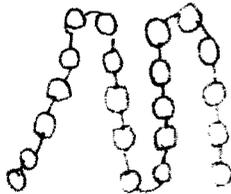
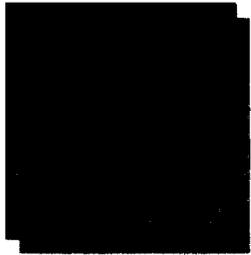
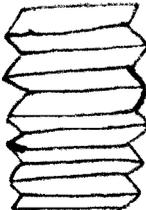
แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค

พ. 6/7 เลขที่ ๕๖

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า (microscopic drawing) ของโครงสร้างของโปรตีนในตัวอย่างที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนคำอธิบายประกอบภาพที่วาด

ตัวอย่าง	ระดับ		คำอธิบายภาพ
	macroscopic drawing	microscopic drawing	
ไข่ดิบ			โม่เลกุลเรียงต่อกันยาว หลายๆ โม่เลกุล
ไข่ดาว			พันธะ เพปไทด์ เกิดการคลายตัว และเกลียวบิดกัน
เส้นผม			โม่เลกุล : หลายๆ โม่เลกุล เรียงต่อกันเป็นเส้นยาว
เส้นผมที่ ถูกไฟไหม้			พันธะ เพปไทด์ เกิดการ คลายตัว และบิดเกลียว

ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนของนักเรียน SM (ต่อ)

ตัวอย่าง	ระดับ		คำอธิบายภาพ
	macroscopic drawing	microscopic drawing	
นม			โพลีเมอร์ละลายในน้ำ โปรตีนเรียงต่อกัน เป็นสายยาว พันธะเพปไทด์ยังไม่ได้ถูกทำลาย
นมบูด			พันธะเพปไทด์ถูกทำลาย และเกิดการที่สาย และบิดเกลียวกัน
เนื้อหมูสด			โพลีเมอร์ละลายในน้ำ โปรตีน เรียงต่อกันเป็นเส้นยาว
เนื้อหมูสุก			พันธะเพปไทด์เกิดการที่สาย จากการละลายตัวด้วยความร้อน ทำให้พันธะบิดเกลียวกัน

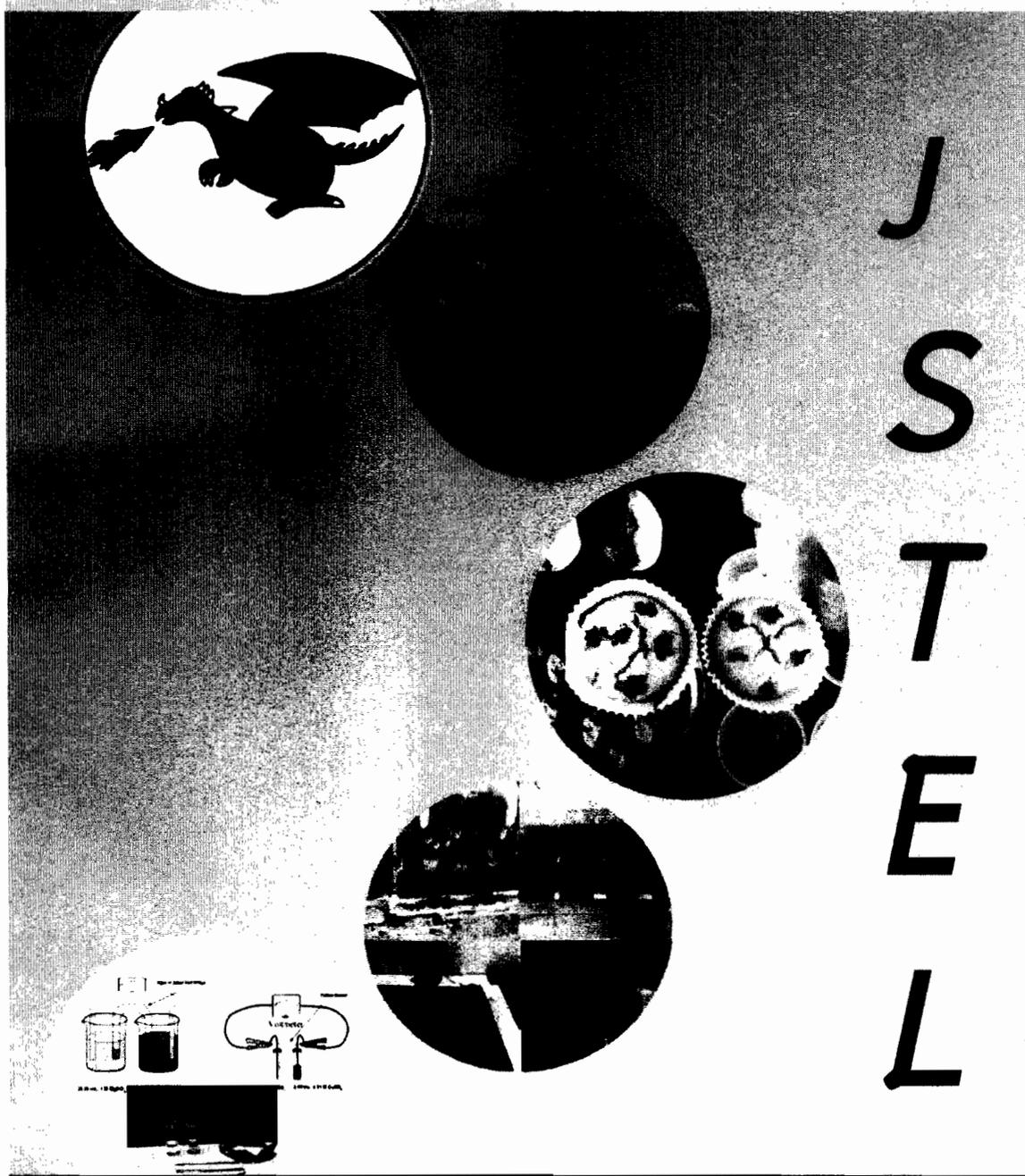
ภาคผนวก ช
การเผยแพร่งานวิจัย

วารสาร

หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้

Journal of Research on Science, Technology and Environment for Learning

ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2557) Volume 5 No. 2 (July - December 2014)



ISSN 1906-9790

ที่ปรึกษา

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรินุช เทียนรุ่งโรจน์)

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ

บรรณาธิการจัดการ

อาจารย์ ดร.สุศักดิ์ ละลอกน้ำ

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.วรรณทิพา รอดแรงคำ

รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม

รองศาสตราจารย์ ดร.อรินทิพย์ ธรรมชัยพิเนต

รองศาสตราจารย์ธวัช คอนสกุล

รองศาสตราจารย์เพียว ยินดีสุข

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะวัน วุฒิสเสลา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญจิตต์ เหมะวิบูลย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุมพต พุ่มศรีภานนท์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาวริย์ อรรถดั่งรอง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน พินสุวรรณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนียา ร. นพรัตน์แจ่มจำรัส

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภากร ชารานาย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชดาวัน นาใจแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาก็ค สมบูรณ์ทรัพย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒินันท์ รักษาจิตร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ศรี สุภาษร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวรัตน์ จันทะโร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภณ บุญลือ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิเดช แสงดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณ ชาญชัยเชาววิวัฒน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาภรณ์ ศิริโสภณา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ ดร.กานต์ยุพา จิตติวัฒนา
 อาจารย์ ดร.กุลชิตา นุกุลธรรม
 อาจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย
 อาจารย์ ดร.จันทิมา ปิยะพงษ์
 อาจารย์ ดร.ณัฐ ติษเจริญ
 อาจารย์ ดร.ธีรวัฒนา ภาระมาศย์
 อาจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ตรีบัณฑิต
 อาจารย์ ดร.เยาวนิตย์ ชาราฉาย
 อาจารย์ ดร.ศิริพันธ์ แก่นทอง
 อาจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร
 อาจารย์ ดร.อนิษฐา ศรีนวล
 อาจารย์ ดร.อโนชา หมั่นกักติ
 อาจารย์สถาพร วรรณชนวิจารย์
 คุณวรรณวิมล เมฆบุญส่งลาภ

ดร.สมบัติ คงวิทยา

Dr. Bin Hong

Dr. Vandna Rai

ฝ่ายศิลป์และภาพ

นายสัญญา พาลุน

ฝ่ายจัดการและเลขานุการ

นางชลรดา สารทสมัย

มหาวิทยาลัยมหิดล
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 มหาวิทยาลัยบูรพา
 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 มหาวิทยาลัยแม่โจ้
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์
 ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์
 และเทคโนโลยี
 China Institute of Medical Biotechnology,
 Chinese Academy of Medical Sciences
 and Peking Union Medical College,
 Taintanxili #1, Beijing 100050, China
 National Research Centre on Plant
 Biotechnology, Indian Agriculture
 Research Institute, New Delhi
 110012, India

สารบัญ

	หน้า
วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ถ้อยแถลงบรรณาธิการ	ก ข
สารบัญ	ข
บทความวิจัย (Research Article)	
การจำลองพันธุศาสตร์ของมังกร: กิจกรรมเพื่อการจัดการเรียนรู้การถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรม	118
<i>วรุณี ศรีโพธิ์ และสุภาพร พรใคร</i>	
การตรวจสอบความหลากหลายพันธุกรรมของชันโรงในจังหวัดนครนายกด้วยเทคนิค HAT-RAPD และการวิเคราะห์ลำดับเบสในยีน 16SrRNA	128
<i>ศิริกุล ชรรณจิตรสกุล ภาวินี ดีแท้ และกัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์</i>	
การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบซัดแจ็ง เรื่อง ลมฟ้าอากาศ	137
<i>ธีระ ช่างแดง เสาวรัตน์ ภัทรวุฒินันท์ และภาณุ ครัยเวช</i>	
การพัฒนาชุดการทดลองเซลล์กัลวานิกแบบย่อส่วนและต้นทุนต่ำเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ ในการสอนเคมีไฟฟ้า	146
<i>เพชรวิไล ชัดดีวงษ์ ปุริม จารุจรัส ศักดิ์ศรี สุภาพร และชฎิล กุลสิงห์</i>	
การส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	155
<i>วรุณ เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์</i>	
การส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารชีวโมเลกุล โดยใช้ กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ	165
<i>กมลนุช ไชยมาชิม และเสนอ ชัยรัมย์</i>	
ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐานวิจัยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะพึงประสงค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโครงการเพาะพันธุ์ปัญญา	176
<i>สุภาพร พรใคร และจิตติมา วัฒราช</i>	
ผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปเพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชน	186
<i>อรุณ ชาญชัยเขาวีวัฒน์ เพ็ญพร จินคำพะเนา และสุวินัย เกิดทับทิม</i>	

สารบัญ

	หน้า
ศักยภาพทางอัลลีโลพาทีในดินของใบพืชสกุล <i>Cinnamomum</i> บางชนิด เฉลิมชัย วงศ์วัฒน์ และ ชีรารัตน์ ชมชัยพร	196
สมบัติของอิฐบล็อกประสานจากถ่านไม้ยางพาราผสมดินขาวนราธิวาส อาบีดิน ตะซาสาเมาะ ฮาบีอเสาะ มาหะ และฮาลีเมาะ เจ๊ะบือราเฮง	202
บทความวิชาการ (Academic article)	
แบบจำลองอะตอมโมเลกุลทางเลือกสำหรับการสอนเรื่องทฤษฎีแรงผลักระหว่างคู่ อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ กานต์ตะวัน วุฒิสถา	209
ใบแทรกข้อความที่เปลี่ยนแปลง	214
ดัชนีผู้แต่ง	215

การส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ

วราวุธ เชื้ออ่อน¹ และเสนอ ชัยรัมย์²

¹หลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี วารินชำราบ อุบลราชธานี 34190

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี วารินชำราบ อุบลราชธานี 34190

E-mail: sanoe.c@ubu.ac.th

รับบทความ: 11 ตุลาคม 2557 ยอมรับตีพิมพ์: 15 พฤศจิกายน 2557

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้คือส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง โปรตีน โดยใช้แนวการสอนวิธีกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 28 คน โรงเรียนพังโคนพิทยาศาสตร์ อำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี นักเรียนทั้งหมดเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 รูปแบบการวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ แบบทดสอบวัดผลทางการเรียน เรื่อง โปรตีน และแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค ตามลำดับ ผลการวิจัยผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$) หลังการเรียนด้วยแนวการสอนวิธีกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดเรื่องโปรตีนถูกต้องเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน นอกจากนี้ นักเรียนมีความคงทนของความรู้ในระดับที่น่าพอใจเมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ของการเรียน จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค นักเรียนส่วนมากไม่สามารถวาดภาพโครงสร้างโปรตีนก่อนและหลังแปลงสภาพได้ การวิจัยครั้งนี้บ่งบอกให้รู้ว่า ครูผู้สอนควรมีการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยเน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจระดับจุลภาคมากขึ้น

คำสำคัญ: กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ การเรียนรู้ของนักเรียน ความคงทนของความรู้ โปรตีน

วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (2557)

Enhancing Grade-12 Students' Learning of Protein by Using Guided Inquiry Approach

Woranut Chua-on¹ and Sanoee Chairam²

¹Program in Science Education, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrap, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

²Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrap, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

E-mail: sanoee.c@ubu.ac.th

Abstract

The main purpose of this research was to enhance the students' learning of protein by using guided inquiry approach. The target group was 28 grade-12 students from Pangken Pittaya School, Na Tan, Ubon Ratchathani. All students studied in the second semester of academic year 2013. The one group pretest-posttest design was employed in this study. The research instruments consisted of lesson plans based on guided inquiry, protein diagnostic tests and microscopic drawing tests, respectively. The data were analyzed by using the average percentage, standard deviation and *t*-test. The results showed that there was statistically significant mean difference between the pre-test and post-test ($p < .05$). After learning by guided inquiry approach, the number of students had more correct conceptual understanding of protein compared with before learning. Moreover, students exhibited a satisfactory retention of knowledge after 2 weeks of learning. From microscopic drawing, most of the students could not draw on structure of protein. This research indicates that chemistry teachers should enhance students' understanding of protein at the microscopic level.

Keywords: Guided inquiry approach, Student learning, Retention of knowledge, Protein

บทนำ

วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์มีอิทธิพลกับทุกชีวิตในสังคม ทุกคนจึงจำเป็นต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนได้รับการพัฒนาให้รู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติรอบตัวเรา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด กล่าวคือ ให้ผู้เรียนได้รู้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตามแนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ที่ระบุไว้ว่า "การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด

กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ"(กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น รักการอ่านและเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง แต่ปัญหาหลักในการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่เนื้อหาเพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ในทำนองเดียวกันระบบการวัดและประเมินผล และรูปแบบการสอบเข้าเรียนต่อทุกระดับชั้นของประเทศไทยมุ่งเน้นที่ความรู้ความจำเป็นหลัก จึงทำให้นักเรียนต้องเรียนวิทยาศาสตร์แบบท่องจำมากกว่าการคิดแก้ปัญหาตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากกรณีที่ผู้ปกครองส่งเสริมให้นักเรียนเข้าเรียนในโรงเรียนกวดวิชาหรือสถาบันสอนพิเศษต่าง ๆ มากมาย

โครงสร้างของหลักสูตรแกนกลางของการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิชาเคมีเป็นเนื้อหาสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยกล่าวถึง สมบัติของวัสดุและสาร แรงแย่งเหนียวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดยการสอนที่มีปฏิบัติการทดลองยังมีอยู่น้อยมาก ครูวิทยาศาสตร์ยังคงเน้นการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ ทำให้นักเรียนไม่เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจึงต่ำ (สมการ เชื้ออ่อน, 2554) ฉะนั้นครูจึงควรปรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก่นักเรียนในห้องเรียนใหม่ โดยควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเองซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดแนวคิดที่ถูกต้อง สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กล่าวว่า "การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาการสร้างความรู้ความเข้าใจ วิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ การพัฒนา การคิดระดับสูง ด้วยการปฏิบัติกิจกรรมที่มีกลวิธีกระตุ้นท้าทายให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นอกจากนี้มีงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ที่ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น" (นิตยา ผลประดง, ซาญ อินทร์เต็ม และเสนอ ชัยรัมย์, 2554; ปิยธิดา พยัคฆา และเสนอ ชัยรัมย์, 2556) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียน อธิบายความเข้าใจในเรื่องที่เรียนกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ (Sever, Yurumezoglu and Oguz-Unver, 2010; Varkey, Anjali, and Menon, 2014; Waterman and Thompson, 1995; Whitney, 1903) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 3 รูปแบบตามบทบาทของนักเรียน ได้แก่ การสืบเสาะแบบสำเร็จรูป (structured inquiry, SI) การสืบเสาะแบบแนะนำ (guided inquiry, GI) และการสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (opened inquiry, OI) แต่ละประเภทมีข้อดีแตกต่างกัน สำหรับรูปแบบที่ผู้วิจัยนำมาใช้คือการสืบเสาะแบบแนะนำ รูปแบบนี้เป็นวิธีที่จะทำให้เด็กนักเรียนมีพัฒนาการด้านการมีความคิดเห็นของตนเอง มีความกล้าในการแสดงความคิดเห็นและการตั้งคำถาม

อีกทั้งยังพบว่า การตั้งคำถามและการแนะนำของครูทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เคมีในหัวข้ออื่น ๆ ที่มีความสอดคล้องกับหัวข้อที่กำลังทำกิจกรรมได้ (รุ่งนภา จันทร์แรม, 2554)

โรงเรียนพังโคนพิทยาคมเป็นโรงเรียนขนาดกลางในอำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี เนื่องจากนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ความรู้ที่เกิดขึ้นเกิดจากการท่องจำ ไม่ได้เกิดจากความเข้าใจ ส่งผลให้ความรู้ที่ได้ไม่คงทน ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2555 เมื่อแยกวิเคราะห์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ พบว่า มาตรฐาน ว.3.1 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 31.47 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนเท่ากับ 25.47 มาตรฐาน ว.3.2 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 31.46 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนเท่ากับ 27.85 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556) ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนของทั้งสอง มาตรฐานมีค่าต่ำกว่าค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ จากแนวคิดและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงต้องการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน ซึ่งเป็นหัวข้อหนึ่งในรายวิชา ว.30225 เคมี 5 โดยการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อหาคำตอบของคำถาม และเป็นกิจกรรมที่ต้องอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พัฒนาความเข้าใจ ตลอดจนสำรวจความคงทนของความรู้ เพื่อให้เด็กนักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนรู้และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โปรตีน โดยใช้แนวการสอนวิธีกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ
2. เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ
3. เพื่อสำรวจความคงทนของความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ

วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (2557)

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ที่ $p = .05$
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำมีแนวคิดเรื่องโปรตีนที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำมีความคงทนของความรู้

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (one-group pretest-posttest design) กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 28 คน โรงเรียนห้วยคตพิทยาศาสตร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ปีการศึกษา 2556 โดยการสุ่มเลือกแบบเจาะจง นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในช่วง 3.90-1.60 ชั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมีดังนี้ ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้เวลาสอบ 60 นาที จากนั้นจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ และทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดิม เมื่อทดสอบหลังเรียนเสร็จ ให้ทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค จากนั้นวันระยะ 2 สัปดาห์ และนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมมาทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งและนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- (1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำเรื่อง โปรตีน จำนวน 1 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 6 ชั่วโมง (ตาราง 1)

ตาราง 1 กิจกรรมการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1. การทดสอบโปรตีนและการแปลงสภาพโปรตีน	3
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและชนิดหน้าที่ของโปรตีน	2
3. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎี	1

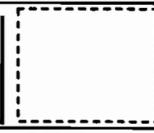
- (2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และเลือกตอบเหตุผล 4 ตัวเลือก สร้างจำนวน 20 ข้อ และคัดเลือกให้เหลือจำนวน 15 ข้อ (ตาราง 2) ซึ่งมีค่าความยากง่ายรายข้อ (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ตาราง 2 ข้อสอบกับหัวข้อที่สอนเรื่อง โปรตีน

ข้อที่	หัวข้อ
1 2 3 และ 4	กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์
5 6 7 8 และ 9	โครงสร้างโปรตีน
10 11 12 และ 13	ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน
14 และ 15	การแปลงสภาพของโปรตีน

- (3) แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค โดยให้นักเรียนวาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในระดับจุลภาค เพื่ออธิบายความเข้าใจเรื่อง การแปลงสภาพของโครงสร้างโปรตีนในภาวะปกติและที่ผ่านการแปลงสภาพ โดยใช้สารตัวอย่างในชีวิตประจำวันที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบหลัก (ตาราง 3)

ตาราง 3 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค เรื่อง การแปลงสภาพโครงสร้างโปรตีนของไข่ไก่ ในภาวะปกติและผ่านการแปลงสภาพ

สารตัวอย่างในชีวิตประจำวัน	ระดับ	
	Macroscopic Drawing	Microscopic Drawing
ไข่ไก่ดิบ		
ไข่ไก่ที่ได้รับความร้อน (ไข่ดาว)		

การวิเคราะห์ผลการวิจัย

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัย นำคะแนนของนักเรียนมาเปรียบเทียบค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากก่อนเรียน หลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์ โดยใช้สถิติที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (t -test for dependent samples)

สำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค วิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนใช้เกณฑ์การพิจารณาแนวคิดของนักเรียนโดยอ้างอิงจาก Abraham, Williamson, and Westbrook (1994) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

(1) แนวคิดถูกต้อง (sound understanding: SU) หมายถึง ตัวเลือกถูกเหตุผลถูก

(2) ถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU) หมายถึง ตัวเลือกถูกแต่ไม่ให้เหตุผล

(3) แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding with specific misunderstanding: PS) หมายถึง ตัวเลือกถูกแต่เหตุผลผิด หรือตัวเลือกผิดแต่เหตุผลถูก

(4) แนวคิดคลาดเคลื่อน (specific misunderstanding: SM) หมายถึง ตัวเลือกผิดเหตุผลผิด

(5) ไม่เข้าใจแนวคิด (no understanding: NU) หมายถึง ไม่ตอบตัวเลือกไม่ตอบเหตุผล

ผลการวิจัยและอภิปราย

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยและนำเสนอผลการวิจัยและอภิปรายผล ดังนี้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โปรตีน (ตาราง 4) พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (6.89 หรือ 45.95%) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (4.11 หรือ 27.38%) ($p < .05$) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำมีการพัฒนาการเรียนรู้สูงขึ้นจริงซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตาราง 4 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน หลังเรียน และหลังเรียน 2 สัปดาห์ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	min	max	mean	SD	d	t
ก่อนเรียน	28	15	0	9	4.11 (27.38%)	2.15	2.78	10.17*
หลังเรียน	28	15	2	12	6.89 (45.95%)	2.18		
หลังเรียน 2 สัปดาห์	28	15	4	14	7.61 (50.71%)	2.38	0.72	1.93**

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = .05$, $t_{27, 0.05} = 1.70$ **มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = .05$, $t_{27, 0.05} = 2.05$

ทั้งนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เพิ่มขึ้น อาจมาจากสาเหตุหลายประการดังนี้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้มีส่วนช่วยให้ (1) นักเรียนได้เป็นผู้กำหนดปัญหาและตั้งคำถามด้วยตัวของนักเรียนเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะ (2) นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ค้นหาคำความรู้ด้วยความสามารถของตนเองเพื่อหาคำตอบของคำถาม และ (3) นักเรียนมีโอกาสได้นำเสนอสิ่งที่ค้นพบ การที่ได้ถ่ายทอดสิ่งที่ตัวเองรู้หรือค้นพบให้คนอื่นฟังยิ่งจะส่งเสริมความเข้าใจและจดจำได้ยาวนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิการ์ตัน เสนาผล และเสนอ ชัยรัมย์ (2555) ที่ได้พัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่อง สารประกอบอินทรีย์บนพื้นฐานของทฤษฎีสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทางผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$)

สำหรับผลการวิเคราะห์ความคงทนของความรู้โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์ พบว่า คะแนนสอบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

6.89 (45.95%) และคะแนนสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.61 (50.73%) เมื่อใช้การทดสอบค่าที พบว่า ผลคะแนนสอบหลังเรียนทั้ง 2 ครั้งไม่มีความแตกต่างกัน ($p < .05$) ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำมีความคงทนของความรู้ และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลยังพบว่าคะแนนสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์มีค่าเพิ่มขึ้นจากคะแนนสอบหลังเรียน อาจเนื่องมาจากหลังจากการทดสอบหลังเรียนเสร็จสิ้นลง นักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันเกี่ยวกับคำถามคำตอบของข้อที่ทำได้หรือยังไม่เข้าใจ และมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อหาคำตอบนั้นด้วยตนเองจึงส่งผลให้คะแนนสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์มีค่าเพิ่มสูงขึ้น

เมื่อวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนจากการตอบตัวเลือกและเหตุผลระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนมีแนวความคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ตลอดจนมีการพัฒนาความเข้าใจในเรื่องโปรตีนเพิ่ม

วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (2557)

ขึ้นภายหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบ
แนะนำ เรื่อง โปรตีน (ตาราง 5) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ในหัวข้อที่ 1 กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์ หลัง-
จากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบแนะนำ เรื่อง

โปรตีน พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่ตอบในข้อ 1-3 มีแนว-
ความคิดที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกันกับร้อยละของนัก-
เรียนที่มีแนวโน้มแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลง ยกเว้นข้อที่ 4

ตาราง 5 ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจระดับต่าง ๆ ในแต่ละหัวข้อ เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะ
แบบแนะนำ

หัวข้อ	ร้อยละความเข้าใจของนักเรียน									
	SU		PU		PS		SM		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์										
ข้อที่ 1	-	14.29	-	-	28.57	6.43	71.43	39.29	-	-
ข้อที่ 2	50.00	64.29	-	-	7.14	7.14	42.86	28.57	-	-
ข้อที่ 3	7.14	10.71	-	-	28.57	39.29	60.71	50.00	3.57	-
ข้อที่ 4	39.29	57.14	-	-	53.57	3.57	7.14	39.29	-	-
โครงสร้างโปรตีน										
ข้อที่ 5	53.57	60.71	-	-	3.57	7.14	42.86	32.14	-	-
ข้อที่ 6	28.57	53.57	-	-	32.14	10.71	39.29	35.71	-	-
ข้อที่ 7	32.14	42.86	-	-	3.57	7.14	64.29	50.00	-	-
ข้อที่ 8	89.29	75.00	-	-	-	7.14	10.71	17.86	-	-
ข้อที่ 9	7.14	53.57	-	-	46.43	42.86	46.43	3.57	-	-
ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน										
ข้อที่ 10	17.86	57.14	-	-	35.71	28.57	46.43	14.29	-	-
ข้อที่ 11	35.71	64.29	-	-	28.57	-	35.71	35.71	-	-
ข้อที่ 12	57.14	78.57	-	-	3.57	7.14	39.29	14.29	-	-
ข้อที่ 13	7.14	10.71	-	-	14.29	50.00	75.00	39.29	3.57	-
การแปลงสภาพของโปรตีน										
ข้อที่ 14	14.29	21.43	-	-	42.86	71.43	42.86	7.14	-	-
ข้อที่ 15	10.71	32.14	-	-	50.00	28.57	39.29	39.29	-	-

ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก
39.29% เป็น 57.14% ในขณะที่ร้อยละของนักเรียนที่มีแนว-
คิดคลาดเคลื่อนสูงขึ้นจาก 7.14% เป็น 39.29% ถึงแม้ว่า
ข้อสอบข้อนี้จะถามความรู้ในระดับความจำก็ตาม แต่นักเรียน
กลุ่มดังกล่าวไม่สนใจทำกิจกรรมด้วยตนเอง

ในหัวข้อที่ 2 โครงสร้างโปรตีน หลังจากที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบแนะนำ ร้อยละของนักเรียน
ส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังมี
นักเรียนจำนวนหนึ่งที่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เช่น ใน
ข้อที่ 7 ข้อสอบข้อนี้ใช้คำถามในระดับความเข้าใจ แม้ว่าหลัง-

เรียนมีร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องเพิ่มขึ้นจาก
32.14% เป็น 42.86% ส่วนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน
ลดลงจาก 64.29% เหลือ 50.00% แต่ร้อยละของนักเรียนที่มี
แนวคิดคลาดเคลื่อนยังมีอยู่จำนวนมาก อาจเป็นเพราะนัก-
เรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจชนิดของกรดอะมิโนและการเรียก
สารประกอบของกรดอะมิโน รวมถึงการระบุจำนวนกรดอะมิโน
ด้วยภาษากรีก จึงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้นักเรียนตอบผิดใน
ข้อนี้เป็นจำนวนมาก

ในหัวข้อที่ 3 ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน หลังจากที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบแนะนำ ร้อยละของ

นักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งมีจำนวนที่ลดลง เช่น ข้อที่ 10 ก่อนเรียน ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องอยู่ที่ 17.86% หลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 57.14% ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนลดลงจาก 35.71% เหลือ 28.57% และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจาก 46.43% ลดเหลือ 14.29% ในทำนองเดียวกัน ในข้อที่ 12 ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก 57.14% เป็น 78.57% และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมีจำนวนลดลงจาก 39.29% เหลือ 14.29% ทั้งนี้เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติการกรรมการสืบค้นและเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมสืบค้น ทำให้ตอบคำถามในระดับการประยุกต์ใช้ได้

ในหัวข้อที่ 4 การแปลงสภาพโปรตีน หลังจากที่ได้ รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบแนะนำ เรื่อง โปรตีน พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกันกับร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมีจำนวนที่ลดลง เช่น ในข้อที่ 14 ร้อยละของนักเรียนมีแนวคิด

ถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก 14.29% เป็น 21.43% ในขณะที่ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน มีจำนวนลดลงจาก 42.86% เหลือเพียง 7.14% เช่นเดียวกัน ในข้อที่ 15 ก่อนเรียน ร้อยละของนักเรียนมีแนวคิดถูกต้อง 10.71% แต่หลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 32.14% สอดคล้องกันกับร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนมีจำนวนลดลงจาก 50.00% เหลือ 28.57% อย่างไรก็ตาม ร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนยังมีจำนวนเท่าเดิมที่ 39.29% ทั้งนี้นักเรียนยังไม่เข้าใจในโครงสร้างระดับจุลภาค ระดับโมเลกุลและพันธะเคมีของ โปรตีน จึงทำให้มีจำนวนนักเรียนยังมีแนวความคิดที่ไม่ถูกต้อง

เพื่อสนับสนุนข้อมูลเชิงปริมาณข้างต้น ผู้วิจัยได้สำรวจความเข้าใจในโครงสร้างระดับจุลภาคในระดับโมเลกุล และพันธะเคมีของโปรตีนของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค ในหัวข้อย่อย การแปลงสภาพโปรตีน เพื่อให้เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยเลือกใช้ไข่และเส้นผม โดยให้นักเรียนวาดโครงสร้างทั้งก่อนและหลังแปลงสภาพด้วยความร้อน (ภาพที่ 1)

สภาวะของโปรตีน	ระดับความเข้าใจของนักเรียน		
	SU	PS	SM

ภาพที่ 1 ตัวอย่างภาพวาดความเข้าใจในระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนในไข่ขาว (a และ b) และเส้นผม (c และ d) ก่อนแปลงสภาพ (a และ c) และหลังแปลงสภาพด้วยความร้อน (b และ d) จากนักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ SU PS และ SM

วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (2557)

เมื่อพิจารณาภาพวาดระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนในไซขาว พบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ SU สามารถวาดภาพโครงสร้างโปรตีนในไซขาวได้โดยเขียนสายพอลิเพปไทด์และเส้นเชื่อมระหว่างสายพอลิเพปไทด์เพื่อแสดงแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสายพอลิเพปไทด์ และเข้าใจว่าโปรตีนไซขาวเป็นโปรตีนก้อนกลม เมื่อได้รับความร้อน เช่น การทอด นักเรียนยังสามารถวาดภาพแสดงให้เห็นถึงการแยกออกจากกันของโปรตีน ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นการคลายตัวของขดม้วนของสายพอลิเพปไทด์ออกจากกันซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้โปรตีนเสียสภาพไป

เพื่ออธิบายความเข้าใจของนักเรียนด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ ในหัวข้อเรื่อง การแปลงสภาพโปรตีน ผู้วิจัยได้สำรวจความเข้าใจของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค โดยให้นักเรียนวาดภาพของโครงสร้างโปรตีนในระดับจุลภาคของไซขาวและเส้นผม ทั้งก่อนและหลังแปลงสภาพด้วยความร้อน ดังนี้

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ SU ส่วนใหญ่วาดโปรตีนในเส้นผมและโปรตีนในไซขาวก่อนเผาหรือทอดในลักษณะที่แสดงพอลิเพปไทด์เป็นเส้นม้วนพันกันเป็นเกลียว เมื่อเส้นผมถูกเผาหรือทอด นักเรียนแสดงลักษณะของโปรตีนที่แปลงสภาพด้วยความร้อนโดยวาดสายพอลิเพปไทด์ให้คลายตัวออกจากกันและแสดงการขาดของเส้นที่เชื่อมระหว่างสายพอลิเพปไทด์ได้ ซึ่งภาพวาดแสดงการแปลงสภาพของโปรตีนได้อย่างชัดเจน

นักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ PS ส่วนใหญ่วาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในเส้นผมที่มีลักษณะคล้ายท่อ เมื่อผ่านการแปลงสภาพด้วยความร้อนแล้วปลายท่อจะแตกออกคล้ายผมแตกปลาย ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังมีความเข้าใจในเรื่องการแปลงสภาพของโปรตีนเพียงบางส่วนเท่านั้น จึงทำให้ภาพที่วาดออกมาไม่ค่อยชัดเจน ส่วนวาดภาพโครงสร้างโปรตีนในไซขาว นักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ PS ส่วนใหญ่วาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในไซขาวโดยใช้เส้นแทนสายพอลิเพปไทด์ในลักษณะม้วนเป็นก้อนกลม เมื่อแปลงสภาพด้วยความร้อน เช่น การทอด นักเรียนวาดสายพอลิเพปไทด์คลายตัวออกจากกันขดม้วน โดยไม่วาดเส้นแสดงการขาดของพันธะไฮโดรเจนและแรงยึดเหนี่ยวอื่น ๆ ระหว่างสายพอลิเพปไทด์

นักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ SM ส่วนใหญ่วาดภาพโครงสร้างของโปรตีนในไซขาวเป็นสายพอลิเพปไทด์เพียง

สายเดียวซึ่งเป็นโครงสร้างที่อยู่ในระดับปฐมภูมิ เมื่อแปลงสภาพด้วยความร้อนโดยการทอด นักเรียนวาดโครงสร้างของโปรตีนที่เกิดเป็นโครงสร้างทุติยภูมิในลักษณะเป็นแผ่น ในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณาภาพวาดระดับจุลภาคของโครงสร้างโปรตีนในเส้นผม นักเรียนวาดภาพเช่นเดียวกับโครงสร้างของโปรตีนในไซขาว ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ SM ยังมีความไม่เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงสภาพของโปรตีน เพราะโปรตีนก่อนแปลงสภาพควรมีลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนมากกว่าหลังแปลงสภาพและโปรตีนที่ทำหน้าที่ได้ควรอยู่ในระดับตติยภูมิและจตุรภูมิขึ้นไป

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปผลการวิจัยตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ $p = .05$

ตอบสมมติฐาน จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (6.89 หรือ 45.95%) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (4.11 หรือ 27.38%) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โปรตีน สูงขึ้นจริง

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ มีความเข้าใจแนวคิดเรื่องโปรตีนที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น

ตอบสมมติฐาน จากการวิเคราะห์คำร้อยละความเข้าใจรายข้อของนักเรียนที่ระดับความเข้าใจต่าง ๆ ในแต่ละหัวข้อในเรื่อง โปรตีน โดยกระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่ถูกต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้นและจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนก็มีจำนวนที่ลดลง

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ มีความคงทนของความรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ $p = .05$

ตอบสมมติฐาน จากการวิเคราะห์คะแนนสอบหลังเรียน เรื่อง โปรตีน เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ผลการทดสอบบ่งชี้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน

โดยใช้กระบวนการสืบเสาะแบบแนะนำ มีความคงทนทางความรู้ และไม่มีความแตกต่างจากหลังเรียน ($p < .05$)

ข้อเสนอแนะ

ก่อนจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการนี้ครูควรศึกษาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนเข้าใจภาพโดยรวมของกิจกรรมตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุด เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เช่น ดำเนินการจัดการเรียนรู้เรื่อง โปรตีน ไม่เป็นไปตามที่ได้กำหนด ในการจัดกลุ่มการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมคู่เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันไม่ได้ สำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค ครูผู้สอนอาจจะเพิ่มจำนวนตัวอย่างของชนิดของโปรตีนให้มีจำนวนที่มากขึ้น ทั้งนี้อาจสุ่มตัวอย่างของโปรตีนมาจากชีวิตประจำวันเพราะเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยและรู้จักเป็นอย่างดีเพื่อป้องกันความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเพื่อให้สื่อความหมายออกมาอย่างชัดเจน ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเพิ่มเติมประกอบภาพระดับจุลภาคที่ได้แสดงออกมา นอกจากนี้ ครูผู้สอนควรวางแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ลองทำเพื่อเสริมประสบการณ์เรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทำหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ

ก่อนจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการนี้ครูควรศึกษาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนเข้าใจภาพโดยรวมของกิจกรรมตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุด เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ในการจัดกลุ่มการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมคู่เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันไม่ได้ สำหรับแบบทดสอบวัดความเข้าใจระดับจุลภาค ครูผู้สอนอาจเพิ่มจำนวนตัวอย่างของชนิดของโปรตีนให้มีจำนวนมากขึ้น ทั้งนี้อาจสุ่มตัวอย่างของโปรตีนมาจากชีวิตประจำวันเพราะเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยและรู้จักเพื่อป้องกันความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เพื่อให้สื่อความหมายออกมาอย่างชัดเจน ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเพิ่มเติมประกอบภาพระดับจุลภาคที่ได้แสดงออกมา นอกจากนี้ ครูผู้สอนควรวางแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ลองทำเพื่อเสริมประสบการณ์เรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทำหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนการศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ระยะที่ 3 (พ.ศ. 2556-2561) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขอขอบคุณคุณครูสมภาร เชื้ออ่อน ที่เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและคอยกระตุ้นการทำงานด้วยดีเสมอมา และขอขอบคุณคณาจารย์และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการทำวิจัยในชั้นเรียนในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2556). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมพื้นฐาน (O-NET). กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.
- นิตยา ผลประดง ธาญ อินทร์ดัม และเสนาอ ชัยรัมย์. (2554). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ชุดการสอนและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2(2): 66-77.
- ปิยธิดา พัยขง และเสนาอ ชัยรัมย์. (2556). การใช้กิจกรรมการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทางด้วยการตั้งคำถาม-การอธิบายเพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การประชุมวิชาการ มอ. วิจัย ครั้งที่ 7. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (หน้า 337-345). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- รุ่งนภา จันทร์แรม. (2554). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีสืบเสาะหาความรู้โดยวิธี Model-Observe-Reflect-Explain (MORE). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (2557)

- วิภารัตน์ เสนาผล และเสนาอ ชัยรัมย์. (2555). การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่องสารประกอบอินทรีย์ โดยใช้สารประกอบในชีวิตประจำวัน การประชุมวิชาการ มอบ วิจัย ครั้งที่ 6. สาขามนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์. (หน้า 132-144). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สมภาร เชื้ออ่อน. (2554). การใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มในการทดลองเพื่อเพิ่มความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับไฟฟ้าและแม่เหล็กของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- Abraham, M.R., Williamson, V.M., and Westbrook, S.L. (1994). Across-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching* 31(2): 147-165.
- Sever, S., Yurumezoglu, K., and Oguz-Unver, A. (2010). Comparison teaching strategies of videotaped and demonstration experiments in inquiry-based science education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 2(2): 5619-5624.
- Varkey, J. T., Anjall, P., and Menon, V. L. (2014). Electrochemical cell and thermodynamics. *Nano-structured Ceramic Oxides for Supercapacitor Applications*. Boca Raton: CRC Press. pp. 11-31.
- Waterman, E. L., and Thompeon, S. (1995). *Small Scale Chemistry*. Menlo Park, CA: Addison-Wesley. pp.4-17.
- Whitney, W. R. (1903). Text book of Electrochemistry. *Journal of the American Chemical Society*. 25(1): 104-106.



หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้
114 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร
โทร. 02-649-5000 ต่อ 18680 โทรสาร 02-200-0128

การศึกษา คือ ความเจริญงอกงาม

จัดทำโดย หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ

นางวรรณุช เชื้ออ่อน

ประวัติการศึกษา

โรงเรียนบ้านลุมพุก, 2534 – 2539

โรงเรียนเขมรราชพิทยาคม, 2540 – 2545

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2546 – 2549

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2550

ประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ผลงาน/บทความวิจัย

วรรณุช เชื้ออ่อน และเสนอ ชัยรัมย์, วารสารหน่วยวิจัย
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้,
ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2557),
หน้า 155-164.

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2551 – 2555

โรงเรียนเขมรราชพิทยาคม

พ.ศ. 2556 – ปัจจุบัน

โรงเรียนพังโคนพิทยา

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ครู อันดับ ค.ศ. 1

โรงเรียนพังโคนพิทยา

สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29

โทรศัพท์ 087 – 6546755

