

วทศ ๖๕๖๗

๕๒๖๗



ผลการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหม
โดยใช้การสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณ์ญาณ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
จิตติมา ประยูรพรหม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครู
ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
กระทรวงศึกษาธิการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวฐิติมา ประยูรพรหม แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเคมีศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ สุขศรีงาม)

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกรียงศักดิ์ ไพรรพรม)

กรรมการ
(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

.....
(อาจารย์ ดร. พรพิมล พลคำ)

กรรมการ
(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)

.....
(อาจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

กรรมการ
(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานิตย์ อัญญาโพธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สนิท ตีมีองซ้าย)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน 22 ต.ค. 2558 พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง : ผลการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจาก
รังไหม โดยใช้การสอนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณ์ญาณ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน

ผู้วิจัย : จูติมา ประยูรพรหม ปริญา : วท.ม. (เคมีศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.พรพิมล พลคำ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2558

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินผลการใช้บทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 43 คน
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม โดยการจับสลากห้องเรียนจาก
โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) บท
ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น พร้อมทั้งมีคำถาม
ที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูง จำนวน 5 บทปฏิบัติการ แต่ละบทปฏิบัติการใช้สอน 3 ชั่วโมง
ต่อสัปดาห์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบทดสอบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ
4) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และ 5) แบบวัดความ
พึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ Paired
t-test และ F-test (One-way ANCOVA และ MANCOVA)

ผลการวิจัยพบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.531 นักเรียน
โดยรวม และจำแนกตามผลการเรียนเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมและรายด้านทุกด้านหลังเรียนสูงกว่า
ก่อนเรียน นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมไม่แตกต่างกัน แต่
นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายด้าน
ทั้ง 5 ด้าน และการคิดวิจารณ์ญาณเป็นรายด้าน ทั้ง 4 ด้าน มากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ

นอกจากนี้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การคิดวิจารณ์, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, ชั้นบูรณาการ, ความพึงพอใจ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

TITLE : Effects of Learning Science Laboratory Lessons Entitled Chemical Properties of Silk Cocoon Using the 5E Learning Cycle on Learning Achievement, Integrated Science Process Skills and Critical Thinking of Grade 12 Students with Different Chemistry Learning Outcomes

AUTHOR : Titima Prayoonprom **DEGREE :** M.S. (Chemistry Education)

ADVISORS : Dr. Pornpimol Ponkham Major Advisor

Dr. Natchanok Jansawang Co-advisor

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY, 2015

ABSTRACT

This research aimed to develop and evaluation of the implementation of science laboratory lessons with an appropriate effectiveness index with 43 Mathayomsuksa 6 (grade 12) students in the second semester of the academic year 2014, who attended the Borabue School in Borabue district, Maha Sarakham province. They were selected using the cluster random sampling technique. Research Instruments included ; 1) science laboratory lessons using the 5E- learning cycle with some higher order thinking questions at the end of each lesson, each lesson for 3 hours of learning in each week ; 2) a learning achievement test ; 3) a critical thinking test ; 4) a test on integrated science process skills ; and 5) a questionnaire of satisfaction with science laboratory learning. The Paired t-test and the F-test (One-way ANCOVA and MANCOVA) were employed for testing hypotheses.

The research findings found that the developed science laboratory lessons had an effectiveness index of 0.531. The students as a whole and as classified according to chemistry learning outcomes showed gains in learning achievement, integrated science process skills in general and in each subscale, and critical thinking in general and in each subscale from before learning via the developed laboratory lessons. The students with different chemistry learning outcomes did not statistically indicate different learning achievement, science process skills in general and critical thinking in general. However, the high chemistry achievers showed more science process skills in each of 5 subscales and critical thinking in each of 4 subscales than did the low chemistry achievers.

**Keywords : Science Laboratory Lessons Using the 5E- Learning Cycle, Learning
Achievement, Critical Thinking, Integrated Science Process Skills, Satisfaction**



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ ดร. พรพิมล พลคำ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ สุขศรีงาม ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกรียงศักดิ์ ไพโรวรรณ กรรมการสอบ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ และ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องตั้งแต่ต้นจนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ธนชาติ อิ่มสมบัติ ดร. ฤทัยรัตน์ วิเศษศรี และนายรุ่งระวี ศิริบุญนาม ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ให้คำแนะนำ ปรับปรุงและแก้ไข เครื่องมือวิจัยใน ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. อ่างทอง บุญเสริม ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือ คณะครู และ นักเรียนโรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกคน ที่เป็นแรงสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ภายใต้ โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สกว.) ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยจนทำให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดา มารดา บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนในความสำเร็จของการวิจัยใน ครั้งนี้

จิตติมา ประยูรพรหม

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อ	๗
ABSTRACT	๘
กิตติกรรมประกาศ	๙
สารบัญตาราง	๑๑
สารบัญภาพ	๑๑
บทที่ 1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	6
สมมติฐานการวิจัย	7
ขอบเขตของการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	11
วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle)	18
การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	25
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	33
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	39
การคิดวิจารณ์ (Critical Thinking)	46
ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	58
โปรตีนจากกุ้งไหม	61
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	70
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	76
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	76
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	76
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	77

หัวเรื่อง	หน้า
การเก็บรวบรวมข้อมูล	85
การวิเคราะห์ข้อมูล	88
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	89
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	91
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	91
ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	91
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	107
วัตถุประสงค์การวิจัย	107
สรุปผลการวิจัย	107
อภิปรายผล	108
ข้อเสนอแนะ	111
บรรณานุกรม	113
ภาคผนวก ก การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของ One-way ANCOVA และ One-way MANCOVA และการทดสอบความแตกต่าง ของผลการเรียนเคมีของ นักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ	123
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	128
ภาคผนวก ค การแบ่งกลุ่มการทดลอง (เก่ง : ปานกลาง : อ่อน) ของนักเรียน โดยใช้คะแนน t-score	148
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, แบบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและแบบวัด การคิดวิจารณ์ญาณ	151
ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และคู่มือประกอบการสอน	163
ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์	194
ภาคผนวก ช ประมวลภาพประกอบการวิจัย	197
ประวัติผู้วิจัย	200

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	บทบาทครูในกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ SE	22
2	ส่วนประกอบของกรดอะมิโนของเซรีซินและไฟโบรอิน (กรดอะมิโนเป็นกรัมในโปรตีน 100 กรัม	65
3	การจำแนกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของพฤติกรรม 3 ด้าน	81
4	การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	86
5	การวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหม สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโปรตีนจากรังไหม สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 6	92
6	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยรวม	93
7	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง	93
8	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ	94
9	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยรวม	95
10	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง	96
11	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ	97
12	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยรวม	98
13	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมี	99
14	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ	100

15	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการ โดยรวมและการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One-way MANCOVA) ...	101
16	การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายด้าน หลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One-way ANCOVA)	102
17	การเปรียบเทียบการคิดวิจารณ์ญาณเป็นรายด้านหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One-way ANCOVA)	103
18	คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ โดยรวมและรายด้านของนักเรียนจำแนกตามผลการเรียนเคมี	104
19	คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมและ รายด้านของนักเรียนจำแนกตามผลการเรียนเคมี	104
20	ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	105

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วัฏจักรชีวิตของหนอนไหม <i>Bombyx mori</i>	63
2	โครงสร้างทางเคมีของเส้นไหม	63
3	องค์ประกอบหลักของเส้นไหม	64



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันเป็นยุคของความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สภาพสังคมเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต การดำรงชีวิตของคนในสังคมต้องอาศัยการพิจารณาข้อมูลข่าวสารต่างๆ อย่างละเอียดรอบคอบ ท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งในแง่บวกและแง่ลบ การพัฒนาคุณภาพของคนเป็นสิ่งสำคัญ การจัดการศึกษาจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาคนให้มีคุณภาพโดยพัฒนาศักยภาพที่มีอยู่อย่างเต็มที่ เป้าหมายการพัฒนาคุณภาพคนตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 คือ เน้นให้คนไทยทุกคนได้รับการพัฒนาทั้งทางร่างกาย จิตใจ ความรู้ ความสามารถ ทักษะการประกอบอาชีพ และมีความมั่นคงในการดำรงชีวิตครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมายเพื่อเสริมสร้างศักยภาพให้กับตนเองเพื่อที่จะนำไปสู่ความเข้มแข็งของครอบครัว ชุมชน และสังคมไทย โดยเพิ่มจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยของคนไทยเป็น 10 ปี (สำนักคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2549) ประเทศที่เจริญก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรมหรือประเทศที่พัฒนาแล้วมีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ในการพัฒนาประเทศมากกว่าประเทศที่กำลังพัฒนา ประเทศต่างๆ ในโลกก็เล็งเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาด้านวัตถุและพัฒนาคน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดองค์ความรู้ความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ เกิดการพัฒนาเทคโนโลยี ทำให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีการคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์และคิดวิเคราะห์ วิจัยซึ่งการได้มาของความรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำให้เกิดทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ รวมถึงมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้น และการจัดการ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 1-6) สำหรับประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาศักยภาพมนุษย์เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจุบันนี้โลกเจริญก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่จนกลายเป็นสังคมข้อมูลข่าวสาร (Information Society)

ระบบการศึกษาที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพจะเอื้อต่อการพัฒนาสมรรถนะและความสามารถ ตลอดจนคุณลักษณะต่างๆ ของคนที่เรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ระบบการศึกษาจึงเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนามนุษย์ให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถ รู้จักติดตามข้อมูลข่าวสาร รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและหลากหลาย รู้จักคิด วิเคราะห์ตัดสินใจ ให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตราที่ 22 กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ดังนั้นกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (กรมวิชาการ. 2545 : 3) อีกทั้งแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2552-2559) กล่าวว่า ประเทศไทยเป็นสังคมย่อยสังคมหนึ่งของโลกยุคโลกาภิวัตน์ ประชากรในประเทศต้องเรียนรู้ที่จะอยู่ในโลกใบนี้อย่างชาญฉลาดด้วยกลไกของการศึกษา ซึ่งวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมเป็นหนึ่งในกลไกการขับเคลื่อนความเป็นไปของโลก และเป็นภูมิคุ้มกันให้กับภาคส่วนต่างๆ สามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน ประกอบอาชีพ เพิ่มคุณภาพชีวิตและสร้างวิถีชีวิตที่เป็นเหตุเป็นผล หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังสำคัญของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึก ในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้ และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษา ต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 6)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่จะบังเกิดผลดีที่สุดนั้นย่อมเกิดจากการที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเองและครูต้องสอนการทดลอง ไปสู่การสอนสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ครูจึงต้องเน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ให้ผู้เรียนต้องเรียนและกำหนดให้จัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และค้นพบตนเองมากที่สุด ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน ได้ทำกิจกรรมหลากหลายทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยอาศัยแหล่งเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่น วิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนท่องจำเนื้อหาวิชาต่างๆ ใช้ไม่ได้ผลอีกต่อไป เพราะความรู้ที่นักเรียนจะได้รับมีมากมายและเปลี่ยนแปลงทุกขณะ ความรู้ที่ได้

จากการท่องจำนั้น ไม่สามารถนำไปแก้ปัญหาในชีวิตของนักเรียนได้ เนื่องจากไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง (สุภาพร วงเวียง. 2549 : บทคัดย่อ) ดังนั้น ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จะต้องอาศัยการ ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการคิดค้นหาคำตอบของปัญหา ในชีวิตประจำวันรวมทั้งมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียน การสอนของครูต้องมุ่งเน้นพัฒนาความสามารถด้านทักษะกระบวนการและด้านความคิดของ นักเรียน เพื่อเป็น การตอบสนองความต้องการของหลักสูตร ซึ่งการเรียน โดยใช้การทดลอง เป็นหนึ่งในวิธีการเรียนรู้หลักที่ช่วยให้นักเรียนสามารถพิสูจน์ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์โดย ใช้ทักษะการทดลองบนพื้นฐานความแตกต่างระหว่างบุคคล นอกจากนี้การเรียน โดยใช้การลง มือปฏิบัติ (Learning by Doing) ยังสนับสนุนการเรียนรู้เฉพาะบุคคล ฝึกนักเรียนใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์แก้ปัญหาและช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (Tatli and Ayas. 2013)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการ เรียนรู้โมโนมิ หลักการและกฎช่วยให้การลงข้อสรุปแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรง เชื่อถือได้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่สำคัญ 4 ประการ คือ 1) กระบวนการอย่างง่ายหรือ พื้นฐานซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับกระบวนการที่ซับซ้อน 2) แต่ละกระบวนการเป็นทักษะทาง สติปัญญาเฉพาะอย่างที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ทำให้เข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ ได้ 3) แต่ละกระบวนการเป็นพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่สามารถวินิจฉัยได้และนักเรียน สามารถเรียนรู้ได้ และ 4) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถถ่ายโอน ไปยังเนื้อหาวิชาที่ แตกต่างกันได้และช่วยให้เกิดความคิดอย่างสมเหตุสมผลในชีวิตประจำวันได้ (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. 2530 : 5 ; อ้างถึงใน Gagne. 1965 : 10) ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skill) 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความ คิดเห็น และการพยากรณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) 5 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (ภพ เลหาไพฑูริย์. 2544 : 123) ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกสืบ เสาะหาความรู้ ค้นคว้า ทดลอง และแก้ปัญหาต่างๆ โดยผู้เรียนได้ฝึกทั้งภาคปฏิบัติและ การพัฒนาทางด้านความคิดอย่างเป็นระบบ

ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งที่มีความสำคัญอีกประการ คือ การจัดการเรียนการสอน โดยเน้นกระบวนการคิด (Thinking-Based Instruction) กระบวนการคิดเป็นกระบวนการทางสติปัญญา ซึ่งอาศัยสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม การฝึกทักษะการคิด การใช้ลักษณะการคิดแบบต่างๆ รวมทั้งกระบวนการคิดที่หลากหลายจะช่วยให้การคิดอย่างจงใจและมีเป้าหมายของผู้เรียนเป็นไปอย่างมีคุณภาพมากขึ้น (ทศนา เขมมณี. 2553 : 142) การคิดวิจารณ์ (Critical Thinking) เป็นทักษะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking Skill) ที่มีกระบวนการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยหาหลักฐานหรือข้อมูลที่มีเหตุผลน่าเชื่อถือได้มาสนับสนุนยืนยันประกอบการตัดสินใจตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้องสมเหตุสมผล (วิภาดา แสนสอน. 2555 : 5 ; อ้างถึงใน Watson and Glaser. 1964 : 11) สามารถตัดสินใจหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นจริง สิ่งใดเป็นเหตุผล (Hilgard. 1962 : 12) การคิดวิจารณ์เป็นการคิดเชิงเหตุผล ประกอบด้วยประเด็นสำคัญๆ 4 ประการ คือ 1) การคิดที่ใช้เหตุผล 2) การคิดที่มีการไตร่ตรอง ตรวจสอบทั้งของตนเองและของผู้อื่น 3) การคิดที่เน้นการมีสติสัมปชัญญะ และ 4) การคิดที่เป็นการตัดสินใจว่าจะไรควรเชื่อควรปฏิบัติอย่างไร (Ennis and Millman. 1985 : 1) บุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะต้องมีความสนใจใฝ่รู้ ต้องการหาคำตอบใหม่ๆ ตอบคำถามได้ตรงประเด็น ตรวจสอบข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล ข้อสันนิษฐาน ความเห็นต่างๆ และหาข้อพิสูจน์ (คันสนีย์ จัทรคุปต์ และ อุษา ชูชาติ. 2544 : 39 ; อ้างถึงใน Ferrett. 1997 : unpagged) รู้จักใช้มุมมองต่างๆ กันในการตีความเพื่อให้เข้าใจได้ง่าขึ้น ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เคารพต่อเหตุผล ยอมเปลี่ยนจุดยืนเมื่อมีเหตุผลที่ดีกว่า แยกแยะ หาข้อสรุป หรือข้อตัดสินใจที่ตั้งอยู่บนหลักความจริงที่เชื่อถือได้ มีความแม่นยำ สามารถถกเถียงอย่างสร้างสรรค์ (นันทวัน คำสिया. 2551 : 41 ; อ้างถึงใน Beyer. 1985 : 270-276) การคิดและการสอนการคิดจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษาเพื่อให้ได้คุณภาพสูง การพัฒนาผู้เรียนให้เติบโตอย่างมีคุณภาพในทุกๆ ด้านทั้งทางด้านสติปัญญา คุณธรรม และการเป็นพลเมืองที่ดีของประเทศ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดได้ชัดเจน ถูกต้อง ตรงประเด็น ลึกซึ้ง กว้างไกลและมีเหตุผล พัฒนาตนเองให้เป็นคนพากเพียรรับผิดชอบ มีวินัย ถ่อมตน เข้าใจผู้อื่น ตลอดจนเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต และอยู่ในโลกที่มีความเปลี่ยนแปลงอย่างมีความสุข

ปัญหาที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ ผลการจัดการเรียนการสอนยังไม่เป็นที่น่าพอใจ เห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนบรบือ มีคะแนนเฉลี่ยระดับชาติร้อยละ 30.48 ระดับเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.60 และในระดับจังหวัด มีคะแนนเฉลี่ย 28.68 และระดับโรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 27.05 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). 2556) อีกทั้งในการประเมินคุณภาพภายนอกจากสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) ผลการประเมินคุณภาพภาพรวมทั้งประเทศ พบว่า ด้านผู้เรียนไม่ได้มาตรฐานในมาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจักษ์ญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ มาตรฐานที่ 5 ผู้เรียนมีความรู้ และทักษะที่จะเป็นตามหลักสูตร และมาตรฐานที่ 6 ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รักการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). 2556) จากการวิเคราะห์มีสาเหตุหลายประการ ได้แก่ การสอนตามแบบของ สสวท. ยังขาดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดขั้นสูง รูปแบบการสอนของครู กล่าวคือ ครูส่วนใหญ่ยังเป็นศูนย์กลางถ่ายทอดความรู้ มุ่งเน้นการสอนเนื้อหาและให้จดจำทฤษฎีและหลักการ เพื่อใช้สอบเข้าศึกษาต่อ ทำให้ขาดการฝึกฝนทักษะการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขาดการเชื่อมโยงเนื้อหากับชีวิตจริงและแหล่งเรียนรู้ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนเมื่อหน่ายต่อการเรียน ขาดความกระตือรือร้น ขาดความใฝ่รู้ ไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ครูผู้สอนควรปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการสอน โดยเน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดวางแผน เน้นการปฏิบัติจริง ลดการท่องจำเพื่อพัฒนาความสามารถอย่างเต็มตามศักยภาพ

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจึงได้ศึกษาค้นคว้ารูปแบบในการจัดการเรียนการสอนที่น่าสนใจคือ การสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทดลองด้วยตนเอง วิธีสอนจะเน้นให้นักเรียนรู้จักคิดค้นด้วยตนเอง รู้จักนำเอาวิธีทางวิทยาศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการค้นคว้าหาความรู้เพื่อพัฒนาให้นักเรียนให้เกิดความรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) โดยครูเป็นผู้ดูแลให้คำปรึกษาควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอนทั้งในด้านความรู้หรือความจริง ด้านความสามารถหรือความงาม ด้านการแสดงออกหรือความดี (ณัฐพงษ์ เจริญทิพย์. 2542 : 19) การสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) หรือ วัฏจักร

การสืบเสาะ (Inquiry Cycle) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนแบบสืบสอบ ซึ่งมี 5 ขั้น ดังนี้
 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement), ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration), ขั้นอธิบายและ
 ลงข้อสรุป (Explanation), ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) (Bybee
 and others. 1991) กระบวนการเรียนรู้ที่บูรณาการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาการเรียนวิทยาศาสตร์
 กับการพัฒนากระบวนการคิด (พัชรินทร์ พรหนองแสน. 2557 : 4) นอกจากนี้ยังเป็นการเรียน
 แบบร่วมมือ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนแบบร่วมมือ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้หาคำตอบอย่าง
 อิสระ มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ระดมพลังสมอง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ใช้ความคิดร่วมกัน
 มากที่สุด ผู้เรียน ได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันในทางที่จะช่วยให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย วิธีการนี้
 จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำหน้าที่ของตนเองอย่างเต็มที่และยังสามารถสอนกันและกันได้ จาก
 ผลงานวิจัยหลายๆ ท่าน ยกตัวอย่างเช่น ผลงานของ (ประนอม วุฒิพันธุ์. 2550 : 30) พบว่า
 นักเรียนเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี
 จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาและปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนา
 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง สมบัติทางเคมีของ
 โปรตีนจากรังไหม โดยนำทฤษฎีและหลักการ เนื้อหาวิชาเคมีมาบูรณาการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
 ของนักเรียน ซึ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ มีทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 เพิ่มสูงขึ้น มีความคิดวิจารณ์ญาณและมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับ
 การรู้จักนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพและ
 เป็นบุคคลที่มีความรู้ความสามารถได้อย่างมีคุณภาพใน โลกศตวรรษที่ 21 ทั้งนี้เพื่อนำ
 ผลการวิจัยที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีและนำไป
 ปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มี
 ประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโดยรวม

และจำแนกตามผลการเรียนเคมี โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหม

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณหลังเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหมของนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีต่างกัน

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนโดยรวมและจำแนกตามผลการเรียนวิชาเคมี ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณ์ญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกัน ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 132 คน จาก 3 ห้องเรียน ซึ่งจัดกลุ่มนักเรียนตามเกณฑ์คะแนนความสามารถตามผลการเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 43 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่มโดยการจับสลาก (Cluster Random Sampling)

3. ตัวแปร

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากงาใหม่

3.1.2 ผลการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียน

- 1) นักเรียนที่มีผลการเรียนสูง (กลุ่มสูง)
- 2) นักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ (กลุ่มต่ำ)

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.2.3 การคิดวิจารณ์ญาณ

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โดยใช้ระยะเวลาการทดลองรวม 12 ชั่วโมง

5. เนื้อหา

ใช้เนื้อหาวิชาในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง โปรตีน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการทดลองที่สร้างขึ้น เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากงาใหม่ จำนวน 5 บทปฏิบัติการ เป็นปฏิบัติการแบบสืบเสาะ (Investigative Laboratory) โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E Learning Cycle) ซึ่งมีโครงสร้างแบบปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ตามที่ครูกำหนดไว้ให้ (Teacher-Structured Laboratory) ประกอบด้วย ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการ (แนวคิดหลัก แนวคิดรอง สถานการณ์ปัญหา สารเคมีและอุปกรณ์ วิธีทดลอง บันทึกผลการทดลอง) พร้อมทั้งให้นักเรียนตอบคำถามที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ หรือความสามารถทั้งหมดที่สามารถวัดออกมาเป็นคะแนน หลังจากได้รับการกิจกรรมการเรียนการสอน อันจะส่งผลให้ทราบว่านักเรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังได้หรือไม่ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3. วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น หมายถึง กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ แบบวัฏจักร ประกอบด้วย 5 ชั้น ดังนี้ 1) ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ชั้นประเมิน (Evaluation) โดยมีคำถามส่งเสริมการคิดในชั้นขยายความรู้

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ทักษะทางปัญญา ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ มโนคติ และหลักการต่างๆ ที่จะใช้เป็นข้อวินิจฉัยแบบอุปนัยได้ถูกต้องเที่ยงตรง ซึ่งต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ 1) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การกำหนดและควบคุมตัวแปร 4) การทดลอง และ 5) การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

5. การคิดวิจารณ์ญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูล สถานการณ์ที่ปรากฏ ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของตนเอง ในการตัดสินใจ เพื่อสรุปเป็นข้อยุติที่สมเหตุสมผล ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบความสามารถด้านการคิดวิจารณ์ญาณ โดยอิงรูปแบบลักษณะแบบทดสอบจาก Cornell Critical Thinking Test, Level x ซึ่งพัฒนาโดย Ennis และ Millman. (1985) ประกอบด้วย 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต 2) ด้านความสามารถในการนิรนัย 3) ด้านความสามารถในการอุปนัย และ 4) ด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

6. ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ชื่นชม มีความสุขของบุคคลที่มีต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากงัวไหม

7. ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของ โปรตีนจากงัวไหม ซึ่งคำนวณจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และคะแนนเต็มของการทดสอบ

8. ผลการเรียนรู้วิชาเคมี หมายถึง คะแนนสอบปลายภาคของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ได้ปรับให้อยู่ในรูปแบบ T - score แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีสูง ได้คะแนน T - score เท่ากับ 50 คะแนนขึ้นไป และกลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีต่ำ ได้คะแนน T - score น้อยกว่า 50 คะแนน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังใหม่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพ
2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณ์ญาณ เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
4. เป็นแนวทางสำหรับครูหรือนักวิชาการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. วงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle)
3. การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. การคิดวิจารณ์ (Critical Thinking)
7. ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
8. โปรตีนจากกุ้ง
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2545 : 1-2) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบัน และอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่างๆ ที่คนได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้เกิดการศึกษา ค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge based Society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจ โลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมี เหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพ ชีวิตที่ดีแต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญ อย่างยิ่งคือความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขัน กับนานาประเทศ และดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

1. ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2545 : 2) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายาม ของมนุษย์ ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific Inquiry) การสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ (Investigation) ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าว มีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็น เวลายาวนาน

ความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงทั้งใน การสนับสนุนหรือโต้แย้ง เมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดิม เดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการ หรือแนวคิด ที่แตกต่างกันความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถ มีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของ บุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์ วิจัย มีผลให้เกิด ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีหยุดยั้ง และส่งผลต่อคนในสังคมการศึกษา ค้นคว้าและการ ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายในขอบเขตคุณธรรม จริยธรรมเป็นที่ยอมรับของสังคม

ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยี เป็นกระบวนการในงานต่างๆ หรือกระบวนการพัฒนา ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยความรู้ วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่นๆ ทักษะ ประสบการณ์ จินตนาการ และความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการ และ แก้ปัญหาของมวลมนุษย์ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากรกระบวนการและระบบการจัดการ จึงต้องใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

กรมวิชาการ (2545 : 3-4) ได้กล่าวถึงวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดดังนี้ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาและสร้างความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้ และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนทุกคนได้รับการกระตุ้น ส่งเสริมให้สนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับ โลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่น และมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ เพื่อรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสาร คำถาม คำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับ โลกธรรมชาติที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำทาบกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริงก็จะเข้าใจ และเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นและชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียน มีความสนใจมุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน

การจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เป็นการเรียนรู้เพื่อเข้าใจ ชาบซึ้งและเห็นความสำคัญของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของโลก สิ่งแวดล้อม ตลอดจนใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนรู้และสื่อสาร ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจสามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งหมดแบบองค์รวม สร้างความรู้เป็นของตนเองเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์สิ่งต่างๆ โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ จินตนาการและศาสตร์อื่นๆ ร่วมด้วย สามารถตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

2. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์ และ

กระบวนการ สารที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สารหลัก ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 1)

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 : พลังงาน

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานและ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการ

สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากร ธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลกความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผู้เรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 4 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการและ จิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้ (กรมวิชาการ. 2545 : 8)

1. เข้าใจกระบวนการทำงานของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การแปรผัน มีวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ
3. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลทางเทคโนโลยีชีวภาพต่อคน สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดและจำนวนอนุภาคที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอมของธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมี การเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจชนิด สมบัติ และปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์ และของสารชีวโมเลกุล

7. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

8. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

9. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยี อวกาศ

10. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

11. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

12. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ หรือสร้างแบบจำลองจากผล หรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

13. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

14. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

15. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

16. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพแสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

17. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

18. แสดงถึงความพอใจ ซาบซึ้งในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหา
ได้

19. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง
และเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมี
คุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อมและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

1. ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2540 : 13) กล่าวว่า วัฏจักร
การเรียนรู้เป็นการเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้และการเรียนจากกลุ่ม จัดเป็น
กระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักร (Learning Cycle)
หรือการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning)

กรมวิชาการ (2544 : 80) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง การนำความรู้หรือ
แบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือ
ข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้
เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ

Heiss และคณะ (1954 : 84) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนการ
เรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นวัฏจักร โดยมีขั้นตอนดำเนินการตามวิธีแก้ปัญหาที่บุคคลใช้ในการทำงาน

Renner และ Stafford (1979 : 19) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบการ
ทำงานที่บุคคลใช้เพื่อดำเนินการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งบุคคลจะใช้กระบวนการสังเกต การ
วัด การตีความหมาย ข้อมูล การทดลอง การทำนายผล และสร้างรูปแบบทางวิทยาศาสตร์เพื่อ
ทำงานดังกล่าว

Lawson (1995 : 424) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของ
กระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีสืบเสาะหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในการ
ค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตัวเอง โดยมีพื้นฐานมาจาก
แนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ซึ่งไม่เน้นการสอนสอบแบบบรรยาย หรือบอก
เล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบเนื้อหาวิชาต่างๆ จากครู หากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียน

เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อว่านักเรียนมีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว

กล่าวโดยสรุป วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไปเรื่อยๆ แบบวัฏจักร

2. รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle Model)

วัฏจักรการเรียนรู้เป็นการเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยระยะแรกพัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ในเรื่องการปรับขยายโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Assimilation) การปรับเปลี่ยนโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Accommodation) และการจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Organization) (ไพทอร์ย์ สุขศรีงาม. 2545 ; อ้างถึงใน Reilly and Lewis. 1983 : 60) ซึ่งมีอยู่ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นสำรวจ (Exploration) และขั้นการอธิบาย (Explanation) ซึ่งต่อมา โรเบิร์ต คาร์พลัส และคณะ ได้นำเสนอยุทธวิธีนี้เพื่อปรับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และพัฒนาทักษะกระบวนการเด็ก ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study : SCIS) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน (Renner and Marek. 1990 : 241-246) คือ ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept Introduction) และการนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept Application) ต่อมาได้มีกลุ่มนักการศึกษาได้นำวิธีนี้มาใช้ และมีการพัฒนาวิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้นตอน (Barman and Kotar. 1989 : 28-31) ได้แก่ การสำรวจ (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความคิด (Expansion) และการประเมินผล (Evaluation) และในปี ค.ศ. 1992 นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้แบบวัฏจักรออกเป็น 5 ขั้นตอน (Bybee and others. 1989) ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้มีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้น
2. การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แนวคิดที่มีอยู่แล้ว มาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการ

ทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจจะประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การขยายความรู้ (Expansion) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเอง เพื่อลงข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ และความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

ในปี พ.ศ. 2546 สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เผยแพร่การจัดการเรียน การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมิน (Evaluation) และเพื่อให้จดจำง่าย จึงเรียกว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้งนี้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้คำถาม 4 ประเภท เพื่อส่งเสริมการคิดขั้นสูง ซึ่งอยู่ในขั้นขยายความรู้ ประกอบด้วย

1. คำถามส่งเสริมการคิด
2. คำถามเกี่ยวข้องกับเนื้อหาส่งเสริมการให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
3. คำถามเกี่ยวข้องกับเนื้อหาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
4. คำถามเกี่ยวข้องกับเนื้อหาอาชีพ

3. ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นวิธีหนึ่งที่มีมุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้

ด้วยตัวเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สรุปได้ดังนี้

Sund และ Trowbridge (1973 : 62-63) ได้สรุปลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการสร้างมโนคติโดยตัวผู้เรียน
3. ระดับความคาดหวังของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นหลังจากที่ได้ประสบผลสำเร็จ

ในการเสาะหาความรู้ในระดับหนึ่ง

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่างๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิชาการ ทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัยความเป็นอิสระและให้นักเรียนมีโอกาสคิด

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้ระดับวาจาหรือการบรรยาย แต่เน้นการทดลองเพื่อให้นักเรียนค้นพบตัวเอง

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียน

พิมพันซ์ เดชะคุปต์ (2545 : 56) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

สุวัฒน์ นิยมคำ (2551 : 119) กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ว่าเป็น การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยรู้จักมาก่อน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา โดยแสวงหาความรู้ ค้นพบ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีครูเป็นผู้จัดกิจกรรมและตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

4. ประเภทของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาท

ของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ (พิมพันธ์ เตชะคุปต์. 2544 : 58-59 อ้างถึงใน Carin and Sund, 1980) ดังนี้

4.1 วิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์หรือเครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งเรียกว่าเป็นวิธีการสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป (Structured Laboratory)

4.2 วิธีที่ครูเป็นผู้วางแผนให้ (Guided Inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาคด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งอาจเรียกวิธีนี้ว่าวิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory)

4.3 วิธีที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (Free Inquiry) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง เก็บข้อมูลดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล ตลอดจนสรุปผล ด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาหาความรู้ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาคด้วยตัวเอง

5. บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องมีคุณสมบัติและปฏิบัติหน้าที่ในแต่ละขั้นตอนครูต้องแสดงบทบาทของตนเอง ดังแสดงในตารางที่ 1 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2550)

ตารางที่ 1 บทบาทครูในกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E	ไม่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E
1. การสร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด - ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือแนวคิดหรือเนื้อหา 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายแนวคิด - ให้คำจำกัดความและคำตอบ - สรุปประเด็นให้ - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บรรยาย

ขั้นตอนการจัดการเรียน การสอน	สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ 5E	ไม่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ 5E
2. การสำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน - ให้อาจารย์นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - เตรียมคำตอบไว้ให้ - บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา - จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา - นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน
3. การอธิบายและลง ข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนต่างๆ ในแผนภาพ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิด 	<ul style="list-style-type: none"> - ยอมรับคำอธิบายโดยมีหลักฐานหรือมีเหตุผลประกอบ - ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน - แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะ
4. การขยายความรู้	<ul style="list-style-type: none"> - คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอก - ส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพคำจำกัดความและ 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้คำตอบที่ชัดเจน - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก - ใช้เวลามากในการบรรยาย

ขั้นตอนการจัดการเรียน การสอน	สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ SE	ไม่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ SE
	<p>อธิบายสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว</p> <ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอธิบายอย่างมีความหมาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือ ได้แนวคิดอะไร 	<ul style="list-style-type: none"> - นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน - อธิบายวิธีแก้ปัญหา
5. การประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด 	<ul style="list-style-type: none"> - ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดใหม่ - ทำให้คลุ้มเครือ - ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะ

การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คำว่า “บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์” ตามความหมายในพจนานุกรมไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542 ยังไม่ได้บัญญัติคำนี้ไว้ แต่ได้ให้ความหมายของคำว่า “ปฏิบัติการ” ซึ่งหมายถึง การทดลอง พิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎี นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายในลักษณะที่เป็นการสอนวิธีหนึ่งที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

วิมล สำราญวานิช (2532 : 79-80) ได้ให้ความหมายการสอนแบบปฏิบัติการหรือการทดลอง (Laboratory Method) ว่าการทดลอง หมายถึง การที่นักเรียนได้ทำงานได้ปฏิบัติ และเรียนรู้จากการทดลองด้วยตนเองภายใต้การแนะนำของครูซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกันขณะปฏิบัติการทดลอง ได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ รู้จักรับผิดชอบงานร่วมกัน

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 68) ได้ให้ความหมายการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (Laboratory) คือ การสอนที่ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยทำการทดลองปฏิบัติการฝึกการใช้ทฤษฎีโดยผ่านการทดลอง

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 167-168) ได้ให้ความหมายการสอนแบบทดลอง (Experimental Method) ว่าเป็นการสอนเพื่อจัดประสบการณ์ในการทดลองและการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนให้มีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อเท็จจริง กฎ หลักการหรือทฤษฎีได้ถูกต้อง เป็นการทดลองเพื่อทดสอบหรือยืนยันสิ่งที่ทราบคำตอบแล้วและเป็นการปฏิบัติการเพื่อแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นการเน้นการหาแนวทางในการแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองโดยใช้การทดลองเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543 : 87-88) ได้ให้ความหมายวิธีสอนแบบทดลอง (Experimental Approach) ว่าวิธีสอนแบบทดลองเป็นเทคนิควิธีสอนแบบหนึ่งของวิธีสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นการพิสูจน์หรือหาคำตอบที่นักเรียนสงสัย หรือคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานแล้ววางแผนการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

พรทิพย์ วงษ์นาป่า (2548 : 48) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการได้ทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำ พร้อมทั้งมุ่งให้นักเรียนมีความสามารถทางด้าน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทดลอง การนำความรู้ และความสามารถที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมหรือท้องถิ่นของตนเองได้

สันติ พันธุ์ชัย (2553 : 47) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่าชุดการทดลองหรือชุดปฏิบัติการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำการทดลองด้วยตนเอง เป็นผู้วางแผนการทดลอง เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ ดำเนินการทดลอง การสังเกต บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ผล แปลผลและสรุปผลด้วยตนเองช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบหรือยืนยันสิ่งที่ทราบคำตอบแล้วและแสวงหาความรู้ใหม่ภายใต้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดของครูผู้สอน

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำการทดลอง และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองภายใต้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดจากครูผู้สอน

2. จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

Hofstein และ Lunetta (1982: 203) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจความคิดแบบวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจในกิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น ทักษะการสืบสอบ ความพึงพอใจ เจตคติ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ ได้
3. เพื่อช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เกิดความรู้สึกรักชอบซึ่ง และเลียนแบบบทบาทของนักวิทยาศาสตร์
4. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีและแบบจำลองรวมทั้งเข้าใจต่อความมีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และความสามารถทางสติปัญญา
6. เพื่อพัฒนาความสามารถทางการปฏิบัติการ

ชลิดา พันธุ์ออน (2545 : 41) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า เพื่อส่งเสริมพัฒนาและช่วยเหลือให้นักเรียนมีทั้งความรู้ ความคิดเข้าใจธรรมชาติของโลกวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการและเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

อัมพร กรุดวงษ์ (2548 : 52) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า เพื่อมุ่งพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ปลูกฝังให้เกิดความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น มีความเข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีและความ มีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และให้นักเรียนสามารถนำทักษะไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ ในชีวิตประจำวัน ได้

วารีย์ บุญลือ (2550 : 15) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีพัฒนาการทั้งด้านความรู้ความคิด โดยใช้การสืบสวนสอบสวน ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ปลูกฝังลักษณะนิสัยทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการปฏิบัติการ มีทักษะปฏิบัติ ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์

สันติ พันธุ์ชัย (2553 : 47) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า เพื่อมุ่งพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎี อยากรู้อยากเห็น มีความพึงพอใจและสามารถนำทักษะต่างๆ ไปใช้แก้ปัญหาได้

สรุปได้ว่า การเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำการทดลอง พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

3. รูปแบบการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ถือเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้น จึงมีแนวคิดต่างๆ ที่อธิบายไว้อย่างมากมาย ดังเช่น Carin และ Sund (พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2545 : 69-73 ; อ้างถึงใน Carin and Sund. 1980) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครูและผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. วิธีให้ผู้เรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง เป็นวิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาวางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุเรียบร้อย ผู้เรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งเรียกว่าเป็นวิธีสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป (Structured Laboratory) ลำดับขั้นตอนการสอนของวิธีนี้ คือ

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง อาจจะเป็นการตั้งสมมติฐาน ครูอธิบายหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง ว่ามีวิธีการอย่างไร จึงจะไม่เกิดอันตรายและมีข้อควรระวังในการทดลองแต่ละครั้งอย่างไรบ้าง

ขั้นทำการทดลอง ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการทดลองเองพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นของการนำเสนอข้อมูล และสรุปผลการทดลอง ในตอนนี้ครูต้องนำการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อนำผู้เรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

2. วิธีที่ครูเป็นผู้วางแผนให้ (Guide Inquiry) เป็นวิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่ให้ผู้เรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งอาจเรียกวิธีนี้ว่า วิธีสอนแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) ลำดับขั้นตอนของการสอนวิธีนี้คือ

2.1 สร้างสถานการณ์หรือปัญหา ซึ่งอาจทำโดยใช้คำถาม ใช้สถานการณ์จริง โดยการสาธิตเพื่อเสนอปัญหา ใช้ภาพปริศนา หรือภาพยนตร์เพื่อเสนอปัญหา

2.2 ผู้เรียนวางแผนแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้แนะแนวทาง ระบุแหล่งความรู้

2.3 ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

2.4 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมในการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์

3. วิธีที่ผู้เรียนเป็นผู้วางแผนเอง (Free Inquiry) เป็นวิธีการที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง ตลอดจนสรุปผลด้วยตัวผู้เรียนเอง วิธีนี้ผู้เรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น ซึ่งอาจเรียกว่า วิธีสืบสอบแบบอิสระ วิธีนี้ครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาด้วยตนเองได้ ยกตัวอย่างปัญหาที่ครูใช้ถามผู้เรียน เช่น

3.1 ถ้าผู้เรียนเป็นครูและกำลังสนใจเลือกหาหัวข้อที่จะศึกษาในภาคเรียนนี้ ผู้เรียนคิดว่าจะศึกษาเรื่องอะไร

3.2 ปัญหาสำคัญของชุมชนเราที่ผู้เรียนสนใจศึกษามีอะไรบ้าง

3.3 เมื่อผู้เรียนประสบปัญหาในชุมชนของเรา เช่น ปัญหามลพิษ ผู้เรียนต้องการอภิปรายเกี่ยวกับอะไร ลองเล่าให้เพื่อนฟังบ้าง

3.4 ผู้เรียนที่ได้เรียนเรื่องของเกลือ แสง ความร้อน รั้งสี พฤติกรรมของสัตว์ มาแล้ว มีปัญหาใดเกี่ยวกับเรื่องเหล่านี้ที่ผู้เรียนสนใจจะศึกษา อาจศึกษาเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้

ประมวล สิริพันธ์แก้ว (2546 : 2-3) ได้แบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 รูปแบบ

1. การสืบเสาะหาความรู้ตามที่มีผู้กำหนดไว้ให้ (Structured Inquiry) ผู้เรียนทำตามวิธีการทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาคำตอบของคำถาม หรือประเด็นที่ถูกกำหนดไว้แล้ว การสืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้เหมาะสำหรับฝึกประสบการณ์ และทักษะ การสืบเสาะหาความรู้ก่อนที่จะก้าวไปสู่การดำเนินการด้วยตนเองมากขึ้น

2. การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อแนะนำให้ (Guided Inquiry) ผู้เรียนสามารถคิดแปลงข้อแนะนำในการดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามที่เห็นสมควร และเหมาะสมกับสถานการณ์ แต่ก็มีการกำหนดคำถามหรือหัวข้อเรื่องในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ให้ มีงานวิจัยสนับสนุนมากมายในสหรัฐอเมริกาว่า การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อแนะนำไว้ให้ส่งผลให้ประสบความสำเร็จสูงกว่าในการเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ และเป็นบันไดขั้นสำคัญที่นำไปให้นักเรียนก้าวไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไป

3. การสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ (Independent Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นจากผู้เรียนทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผนดำเนินการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมาย และลงข้อสรุป ตัวอย่างของการสืบเสาะหาความรู้แบบอิสระรูปแบบหนึ่ง ก็คือการส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์นั่นเอง การจัดให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระที่มีประสิทธิภาพควรให้นักเรียนได้ผ่านการสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อแนะนำไว้ให้ก่อน เพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียน

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545 : 137) และ (กุศลสิน มุสิกกุล. 2550 : 36) ได้แบ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท

1. ครูเป็นผู้ถามนำ (Passive Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยครู หรือตามหนังสือเรียน (Guided Inquiry) เป็นวิธีที่นักเรียนเป็นฝ่ายตอบคำถามส่วนใหญ่ แต่ครูก็จะพยายามกระตุ้นเตือนให้นักเรียนได้ตั้งคำถามอยู่เสมอ การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสำหรับการเริ่มการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นครั้งแรก

2. ครูและนักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Combined Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยครูหรือนักเรียน (Challenged Inquiry) เป็นวิธีที่ใช้ในโอกาสนักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการถามของ

ครูมากขึ้น ซึ่งข้อควรระวังในการส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถาม คือ ให้นักเรียนคิดก่อนการถาม ครูและหลักสำคัญคือครูพยายามไม่ให้คำตอบแต่จะส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

3. นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม (Active Inquiry) หรือกำหนดปัญหาโดยนักเรียน (Opened Inquiry) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ถามคำถามส่วนใหญ่ โดยที่ครูเป็นผู้แนะแนวหรือเน้นจุดสำคัญที่นักเรียนมองข้าม ซึ่งวิธีนี้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้คำถามแล้วนักเรียนจึงสามารถตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

นอกจากนี้ สสวท. (2552) ยังสามารถแบ่งการสืบเสาะหาความรู้ (Level of Inquiry) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกต้องค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนค้นพบ และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

ชลิตา พันธุ์อ่อน (2545 : 44) ได้สรุปรูปแบบการจัดการกิจกรรมการทดลองมี 2 แบบ ซึ่งมีความแตกต่างกัน คือ การทดลองแบบสำเร็จรูป จะกำหนดวิธีการปฏิบัติการทดลองมาให้ และนักเรียนทำตามคำสั่งที่กำหนดในคู่มือการทดลอง ส่วนการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางนั้นจะไม่กำหนดวิธีการปฏิบัติการทดลอง ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนและกำหนดวิธีการเอง

ซึ่งในประเทศไทยการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มักจัดเป็นการทดลองแบบสำเร็จรูป
สรุปได้ว่า การปฏิบัติการทดลองแบบสำเร็จรูป นักเรียนจะได้รับคำแนะนำหรือบอก
ให้ทราบตามคำสั่งที่ครูกำหนดขึ้น ส่วนการทดลองแบบไม่มีกำหนดแนวทาง นักเรียนจะมี
อิสระที่จะศึกษาด้วยตนเอง วางแผนและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง รูปแบบการจัด
กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน แต่ก็มีความสัมพันธ์กันซึ่งส่งผลต่อ
การเรียนรู้ของนักเรียนทั้งในด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ ดังนั้น ครูควรฝึกนักเรียน โดยเริ่ม
จากการทดลองแบบสำเร็จรูปก่อน เพื่อเป็นการฝึกทักษะปฏิบัติการให้กับนักเรียนจนนักเรียน
สามารถคิดสืบสอบและวางแผนการทดลองจนสามารถแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ด้วย
ตนเองได้ หลังจากนั้น จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางให้นักเรียน

4. หน้าที่และบทบาทของครูในการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

อัมพร กรุดวงษ์ (2548 : 55) ได้กล่าวถึงหน้าที่และบทบาทของครูในการสอน
แบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า ครูจะต้องทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น เป็นการ
แนะนำเพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไป คอยดูแลให้คำแนะนำต่างๆ อย่างใกล้ชิด
คอยเตือนเพื่อความปลอดภัย ให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทดลองและเสนอแนะให้
นักเรียนไปศึกษาความรู้เพิ่มเติมในเรื่องเหล่านั้นจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ ได้ด้วยตนเอง

วริทธิ์ บุญลือ (2550 : 17 อ้างถึงใน Hoff. 1950 : 173-175) ได้กล่าวถึงหน้าที่และ
บทบาทของครูในการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า ครูเป็นผู้คอยดูแลช่วยเหลือนักเรียน
เมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ ครูควรอยู่ในห้องที่นักเรียนทำการทดลองตลอดเวลา และ
ควรยืนอยู่ในตำแหน่งที่นักเรียนทุกคนสามารถมองเห็น ได้ทั่วถึง

สันติ พันธุ์ชัย (2553 : 50) ได้สรุปว่า หน้าที่และบทบาทของครูในการสอน
ปฏิบัติการ จะต้องทำหน้าที่ดูแลให้คำแนะนำนักเรียนตั้งแต่ก่อนการทดลองระหว่างทดลอง
ตลอดจนการอภิปรายผลการทดลองเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีความ
ระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย ดูแลให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ รวมทั้งสรุป
ความรู้ที่ได้จากการทดลองเป็นกฎ ทฤษฎี หรือ หลักการต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้
และนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ ตลอดจนค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องเหล่านั้นจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ ได้
ด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า หน้าที่และบทบาทของครูในการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า ครู
ทำหน้าที่ให้คำแนะนำ คอยกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเรียนรู้อีกเพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วย
ตนเองโดยวิธีการทดลอง ซึ่งครูจะต้องสนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาไม่ปล่อยให้เด็กนักเรียนทำการ

ทดลองลำพัง เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้สรุปเป็นองค์ความรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ถูกต้อง

5. ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ

ภพ เลาหไพบุลย์. (2542 : 170-171, บุญชม ศรีสะอาด. 2541: 69, สุเทพ อุสาหะ. 2526 : 68 และ วิมล สาราญวานี, 2532: 85-86) สรุปประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ ดังนี้

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง และมีโอกาสฝึกทักษะในการทดลองและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้าน โดยตรงและอาจศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติจากสิ่งที่สามารถเรียนด้วยตนเองได้
3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง โดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์หาเหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง
4. นักเรียนเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและมีทักษะมากขึ้น
5. นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน
6. การจัดการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการอาจดำเนินการ โดยผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็กๆ ได้ เป็นการฝึกการทำงานร่วมกันแบบประชาธิปไตย
7. เป็นการเตรียมนักเรียนแต่ละคนให้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา รวมทั้งเป็นการฝึกการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ
8. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างองค์ความรู้จากการทดลองสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเอง ฝึกทักษะในการทดลองพร้อมทั้งใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์หาเหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ได้รับประสบการณ์ตรงและได้เกิดองค์ความรู้ที่ถาวร

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 : 29-32) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นคุณลักษณะ รวมถึงความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ที่บุคคลได้รับทำให้บุคคลเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมองหลังจากเรียนรู้เรื่องนั้นๆ แล้วผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาเรียนมากขึ้นเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้นๆ เพียงใด

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 150) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลการเรียนที่ได้จากการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542 : 295) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า คือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใด ได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้และเป็นผลให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2546 : 122) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ในเนื้อหาและจุดประสงค์ในรายวิชาต่างๆ ที่เรียนในโรงเรียนและสถาบันทางการศึกษาต่างๆ เป็นเครื่องมือหลักของการวัดผล

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 73) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่างๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน เช่น เปรียบเทียบคุณภาพของนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ทั่วประเทศ (แบบทดสอบมาตรฐานระดับชาติ) หรือกับนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ทั่วจังหวัด (แบบทดสอบมาตรฐานระดับจังหวัด) เป็นต้น

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher-Made Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วไปในโรงเรียน ซึ่งนิยมใช้กันมีอยู่ 6 ประเภท ดังนี้

2.1 แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2.2 แบบทดสอบแบบกาถูก-ผิด (True-False Test) เป็นแบบทดสอบแบบเลือก ตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

2.3 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้เพื่อให้มีความสมบูรณ์และถูกต้อง

2.4 แบบทดสอบแบบตอบสั้นๆ (Short-Answer Test) แบบทดสอบประเภทนี้คล้ายกับแบบทดสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันตรงที่แบบทดสอบแบบตอบสั้นๆ เขียนเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายเหมือนกับแบบทดสอบความเรียงหรืออัตนัย

2.5 แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวขึ้น) จะจับคู่คำ หรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

2.6 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test) แบบทดสอบแบบเลือก ตอบโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม กับตัวเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่ถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดจากตัวลวงอื่นๆ และคำตอบแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผินๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีนำหน้าถูกมากกว่าน้อยต่างกัน

ดังนั้น การที่ครูผู้สอนจะเลือกออกข้อสอบประเภทใดนั้นต้องพิจารณาข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัด ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ในการเรียนรู้ ในการวิจัย ในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบตัวเลือก (Multiple Choice)

3. กรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2551: 128-152) กล่าวว่า ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลนั้น นิยมสร้างโดยยึดตามการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษา ด้านพุทธิพิสัยของบลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะ ที่จำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษา ด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ด้าน และแต่ละด้านได้แบ่งเป็นพฤติกรรมย่อยๆ รวมทั้งหมด 21 พฤติกรรม ได้แก่

1. พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ (Knowledge)

ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถของสมองที่เก็บสะสมเรื่องราวต่างๆ หรือประสบการณ์ทั้งปวงที่ตนได้รับรู้มา และสามารถระลึกเรื่องราวต่างๆ นั้นออกมาได้ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ความรู้ในเนื้อเรื่อง หมายถึง การถามเกี่ยวกับเรื่องราวหรือเนื้อหาสาระตามท้องเรื่องนั้น แยกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม หมายถึง การถามเกี่ยวกับคำศัพท์ นิยาม คำแปล ความหมาย ชื่อ อักษรย่อ สัญลักษณ์ เครื่องหมาย รูปภาพ

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความเป็นจริง หมายถึง การถามเกี่ยวกับ กฎ สูตร ความจริงตามท้องเรื่อง ขนาด ทิศทาง ปริมาณ เวลา คุณสมบัติ ระยะทาง เปรียบเทียบ คุณโทษ วัตถุประสงค์ สาเหตุ

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ หมายถึง การถามเกี่ยวกับขั้นตอนของกิจกรรม วิธีดำเนินการเรื่องราว วิธีประพฤติปฏิบัติ แยกเป็น 5 ประเภท คือ

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน หมายถึง การถามเกี่ยวกับแบบฟอร์ม ระเบียบ แบบแผน วัฒนธรรม ประเพณี การใช้คำสุภาพ ราชศัพท์ หรือกิจกรรมต่างๆ ที่ตกลงกันในสังคม

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม

ลำดับขั้น หมายถึง การถามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ก่อน-หลัง หรือจัดเรียงลำดับอย่างไร

แนวโน้ม หมายถึง เหตุการณ์หรือเรื่องราวในปัจจุบันที่มักจะเกิดขึ้นบ่อยๆ ถ้า สิ่งใดเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียว หรือมีอย่างเดียวไม่เป็นแนวโน้ม

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท หมายถึง การถามให้จำแนก แจกแจงจัดประเภท หรือถามในรูปปฏิเสธ เช่น ไม่เข้าพวก ไม่เข้ากลุ่ม

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ หมายถึง ข้อกำหนดที่ยึดเป็นหลักแล้วนำไปเปรียบเทียบกับสิ่งต่างๆ โดยปกติทุกสิ่งทุกอย่างต้องมีเกณฑ์ เช่น เกณฑ์ของคนดี เกณฑ์ของคนเก่ง วัตถุประสงค์ที่ดีหรือไม่ดีก็ต้องมีเกณฑ์ในการพิจารณา ลักษณะคำถามที่สำคัญมี 2 ประเด็น คือ ถามเอกลักษณ์ (คุณลักษณะพิเศษเฉพาะตัว) และถามให้เปรียบเทียบโดยวิจารณ์เกณฑ์ของสิ่งเหล่านั้น

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ หมายถึง การถามวิธีปฏิบัติ การทำกิจกรรม ขั้นตอนการทำงาน คำถามมักจะอยู่ในรูปที่ว่า ปฏิบัติอย่างไร ควรทำโดยวิธีใด จึงจะมีประสิทธิภาพ

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง หมายถึง ความสามารถในการค้นหาหลักการหรือหัวใจของเรื่อง เพื่อสร้างเป็นทฤษฎีหรือโครงสร้างของเนื้อเรื่องเหล่านั้น แยกเป็น 2 ประเภท คือ

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย

หลักวิชา หมายถึง หลักการหรือหัวใจของเรื่องที่เกิดจากหลายๆ ความคิดรวบยอดมารวมกัน

ความคิดรวบยอด หมายถึง ลักษณะร่วมของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือของเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เคยเกิดขึ้นหลายๆ ครั้ง หรือมีสิ่งเหล่านั้นหลายๆ อย่าง

ถ้าสิ่งใดเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียว หรือคงสภาพเช่นนั้นตลอดไป ก็ไม่ถือว่าเป็นความคิดรวบยอด เช่น ระบบสุริยะจักรวาลมีดวงอาทิตย์เพียงดวงเดียว ก็เป็นความจริงตามท้องเรื่อง ไม่เป็นความคิดรวบยอด

การขยาย หมายถึง การขยายความต่อออกไปจากสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่รู้มา หรือเป็นการสรุปออกนอกเรื่องนั้นๆ

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง ถามเกี่ยวกับ คติ หลักการของหลายเนื้อหาที่สัมพันธ์กันเป็นพวกเดียวกันและสกุลเดียวกัน เพื่อค้นหาทฤษฎีและโครงสร้างที่เป็นตัวร่วมของบรรดาเนื้อหาเหล่านั้น

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ (Comprehension)

ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความจำไปดัดแปลงปรับปรุง เพื่อให้สามารถจับใจความ หรือเปรียบเทียบ ช่นย่อเรื่องราว ความคิด ข้อเท็จจริงต่างๆ ทั้งยังสามารถอธิบายและเปรียบเทียบสิ่งที่มีลักษณะหรือสภาพคล้ายคลึงเป็นทำนองเดียวกันกับ

ของเดิมได้ บุคคลที่มีความเข้าใจในสิ่งใด จะสามารถแปลความ ตีความ หรือขยายความเกี่ยวกับสิ่งนั้นได้ คำถามที่ใช้วัดความเข้าใจแบ่งออกเป็น 3 ด้าน มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การแปลความ หมายถึง ความสามารถแปลสิ่งซึ่งอยู่ในระดับหนึ่งไปยังอีกระดับหนึ่งได้ ได้แก่ การแปลพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต แปลภาพการ์ตูน หรือแปลข้อความ หรือเปรียบเทียบเปรียบเทียบคำพังเพย สุภาษิต สำนวน โวหาร รวมถึงคำแสลง ถอดความ

2.2 การตีความ หมายถึง การจับใจความสำคัญของเรื่องหรือการเอาเรื่องราวเดิมมาคิดในแง่ใหม่ เป็นการสรุปผลที่เกิดจากหลายๆ การแปลความที่สัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้ความหมายใหม่อีกอย่างหนึ่ง ถ้าแปลความผิดจะตีความผิดไปด้วย

2.3 การขยายความ หมายถึง การคาดคะเนหรือคาดหวังว่าจะมีสิ่งนั้น เหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นในอดีตหรืออนาคต โดยอาศัยแนวโน้มที่ทราบมาเป็นหลัก

3. พฤติกรรมด้านการนำไปใช้ (Application)

การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องราวใดๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันหรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน หรือแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ทำนองนั้นได้ หรือสามารถหาสิ่งของมาแทนสิ่งที่ขาดหายไปหรือตามให้แก้ปัญหา ซึ่งเป็นพฤติกรรมขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจ

4. พฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ (Analysis)

การวิเคราะห์ หมายถึง การแยกแยะพิจารณารายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเรื่องต่างๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด ชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่ร่วมกันได้หรือทำงานได้เพราะใช้หลักการใด ลักษณะของการวิเคราะห์ คือ การใช้วิจารณญาณเพื่อไตร่ตรองนั่นเอง แบ่งออกเป็น 3 ด้าน มีรายละเอียดดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่า ชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใด เหตุการณ์ใด ตอนใด สำคัญที่สุด หรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ สิ่งที่ชอบเร็น การถามนี้มักจะลงท้ายด้วยคำว่า สำคัญที่สุด หรือสำคัญมาก-น้อยที่สุด ซึ่งลักษณะนี้ต้องใช้ความคิด โดยอาศัยเหตุผลเชิงวิชาการหรือถามด้านคุณภาพ

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆ ว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน รวมถึงข้อสอบอุปมาอุปมัย

4.3 การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาสูงขึ้นหรือส่วนปลีกย่อยต่างๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกันไว้ หรือคงสภาพเช่นนั้นไว้เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง จึงถามโครงสร้างหรือหลัก หรือวิธีการที่ยึดถือ

5. พฤติกรรมด้านการสังเคราะห์ (Synthesis)

5.1 การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานเรื่องราว หรือสิ่งต่างๆ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นเรื่องราวใหม่ หรือสิ่งใหม่ที่แปลกไปจากเดิม การสังเคราะห์ตรงข้ามกับการวิเคราะห์ เพราะการวิเคราะห์ คือ การแยกแยะพิจารณารายละเอียดหรือชิ้นส่วนต่างๆ ส่วนการสังเคราะห์ คือ การนำชิ้นส่วนย่อยๆ มาผสมปรุงแต่งขึ้นใหม่ พฤติกรรมด้านการสังเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

5.2 การสังเคราะห์ข้อความ หมายถึง การนำเอาความรู้และประสบการณ์ต่างๆ มาผสมหรือปรุงแต่งขึ้นใหม่ เกิดเป็นข้อความหรือเรื่องราวใหม่ๆ เช่น การเขียนเรียงความ การเขียนตำรา

5.3 การสังเคราะห์แผนงาน เป็นการวัดความสามารถในการเขียนโครงการ แผนปฏิบัติหรือการวางแผนกิจกรรมการงานต่างๆ ว่าจะต้องทำอะไร ต้องเตรียมสิ่งใด มีขั้นตอนการปฏิบัติอย่างไร ต้องเตรียมแก้ไขอุปสรรคต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้อย่างไร

5.4 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การเอาความสำคัญและหลักการต่างๆ มาผสมให้เป็นเรื่องเดียวกัน ทำให้เกิดเป็นความสำเร็จรูปหน่วยใหม่ที่มีความสัมพันธ์แปลกไปจากเดิม รวมไปถึงงานที่ต้องใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการสรุปความด้วย

6. พฤติกรรมด้านการประเมินค่า (Evaluation)

การประเมินค่า หมายถึง การวินิจฉัย ตัดสิน หรือตีราคา เรื่องราว ความคิด เหตุการณ์ต่างๆ โดยการสรุปเป็นคุณค่าว่า ดี-เลว เหมาะสม-ไม่เหมาะสม อย่างมีหลักเกณฑ์ แบ่งออกเป็น 2 ด้าน มีรายละเอียด ดังนี้

6.1 การประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน หมายถึง การประเมินค่าโดยใช้ข้อเท็จจริงต่างๆ ตามท้องเรื่อง หรือตามสถานการณ์นั้นๆ มาเป็นหลักในการพิจารณาตัดสิน

6.2 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก หมายถึง การประเมินค่าโดยใช้เกณฑ์จากสิ่งภายนอกเรื่องราวนั้นๆ เป็นหลักในการพิจารณาตัดสิน

ในการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่ได้หมายความว่าต้องสร้างข้อสอบวัดทุกพฤติกรรม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของเนื้อหา และจุดมุ่งหมายที่จะวัด ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ

(4 ตัวเลือก) จำนวน 40 ข้อ โดยวัดพฤติกรรม 3 ด้านคือ ด้านความรู้-ความจำ, ด้านความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542 : 14) กล่าวว่า นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลองในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนอย่างมีระบบนี้ เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Gagne (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2530 : 5 ; อ้างถึงใน Gagne. 1965 : 10) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ โนมติ หลักการและกฎ ช่วยให้การลงข้อสรุปแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรง เชื่อถือได้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1. กระบวนการอย่างง่ายหรือพื้นฐานซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับกระบวนการที่ซับซ้อน
2. แต่ละกระบวนการเป็นทักษะทางสติปัญญาเฉพาะอย่างที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ทำให้เข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติได้
3. แต่ละกระบวนการเป็นพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่สามารถวินิจฉัยได้ และนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้
4. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถถ่ายโอนไปยังเนื้อหาวิชาที่แตกต่างกันได้ และช่วยให้เกิดความคิดอย่างสมเหตุสมผลในชีวิตประจำวันได้

วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ

นลินี อินดีคำ (2551 : 13) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและ

ฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ ไปใช้ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนอย่างเป็นระบบ ด้วยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและการค้นคว้าหาคำตอบ เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The America Association for Advancement of Science: AAAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) 8 ทักษะ และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated science process skills) 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542)

ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skill) มี 8 ทักษะ คือ

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Using Space/Space Relationship and Space/ Time Relationship)
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communicating)

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skills)

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
4. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretating Data and Making Conclusion)

จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น มี 13 ทักษะ สามารถเสนอรายละเอียดได้ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลที่เป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งเป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชีบงและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือ หลายอย่าง

1.2 การบรรยายสมบัติเชิงประมาณของวัตถุ โดยการกะประมาณ

1.3 การบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือ ได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัด ได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัด ความยาว ความกว้าง ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆ ได้ถูกต้อง ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือ หาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 การนับ ได้แก่

3.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

3.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่

3.2.1 บอกวิธีคำนวณได้

3.2.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3.2.3 แสดงวิธีการคิดคำนวณได้

3.3 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

3.3.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

3.3.2 หาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกต่างๆ จากเกณฑ์ของตนเองให้ได้

4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Using Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 ชีบรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.3 บอกชื่อของรูป และรูปทรงทางเรขาคณิตได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ เช่น ระบुरुบ 3 มิติที่เห็น

เนื่องจากการหมุนรูปของรูป 2 มิติ ได้แก่

5.4.1 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ)

5.4.2 เมื่อเห็นเงา (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น

5.4.3 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น

2 ส่วน

5.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพประกอบปรากฏในกระจกเงาว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

5.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.9 การเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communicating) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟและสมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลให้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความสามารถในการกำหนดความหมายของคำหรือข้อความต่างๆ หรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตามในสมมติฐาน ให้สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น การสังเกตหรือการวัด โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น

ตัวอย่างเช่น ก. คนหุ่นดี คือ คนสูงมากและมีน้ำหนักพอดี

ข. คนหุ่นดี คือ คนที่มีความสูงระหว่าง 175-185 เซนติเมตร และมีน้ำหนักระหว่าง 65-76 กิโลกรัม

จะเห็นว่า นิยาม ข. เป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ เพราะตรวจสอบได้ง่ายโดยการชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่ง วัดความสูงได้ด้วยไม้เมตร ส่วนนิยาม ก. เป็นเป็น เพราะ “หุ่นดี” ตรวจสอบได้ยาก

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจะแตกต่างกันกับการกำหนดนิยามทั่วไป เพราะการกำหนดนิยามทั่วไป เป็นการให้ความหมายของคำหรือข้อความกว้างๆ ส่วนการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายให้เข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตและวัดได้ในสถานการณ์นั้นๆ

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12.1.2 อุปกรณ์ หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ

12.4 การออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

12.5 การปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.6 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpretating Data and Making Conclusion)

13.1 การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือบรรยายคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

13.2 แปลความหมาย หรือ บรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
(การตีความหมายข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)

13.3 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ทักษะพื้นฐาน ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสัมพันธ์กับเวลา ทักษะการจัดกระทำและตีความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการจำแนกประเภท และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การคิดวิจารณ์ (Critical Thinking)

1. ความหมายของการคิดวิจารณ์

การคิดวิจารณ์ (Critical Thinking) แปลมาจากภาษาอังกฤษคำว่า “Critical Thinking” มีผู้แปลเป็นภาษาไทยแตกต่างกันออกไป เช่น การคิดวิพากษ์วิจารณ์ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การคิดเชิงวิพากษ์ และการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นต้น นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมาย และสาระสำคัญของการคิดวิจารณ์ไว้ ดังนี้

Ennis (ทิสนา เขมมณี และคณะ. 2544 : 54; อ้างถึงใน Ennis. 1985) ได้กล่าวถึงการคิดอย่างวิจารณ์ไว้ว่า เป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลที่มุ่งเพื่อการตัดสินใจว่า สิ่งใดควรเชื่อหรือสิ่งใดควรทำ อันจะช่วยการตัดสินใจในสภาพการณ์ต่างๆ

Marzano (ฐปทอง กว้างสวัสดิ์. 2554 : 217; อ้างถึงใน Marzano. 1988) ได้ให้ความหมายของการคิดวิจารณ์ว่า การคิดวิจารณ์นิยามได้ทั้งในมุมแคบและมุมกว้าง ในมุมแคบ หมายถึง การประเมินความเที่ยงตรงหรือถูกต้องของข้อความหรือข้อมูล ส่วนนิยามในมุมกว้าง หมายถึง การคิดหาเหตุผลและการสะท้อนผลเพื่อที่จะตัดสินใจว่าจะเชื่อหรือไม่เชื่อหรือไม่เชื่อ จะปฏิบัติตามหรือไม่ปฏิบัติตามผู้ที่มีความคิดวิจารณ์สามารถคิดวิเคราะห์ได้แย่ง ถกเถียง ไตร่ตรอง อย่างรอบคอบหาหลักฐานมายืนยันความคิดของตนเองจนกระทั่งได้ข้อสรุป

Watson และ Glaser (นิกร จำปาหาร. 2555 : 28; อ้างถึงใน Watson และ Glaser. 1964 : 59) ได้ให้ความหมายการคิดวิจารณ์ไว้ว่า เป็นความคิดประกอบด้วยทัศนคติ

ความรู้ และทักษะโดยทัศนคติ หมายถึง ทัศนคติต่อการแสวงหาความรู้และการยอมรับการแสวงหาหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าเป็นจริง แล้วใช้ความรู้ด้านการอนุมาน การสรุปใจความสำคัญและการสรุปเป็นกรณีทั่วไปโดยตัดสินจากหลักฐานอย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับหลักสูตรรททวิชา ตลอดจนทักษะในการใช้ทัศนคติและความรู้ดังกล่าวมาประเมินและตัดสินความถูกต้องของข้อความ

ทิตินา แคมมณี (2553 : 304) การคิดที่รอบคอบสมเหตุ สมผล ผ่านการพิจารณาปัจจัยรอบด้านอย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง และผ่านการพิจารณากลับกรอง ไตร่ตรอง ทั้งทางด้านคุณ-โทษ และคุณค่าที่แท้จริงของสิ่งนั้นมาแล้ว

กมลณีย์ เกษตระ (2554 : 24) การคิดวิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) หมายถึง การคิดที่ดี คิดอย่างมีเหตุผล คิดเป็นระบบตามลำดับขั้นตอน คิดอย่างพินิจพิจารณาอย่างรอบคอบไม่รวบรัด ไม่เอนเอียง ถูกต้องตามหลักการและกฎกติกา และการคิดแบบไตร่ตรองก่อน การตัดสิน หรือก่อนลงมือปฏิบัติหรือก่อนที่จะเชื่อในเรื่องนั้นได้

วิภาดา แสนสอน (2555 : 16) กล่าวถึงการคิดอย่างวิจารณ์ญาณไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ หมายถึง การคิดอย่างมีพิจารณาอย่างรอบคอบในข้อความที่เป็นปัญหาโดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มายืนยัน การตัดสินใจตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้อง การคิดวิพากษ์นี้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับการคิดอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดไตร่ตรอง การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกวิทยา ตัดสินใจในการกระทำต่างๆ อย่างถูกต้องเหมาะสม

กล่าวโดยสรุป การคิดวิจารณ์ญาณ หมายถึง การคิดอย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ ตรีศตรองอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผล ผ่านการพิจารณาปัจจัยรอบด้านอย่างกว้างขวาง และผ่านการพิจารณากลับกรอง ไตร่ตรอง เพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือสิ่งใดควรทำอย่างถูกต้องเหมาะสม

2. ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการคิดวิจารณ์ญาณ

2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

เพียเจต์ศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวนปัญญา โดยการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเด็กมีการปรับตัวและแปลความหมายสิ่งของและเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมของตนด้วยวิธีการใด เพียเจต์มีแนวคิดว่าเขาาวนปัญญาเป็นการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ส่วนพัฒนาการทางเขาวนปัญญาเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องกับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิดการมีปฏิสัมพันธ์นี้ ทำให้มีการปรับตัวอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างบุคคล

และสิ่งแวดล้อมภายนอก รวมทั้งกระบวนการคิดของคน การปรับตัวประกอบด้วยการปรับรับ
เข้าโครงสร้าง และการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง

การปรับรับเข้าโครงสร้าง หมายถึง การตีความหรือการรับเอาข้อมูลจากภายนอก
เข้าสู่โครงสร้างทางความคิด โดยอาศัยความรู้หรือวิธีการที่มีอยู่แล้ว

การปรับเปลี่ยนโครงสร้าง หมายถึง การปรับเปลี่ยนโครงสร้างตามคุณสมบัติของ
วัตถุหรือสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การปรับรับเข้าโครงสร้างจึงเป็นกระบวนการปรับเปลี่ยน
สิ่งแวดล้อมให้เข้ากับความคิดของคน และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างจึงเป็นกระบวนการปรับ
โครงสร้างทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ความคิดที่เกิดจากกระบวนการปรับรับเข้า
โครงสร้างและปรับเปลี่ยนโครงสร้างเรียกว่า “โครงสร้างความคิด” โครงสร้างความคิดจะมีการ
ปรับเปลี่ยน อยู่เสมอเพื่อให้เกิดความสมดุลทางความคิด ถ้าบุคคลได้พบกับข้อมูลหรือ
สภาพการณ์ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งหรือเกิดปัญหาขึ้นก็จะอยู่ในสภาวะที่ไม่สมดุล จำเป็นต้อง
มีการปรับโครงสร้างความคิดใหม่เพื่อให้เกิดความสมดุล กระบวนการดังกล่าวทำให้บุคคล
สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผล ซึ่งเป็นความสามารถทาง
สมองที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเรียกว่า “ขั้นพัฒนาการ” ขั้นพัฒนาการจะเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง
ตามลำดับขั้นและพัฒนาการ ในขั้นตอนก็จะเป็นพื้นฐานของพัฒนาการความสามารถทางสมอง
ของมนุษย์ เริ่มต้นแต่แรกเกิดไปจนถึงจุดสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 15 ปี ซึ่งแบ่งลำดับการ
พัฒนาการเป็น 4 ระยะดังนี้ (ประสาธ อิศรปริดา, 2523 : 122-123)

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหวอายุระหว่างแรกเกิดถึง 2 ปี ระยะนี้
เด็กจะมีปฏิกริยาต่อสภาพจริงๆ รอบตัว เด็กจะรับรู้เฉพาะสิ่งที่ป็นรูปธรรม
2. ขั้นก่อนการปฏิบัติ การคิด อายุ 2-7 ปี ระยะนี้เด็กจะเริ่มใช้สัญลักษณ์
แทนสิ่งของความคิดของเด็กจะขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถคิดแบบใช้เหตุผล
คิดย้อนกลับไปได้ เด็กจะเริ่มใช้ภาษาและแยกสิ่งต่างๆ รอบตัวได้
3. ขั้นการคิดด้วยรูปธรรม อายุระหว่าง 7-11 ปี เป็นขั้นที่ความคิดและสติ
ปัญญาก้าวหน้ามาก เด็กสามารถเข้าใจความคงตัวของสิ่งของได้ แม้ว่ารูปร่างจะเปลี่ยนไป
เด็กสามารถคิดได้อย่างกว้างขวาง สามารถคิดย้อนกลับและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ได้
ความสามารถนี้เป็นรากฐานสำหรับการพัฒนาสติปัญญาและการคิดในขั้นต่อไป

4. ขั้นการคิดด้วยนามธรรม อายุประมาณ 11 ปี ขึ้นไป เด็กสามารถเข้าใจ สิ่งที่เป็นนามธรรมคิดหาเหตุผล สามารถตั้งสมมติฐานและทดสอบโดยอาศัยเหตุผล พร้อมทั้ง เห็นว่าความเป็นจริงที่เห็นได้ไม่สำคัญเท่ากับการคิดถึงสิ่งที่จะเป็นไปได้ เด็กจะมีการคิด เป็นเหตุเป็นผล ไม่เชื่ออะไรง่ายๆ สามารถคิดเองได้โดยไม่ต้องเห็นของจริง

ทฤษฎีของเพียเจต์อธิบายพัฒนาการของการคิดจากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นหนึ่งอาศัย องค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ การเจริญเติบโตของร่างกายและวุฒิภาวะ ประสบการณ์ ทางกายภาพ ประสบการณ์ทางสังคม และสภาวะสมดุล ซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ในการ ปรับตัวขั้นพัฒนาการคิดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้นซึ่งพัฒนาการในขั้นตอนจะเป็น พื้นฐานของการพัฒนาการในขั้นสูงและพัฒนาการคิดแต่ละคนมีลักษณะเดียวกัน แต่จะ แตกต่างกันใน ด้านอัตราความเร็วในการเกิดของแต่ละระดับขั้นการพัฒนาการ (จุฬามาศ อนันต์เด้า. 2553 : 51)

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการคิดวิจารณ์ญาณนักการศึกษานักจิตวิทยาและผู้เชี่ยวชาญ ด้านการคิดหลายท่านได้อธิบายถึงแนวคิดเกี่ยวกับการคิดวิจารณ์ญาณ ไว้ ดังนี้

Watson และ Glaser (นิกร จำปาหาร. 2555 : 30 ; อ้างถึงใน Watson และ Glaser. 1964 : 1) ได้กล่าวว่า ความคิดวิจารณ์ญาณ ประกอบด้วยเจตคติ ความรู้ และทักษะ ในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. เจตคติในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการเห็นปัญหา และความต้องการที่จะสืบเสาะค้นหาข้อมูล หลักฐานมาพิสูจน์เพื่อหาข้อเท็จจริง
 2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง และการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล
 3. ทักษะในการประยุกต์ใช้ความรู้และเจตคติดังกล่าวมาใช้ให้เป็นประโยชน์
- จากการศึกษาค้นคว้าการวิจัยต่างๆ ได้ผลสรุปว่า การวัดความสามารถทางความคิดวิจารณ์ญาณ ต้องวัดความสามารถย่อยๆ ซึ่งมีอยู่ 5 ด้าน คือ

3.1 ความสามารถในการอ้างอิง (Inferences) เป็นการวัดความสามารถ ในการตัดสินใจแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ

3.2 ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น หรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น

3.3 ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นการวัดความสามารถใน การหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากข้ออ้าง โดยใช้หลักตรรกศาสตร์

3.4 ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นการวัดความสามารถในการให้นำหน้าข้อมูล หลักฐาน เพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป

3.5 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล

Dressel และ Mayhew (พลวิสันต์ สิงหาอาจ. 2555 : 13 ; อ้างถึงใน Dressel and Mayhew. 1957 : 179-180) ได้กล่าวว่า การคิดวิจารณ์ประกอบด้วยความสามารถต่างๆ 5 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา ประกอบด้วย

1.1 ความสามารถในการตระหนักถึงความเป็นไปของปัญหา ได้แก่ การรู้ถึงเงื่อนไขต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันในสถานการณ์ การรู้ถึงความขัดแย้งและเรื่องราวที่สำคัญในสถานการณ์และความสามารถในการระบุจุดเชื่อมต่อที่ขาดหายไปของชุดเหตุการณ์ หรือความคิดและการรู้ถึงสภาพปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบ

1.2 ความสามารถในการนิยามปัญหา ได้แก่ การบรรลุถึงธรรมชาติของปัญหาความเข้าใจถึงสิ่งที่เกี่ยวข้อง และความจำเป็นในการแก้ปัญหา สามารถนิยามองค์ประกอบของปัญหาซึ่งมีความยุ่งยากและเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม สามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็นส่วนประกอบที่สามารถจัดกระทำได้ สามารถระบุองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา สามารถจัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน

2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา คือ ความสามารถตัดสินใจว่าข้อมูลใดมีความจำเป็นต่อการแก้ไขปัญหา ประกอบด้วยความสามารถในการจำแนกข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้กับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไม่ได้ ความสามารถในการระบุว่าข้อมูลใดควรยอมรับหรือไม่ การเลือกตัวอย่างของข้อมูลที่มีความเพียงพอและเชื่อถือได้ ตลอดจนการจัดระเบียบระบบของข้อมูล

3. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประกอบด้วยความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ผู้อ้างเหตุผลมิได้กล่าวไว้ ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่คัดค้านการอ้างเหตุผลและความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอ้างเหตุผล

4. ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน ประกอบด้วยการค้นหาการชี้แนะหาคำตอบ การกำหนดสมมติฐานต่างๆ โดยอาศัยข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้นการ

เลือกสมมติฐานที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดพิจารณาเป็นอันดับแรก การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูล ข้อตกลงเบื้องต้น และการกำหนดสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ยังไม่ทราบและเป็นข้อมูลที่จำเป็น

5. ความสามารถในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล และการตัดสินใจความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผล ประกอบด้วย

5.1 ความสามารถสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยข้อตกลงเบื้องต้น สมมติฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การระบุความสัมพันธ์ระหว่างค่ากับประพจน์ การระบุถึงเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และความสามารถในการระบุและกำหนดข้อสรุป

5.2 ความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจความสมเหตุสมผลของกระบวนการที่ไปสู่ข้อสรุป ได้แก่ การจำแนกการสรุปที่สมเหตุสมผลจากการสรุปที่อาศัยคำนิยาม ความพึงพอใจและความลำเอียง การจำแนกระหว่างการคิดหาเหตุผลที่มีข้อสรุปได้แน่นอนกับการหาเหตุผลที่ไม่สามารถหาข้อสรุปที่เป็นข้อยุติได้

5.3 ความสามารถในการประเมินข้อสรุป โดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้ ได้แก่ การระบุเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการพิสูจน์ข้อสรุป การรู้ถึงเงื่อนไขที่ทำให้ข้อสรุปไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ และการตัดสินใจความเพียงพอของข้อสรุปในลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหา

Watson และ Glaser (วิภาดา แสนสอน. 2555 : 17 ; อ้างถึงใน Watson และ Glaser. 1964 : 784) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น 5 องค์ประกอบ คือ

1. การอนุมาน (Inference) เป็นการแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลปรากฏในข้อความที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความคิดเห็นนั้นอาจเป็นจริงหรือไม่ได้เป็นจริง ในกรณีข้อมูลยังไม่เพียงพอ

2. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) เป็นการคิดพิจารณาข้อความที่สมมติขึ้น หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้และตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น

3. การนิรนัย (Deduction) เป็นการคิดพิจารณาข้อความเกี่ยวกับเหตุและผล โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุ และอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมด เพื่อสรุปเป็นผลของข้อความนั้น

4. การตีความ (Interpretation) เป็นการตีความลักษณะของข้อมูลภายใต้เรื่องราวที่กำหนดไว้

5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็นการตีความหรือประเมินคำตอบหรือข้อสรุปของข้อความที่กำหนดเพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล การคิดวิจารณ์ตามแนวความคิดของ (Norris และ Ennis. 1989 : 184-187) ได้นำเสนอทักษะความสามารถคิดวิจารณ์ ควรประกอบด้วย 12 ทักษะ สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถกำหนดหรือระบุประเด็นคำถามหรือปัญหา

1.1 ระบุปัญหาสำคัญได้ชัดเจน

1.2 ระบุเกณฑ์เพื่อตัดสินคำตอบที่เป็นไปได้

2. สามารถคิดวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง

2.1 ระบุข้อมูลที่มีเหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้

2.2 ระบุข้อมูลที่ไม่มีเหตุผลหรือไม่น่าเชื่อถือได้

2.3 ระบุความเหมือน และความแตกต่างของความคิดเห็นหรือข้อมูลที่มี

อยู่ได้

2.4 สรุปข้อมูลที่มีอยู่ได้

3. สามารถถามด้วยคำถามที่ท้าทาย และการตอบคำถามได้อย่างชัดเจน

ตัวอย่างคำถามที่ใช้ เช่น

3.1 ทำไม

3.2 ประเด็นสำคัญคืออะไร

3.3 ข้อความที่กำหนดขึ้นหมายความว่าอะไร

3.4 ตัวอย่างที่เป็นไปได้มีอะไรบ้าง

3.5 ความคิดเห็นของท่านต่อเรื่องนี้คืออะไร

3.6 ข้อมูลที่มีเหตุผลคืออะไร

4. สามารถพิจารณาความเชื่อของแหล่งข้อมูล

4.1 เป็นข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่น่าเชื่อถือ

4.2 เป็นข้อมูลที่ไม่มีข้อโต้แย้ง

4.3 เป็นข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ

4.4 เป็นข้อมูลที่สามารถให้เหตุผลว่าเชื่อถือได้

5. สามารถสังเกตและตัดสินผลข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้

5.1 เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไม่ใช่เพียงได้ข้อมูจากคนอื่น

5.2 การบันทึกข้อมูลเป็นผลจากการสังเกตด้วยตนเองและมีการบันทึกผลทันที ไม่ปล่อยให้ผ่านไปนานแล้วทำการบันทึกคร่าวหลัง

6. สามารถนิรนัยและตัดสินผลนิรนัย คือ สามารถนำหลักการใหญ่แตกเป็นหลักย่อยๆ ได้ หรือนำหลักการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้

7. สามารถอุปนัยและตัดสินผลอุปนัย คือ ในการสรุปอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรนั้น กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนของประชากรและก่อนที่จะมีการอุปนัยนั้นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องตามแผนที่กำหนดและมีข้อมูลเพียงพอต่อการสรุปแบบอุปนัย

8. สามารถตัดสินคุณค่าได้

8.1 สามารถพิจารณาทางเลือกโดยมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ

8.2 สามารถชั่งน้ำหนักระหว่างดีกับไม่ดี

9. สามารถให้ความหมายคำว่าต่างๆ และตัดสินความหมาย เช่น ทักษะต่อไปนี้

9.1 สามารถบอกคำเหมือน คำที่มีความหมายคล้ายกัน

9.2 สามารถจำแนกจัดกลุ่มได้

9.3 สามารถให้คำนิยามเชิงปฏิบัติได้

9.4 ยกตัวอย่างที่ใช่หรือไม่ใช่การสรุปอ้างอิง

10. สามารถระบุข้อสันนิษฐานได้ โดยการคำนึงถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของข้อมูล เพื่อระบุทางเลือกที่เป็นไปได้

11. สามารถตัดสินใจเพื่อนำไปปฏิบัติได้ เช่น ทักษะต่อไปนี้

11.1 การกำหนดปัญหา

11.2 การเลือกเกณฑ์ตัดสินผลที่เป็นไปได้

11.3 กำหนดทางเลือกอย่างหลากหลาย

11.4 เลือกทางเลือกเพื่อปฏิบัติ

11.5 ทบทวนทางเลือกอย่างมีเหตุผล

12. การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

12.1 การโต้ตอบเพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ

12.2 การใช้ภาษาที่สละสลวย

3. การส่งเสริมหรือการสอนการคิดวิจารณ์ญาณ

การส่งเสริมหรือการสอนให้นักเรียนสามารถคิดวิจารณ์ญาณนั้นสามารถทำได้ตามข้อเสนอแนะต่อไปนี้

จุฬามาศ อนันต์ (2553 : 55 ; อ้างถึงใน จิต นวนแก้ว. 2543 : 54) เสนอว่า
ครูควรทำตัว ดังต่อไปนี้

1. เป็นนักวิจัย (Teacher as Researcher) โดยการถามให้นักเรียนคิดอย่างกว้างไกลในการนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์

2. เป็นนักออกแบบ (Teacher as Designer) โดยการสอนให้นักเรียนออกแบบสื่อวัสดุต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนพบคำตอบได้

3. เป็นผู้ให้คำปรึกษา (Teacher as Consultant) โดยให้คำแนะนำแก่นักเรียนที่ยังไม่คุ้นเคยกับกระบวนการคิดสืบสวนเพื่อค้นหาคำตอบ

4. เป็นกรรมการ (Teacher as Referee) โดยคอยช่วยจัดข้อขัดแย้งและความสับสนที่เกิดขึ้นกับนักเรียนและหาจังหวะส่งเสริมให้คิดด้วยคำถามที่เหมาะสม

5. เป็นนักวิเคราะห์ (Teacher as Analyst) โดยการนำนักเรียนให้คิดไปในแนวทางที่ถูกต้อง ไม่คิดไปคนละทิศละทาง

6. เป็นผู้ตัดสินใจ (Teacher as Judge) คือ ตัดสินว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด โดยการถามเพื่อทดสอบความรู้ในเนื้อหาและกระบวนการคิด

จุฬามาศ อนันต์ (2553 : 55 ; อ้างถึงใน จิต นวนแก้ว. 2543 : 55) ได้ทำการวิจัยโดยใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในการสอนการคิดวิจารณ์ญาณ สรุปได้ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนรู้จักตัดสินใจเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด
2. สอนให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
3. ครูไม่ทำตัวเป็นผู้ให้คำตอบ (Answer Giver) แก่นักเรียน
4. ครูควรได้รับการให้ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิด
5. ควรพัฒนาบุคลากรทุกคนให้มีความก้าวหน้าการสอนการคิดวิจารณ์ญาณ
6. ไม่ใช่ไปงานเป็นหลักในการสอน

อาจกล่าวได้ว่า ข้อเสนอแนะทั่วไปเกี่ยวกับการสอนการคิดวิจารณ์ญาณข้างต้น เป็นแนวทางที่ครูผู้สอนตระหนักอยู่เสมอ นอกจากข้อเสนอแนะทั่วไปดังกล่าวครูควรสอนให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดวิจารณ์ญาณโดยตรงด้วยขั้นตอนตามองค์ประกอบย่อยต่างๆ

4. ประโยชน์ของการสอนให้ผู้เรียนคิดวิจารณ์ญาณ

เมื่อพิจารณาถึงกระบวนการคิดวิจารณ์ญาณแล้ว จะเห็นได้ว่ามีประโยชน์อย่างมาก ซึ่ง Paul (ทิตินา แจมมณี และคณะ. 2544 : 59 อ้างถึงใน Paul. 1993) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนให้คิดวิจารณ์ญาณว่า

- 4.1 ช่วยให้ผู้สามารถทำงานอย่างมีหลักการและเหตุผล และได้งานที่มีประสิทธิภาพ
- 4.2 ช่วยให้ผู้สามารถประเมินงาน ประเมินตนเอง โดยใช้เกณฑ์ที่สมเหตุสมผล
- 4.3 ช่วยให้ผู้รู้เนื้อหาอย่างมีความหมายและประโยชน์
- 4.4 ช่วยฝึกทักษะการใช้เหตุผล การกำหนดเป้าหมาย การรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ การค้นหาความรู้ ทฤษฎี หลักการ ตั้งข้อสันนิษฐาน ตีความหมายและการลงข้อสรุปในการแก้ปัญหา
- 4.5 ช่วยฝึกให้ประสบความสำเร็จในการใช้ภาษาและสื่อความหมาย
- 4.6 ช่วยให้ผู้คิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างแจ่มแจ้ง คิดอย่างกว้างขวาง และคิดอย่างลุ่มลึก ตลอดจนคิดอย่างสมเหตุสมผล
- 4.7 ช่วยให้เป็นผู้มีปัญญา มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย มีความเมตตา

5. แบบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ

แบบทดสอบความคิดวิจารณ์ญาณที่สร้างขึ้น โดยใช้องค์ความรู้ทั่วไปซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย มีดังนี้ (นิกร จำปาหาร. 2555 : 36-38 อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540)

1. แบบประเมินความคิดวิจารณ์ญาณของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson Glaser Critical Thinking Appraisal) แบบทดสอบนี้สร้างโดย Watson และ Glaser ประมาณ ปี ค.ศ. 1937 และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ฉบับปรับปรุงล่าสุดในปี ค.ศ. 1980 สำหรับใช้กับนักเรียนระดับ ม.3 ถึงวัยผู้ใหญ่แบบทดสอบมี 2 ฟอรัม ซึ่งคู่ขนาดกัน คือ ฟอรัม A และฟอรัม B แต่ละฟอรัมประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ข้อสอบรวมทั้งหมด 80 ข้อ ใช้เวลาสอบ 50 นาที แต่ละแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดต่างๆ ดังนี้

- 1.1 ความสามารถในการสรุปอ้างอิง (Inference) เป็นการวัดความสามารถ

ในการตัดสินใจจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ลักษณะของแบบทดสอบย่อยนี้ มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3-5 ข้อสรุป จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินใจว่า ข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง (True) น่าจะเป็นจริง (Probably True) ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ (Insufficient Data) น่าจะเป็นเท็จ (Probably False) และเป็นเท็จ (False)

1.2 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น หรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น ลักษณะของแบบทดสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้ว มีข้อความตามสถานการณ์ละ 2-3 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินใจว่าข้อความในแต่ละข้อ ข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

1.3 ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากข้ออ้าง โดยใช้หลักการทฤษฎีบท ลักษณะของแบบทดสอบย่อยนี้มีการกำหนดข้ออ้างมาให้ แล้วมีข้อสรุปตามมาข้ออ้างละ 2-3 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินใจว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่จำเป็น เป็นไปได้ หรือไม่เป็นไปตามข้ออ้างนั้น

1.4 ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นการวัดความสามารถในการให้นำหน้าข้อมูล หลักฐาน เพื่อตัดสินใจความเป็นไปได้ของข้อสรุป ลักษณะของแบบทดสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปตามสถานการณ์ละ 2-3 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินใจว่าข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือ หรือไม่น่าเชื่อถือภายใต้สถานการณ์อันนั้น

1.5 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล ลักษณะของแบบทดสอบย่อยนี้ มีการกำหนดชุดของข้อคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถามมีชุดของคำตอบพร้อมเหตุผลกำกับ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินใจว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้อง โดยตรงกับคำถามหรือไม่ และให้เหตุผลประกอบ

2. แบบทดสอบความคิดวิจารณ์คอร์เนล (Cornell Critical Thinking Test) แบบทดสอบนี้สร้างโดยเอนนิส และมิลล์แมน ประมาณปี ค.ศ. 1961 และได้พัฒนามาเป็นระยะซึ่งฉบับปรับปรุงล่าสุดคือ ปี ค.ศ. 1985 เอนนิส และมิลล์แมน ได้สร้างแบบทดสอบเป็น 2 ฉบับใช้วัดกับกลุ่มบุคคลต่างระดับกัน ดังนี้

2.1 แบบทดสอบความคิดวิจารณ์ญาณคอร์เนล ระดับ X (Cornell Critical Thinking Test, Level X) แบบทดสอบความคิดวิจารณ์ญาณคอร์เนล ระดับ X เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงมัธยมศึกษา ประกอบด้วยข้อสอบ 71 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 50 นาที เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 4 ตอน ตามแนวคิดของเอนนิส คือ ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการสังเกต (Credibility of Sources and Observation) ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) ความสามารถในการอุปนัย (Induction) ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption Identification)

2.2 แบบทดสอบความคิดวิจารณ์ญาณคอร์เนล ระดับ Z (Cornell Critical Thinking Test, Level Z) แบบทดสอบความคิดวิจารณ์ญาณคอร์เนล ระดับ Z เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาระดับปริญญาตรี บัณฑิตวิทยาลัย รวมทั้งผู้ใหญ่ ประกอบด้วยข้อสอบ 72 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 50 นาที เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 7 ตอน คือ ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (Credibility of Sources) ความสามารถในการพยากรณ์และการวางแผนการทดลอง (Prediction and Experimental Planning) ความสามารถต่อการอ้างเหตุผลผิดหลักตรรกะ (Fallacies) ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) ความสามารถในการอุปนัย (Induction) ความสามารถในการให้คำจำกัดความ (Definition) ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption Identification)

3. แบบทดสอบความสามารถด้านการใช้เหตุผลทางภาษา (New Jersey Test of Reasoning Skills) แบบทดสอบนี้สร้างโดยสถาบันส่งเสริมด้านปรัชญาสำหรับเด็ก (Institute for the Advancement of Philosophy for Children) เพื่อใช้ในโครงการปรัชญาสำหรับเด็กเมื่อปี ค.ศ. 1983 ใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขึ้นไปจนถึงระดับมัธยมศึกษา แบบทดสอบนี้ต้องการวัดความสามารถด้านการใช้เหตุผลทางภาษา ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก ข้อสอบมีทั้งหมด 50 ข้อ แบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption Identification) การอุปนัย (Induction) การอ้างเหตุผลที่ดี (Good Reasons) ชนิดและระดับ (Kind and Degrees)

4. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองขั้นสูง (Ross Test of Higher Cognitive Processes) แบบทดสอบนี้สร้างโดย จอห์น และแคธริน เมื่อปี ค.ศ. 1976 และพัฒนาปรับปรุงในปี ค.ศ. 1979 ใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แบบทดสอบนี้มุ่งวัดความสามารถทางสมองขั้นสูงระดับการวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมิน (Evaluation) ตามการจัดระดับความมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม (Bloom's Taxonomy of Education Objectives) ประกอบด้วยข้อสอบ 105 ข้อ แบ่งสอบเป็น 2 ครั้ง โดยครั้งละประมาณ 60 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 8 ตอน คือ การอุปมาอุปไมย (Analogies) การใช้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) ข้อสมมุติที่ขาดหายไป (Missing Premises) ความสัมพันธ์เชิงนามธรรม (Abstract Relations) การสังเคราะห์อย่างเป็นลำดับ (Sequential Synthesis) กลยุทธ์การตั้งคำถาม (Questioning Strategies) การวิเคราะห์ความตรงประเด็นของสารสนเทศที่ใช้ (Analysis of Relevant and Irrelevant Information) และการวิเคราะห์คุณลักษณะ (Analysis of Attributes) ซึ่งในแต่ละตอนของแบบทดสอบวัดความสามารถขั้นการวิเคราะห์ จะเป็นตอนที่ 1, 3 และ 7 ขั้นการสังเคราะห์เป็นตอนที่ 4, 5 และ 8 ส่วนขั้นการประเมินเป็นตอนที่ 2 และ 6 ในการสอบครั้งแรกใช้แบบทดสอบตอนที่ 1 ถึง 5 แบบทดสอบครั้งที่สองใช้แบบทดสอบตอนที่ 6 ถึง 8 ซึ่งการสอบทั้ง 2 ครั้ง เพื่อศึกษาถึงประสิทธิผลของโครงการและสภาพของนักเรียนเป็นรายบุคคล

ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกหรือความคิดเห็นในทางบวก ซึ่งเป็นผลจากประสบการณ์ความเชื่อ ซึ่งจะบอกกล่าวถึงความหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ ดังนี้

1. ความหมายของความพึงพอใจ

Wallerstein (สุรเกียรติ์ สนิทมาก. 2547 : 41; อ้างถึงใน Wallerstein. 1971 : 256) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย และอธิบายว่า ความพึงพอใจในการเรียน เป็นกระบวนการทางจิตวิทยาไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน แต่สามารถคาดคะเนได้ว่ามีหรือไม่มีมากการสังเกตพฤติกรรมของคนเท่านั้น การที่จะเกิดความพึงพอใจจะต้องมีปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุแห่งความพึงพอใจนั้น

Reber (ชัชวาล รัตนสวนจิก. 2550 : 59 ; อ้างถึงใน Reber. 1985 : 83) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาวะทางอารมณ์ (Emotional State) ของบุคคลที่นำไปสู่เป้าหมายความสำเร็จ

จิราพร หนูสาย (2552 : 59) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความสุขที่เกิดจากการปฏิบัติงาน เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการของตน ทำให้เกิดความรู้สึกดีในสิ่งนั้น

จากความหมายของความพึงพอใจในทัศนะของบุคคลต่างข้างต้นพอสรุปได้ว่า ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมนั้นๆ โดยเกิดจากพื้นฐานของการรับรู้ ค่านิยม และประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้รับ ซึ่งเป็นสภาพความรู้สึกชอบ มีความสุขและต้องการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวมุ่งสู่ความสำเร็จ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

นักวิชาการ ได้พัฒนาทฤษฎีที่อธิบายองค์ประกอบของความพึงพอใจ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจกับปัจจัยอื่นๆ ไว้หลายทฤษฎี การเรียนหรือการปฏิบัติงานใดๆ ก็ตาม ผู้เรียนจะเกิดความพึงพอใจมากขึ้นน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ แรงจูงใจเป็นปัจจัยหนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมที่มีจุดมุ่งหมาย โดยมีความต้องการเป็นแรงผลักดัน ความพึงพอใจจึงเกี่ยวข้องกับทฤษฎีแรงจูงใจ ซึ่งมีแนวคิดทฤษฎีดังนี้

Maslow (1962) กล่าวว่า

1. มนุษย์ทุกคนมีความต้องการพื้นฐานตามธรรมชาติเป็นลำดับขั้น คือ ชั้นความต้องการทางร่างกาย (Physical Need) ชั้นความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety Need) ชั้นตอนความต้องการความรัก (Love Need) ชั้นความต้องการยอมรับและการยกย่องจากสังคม (Esteem Need) และชั้นความต้องการที่จะพัฒนาศักยภาพของคนอย่างเต็มที่ (Self Actualization) หากความต้องการขั้นพื้นฐานได้รับการตอบสนองอย่างพอเพียงสำหรับคนในแต่ละชั้น มนุษย์จะสามารถพัฒนาคนไปสู่ขั้นที่สูงขึ้น

2. มนุษย์มีความต้องการที่จะรู้จักตนเองและพัฒนาตนเอง ประสบการณ์ที่เรียกว่า “peak experience” เป็นประสบการณ์ของบุคคลที่อยู่ในภาวะดีมาจากการรู้จักตนเองตรงตามสภาพความเป็นจริง มีลักษณะน่าตื่นเต้น เป็นความรู้สึกปีติ เป็นช่วงเวลาที่บุคคลเข้าใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างถ่องแท้ เป็นสภาพที่สมบูรณ์ มีลักษณะผสมผสานกลมกลืน เป็นช่วงเวลาแห่งการรู้จักตนเองอย่างแท้จริง บุคคลที่มีประสบการณ์เช่นนี้บ่อยๆ จะสามารถพัฒนาคนไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์

หลักการจัดการเรียนการสอน

1. การเข้าใจถึงความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ สามารถช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของบุคคลได้ เนื่องจากพฤติกรรมเป็นการแสดงออกของความต้องการของบุคคล
2. การที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี จำเป็นต้องตอบสนองความต้องการพื้นฐานที่เขาต้องการเสียก่อน

3. ในกระบวนการเรียนการสอน หากครูสามารถหาได้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความต้องการอยู่ในระดับขั้นใด ครูสามารถใช้ความต้องการพื้นฐานของผู้เรียนนั้นเป็นแรงจูงใจ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้

4. การช่วยให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองความต้องการพื้นฐานของคนอย่างพอเพียง การให้อิสระภาพและเสรีภาพแก่ผู้เรียนในการเรียนรู้ การจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการรู้จักตนเองตรงตามสภาพความเป็นจริง

Rogers (1969) กล่าวว่า มนุษย์จะสามารถพัฒนาตนเองได้ดี หากอยู่ในสภาพการณ์ที่ผ่อนคลายและเป็นอิสระ การจัดบรรยากาศการเรียนที่ผ่อนคลายและเอื้อต่อการเรียนรู้ (Supportive Atmosphere) และเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered Teaching) โดยครูใช้วิธีการสอนแบบชี้แนะ (Non-directive) และทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน (Facilitator) และการเรียนรู้ จะเน้นกระบวนการ (Process Learning) เป็นสำคัญ

หลักการจัดการเรียนการสอน

1. การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้อบอุ่น ปลอดภัย ไม่น่าหวาดกลัว น่าไว้วางใจ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

2. ผู้เรียนแต่ละคนมีศักยภาพและแรงจูงใจที่จะพัฒนาตนเองอยู่แล้ว ครูจึงควรสอนแบบชี้แนะ (Non-directive) โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้นำทางในการเรียนรู้ของตน (Self-directive) และคอยช่วยเหลือผู้เรียนให้เรียนอย่างสะดวกจนบรรลุผล

3. ในการจัดการเรียนการสอนควรเน้นการเรียนรู้กระบวนการ (process learning) เป็นสำคัญ เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำคัญที่บุคคลใช้ในการดำรงชีวิตและแสวงหาความรู้ต่อไป

Knowles (ทิสนา แชมมณี. 2553: 70 ; อ้างถึงใน Knowles. 1975) สรุปว่า

1. ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้มากหากมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. การเรียนรู้ของมนุษย์เป็นกระบวนการภายใน อยู่ในความควบคุมของผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนจะนำประสบการณ์ ความรู้ ทักษะ และค่านิยมต่างๆ เข้ามาสู่การเรียนของตน
3. มนุษย์จะเรียนรู้ได้ดีหากมีอิสระที่จะเรียนในสิ่งที่ตนต้องการและด้วยวิธีการที่ตนพอใจ
4. มนุษย์ทุกคนมีลักษณะเฉพาะตน ความเป็นเอกลักษณ์เป็นสิ่งที่มีค่า มนุษย์ควรได้รับการส่งเสริมในการพัฒนาความเป็นเอกลักษณ์ของตน

5. มนุษย์เป็นผู้ที่มีความสามารถและเสรีภาพที่จะตัดสินใจและเลือกกระทำสิ่งต่างๆ ตามที่ตนพอใจ และรับผิดชอบในผลของการกระทำนั้น

หลักการจัดการเรียนการสอน

1. การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน รับผิดชอบร่วมกันในกระบวนการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี
2. ในกระบวนการเรียนรู้ ควรเปิดโอกาสและส่งเสริมให้ผู้เรียนนำประสบการณ์ ความรู้ ทักษะ เจตคติ และค่านิยมต่างๆ ของตนเองเข้ามาใช้ในการทำความเข้าใจสิ่งใหม่ ประสบการณ์ใหม่
3. ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกสิ่งที่เรียนและวิธีเรียนด้วยตนเอง
4. ในกระบวนการเรียนการสอน ครูควรเข้าใจและส่งเสริมความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรเปิดโอกาสและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาคุณสมบัติเฉพาะตน ไม่ควรปิดกั้นเพียงเพราะเขาไม่เหมือนคนอื่น
5. ในกระบวนการเรียนรู้ ควรเปิดโอกาสและส่งเสริมให้ผู้เรียนตัดสินใจด้วยตนเอง ลงมือกระทำ และยอมรับผลของการตัดสินใจหรือการกระทำนั้น

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจข้างต้น สรุปได้ว่า มนุษย์มีความต้องการที่จะรู้จักตนเองและพัฒนาตนเองตามสภาพความเป็นจริง สามารถพัฒนาตนเองได้ดี หากอยู่ในสภาพการณ์ที่ผ่อนคลายและเป็นอิสระ การจัดบรรยากาศการเรียนที่ผ่อนคลายและเอื้อต่อการเรียนรู้ การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้อบอุ่น ปลอดภัย ไม่น่าหวาดกลัว น่าไว้วางใจ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี โดยที่ครูจะต้องเปิดโอกาสและส่งเสริมให้ผู้เรียนนำประสบการณ์ ความรู้ ทักษะ เจตคติ และค่านิยมต่างๆ ของตนเองเข้ามาใช้ในการทำความเข้าใจสิ่งใหม่ ประสบการณ์ใหม่ ส่งเสริมให้ผู้เรียนตัดสินใจด้วยตนเอง ลงมือกระทำ และยอมรับผลของการตัดสินใจหรือการกระทำนั้น โดยครูใช้วิธีการสอนแบบชี้แนะ (Non-directive) และทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน (Facilitator)

โปรตีนจากงาไหม

ไหมได้รับการขนานนามว่าเป็น “ราชินีแห่งเส้นใย” เนื่องจากไหมเป็นเส้นใยที่มีเอกลักษณ์ สวยงาม มีคุณค่า มีความเงามัน ดูซับความชื้นได้ดี มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับ

เส้นใยธรรมชาติอื่นๆ จึงทำให้ไหมและผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเส้นไหมได้รับความนิยมนอกจากอดีตจนถึงปัจจุบัน

1. หนอนไหม (Silk Worm)

ไหมที่ใช้ในการผลิตเป็นวัสดุสิ่งทอนั้นมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Bombyx mori* อยู่ในวงศ์ Bombycidae และอยู่ในอันดับ Lapidoptora ไหมเป็นแมลงที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (Completely Metamorphosis Insect) แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และผีเสื้อ ซึ่งในแต่ละระยะการเจริญเติบโตนั้นมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

การเจริญเติบโตของไหมแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้ (เกียรติชัย ควงศรี. 2553 : 6)

ระยะที่เป็นไข่ (Egg) ใช้เวลานานน้อยแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ระยะเวลาจากแม่ผีเสื้อวางไข่จนถึงตัวอ่อนฟักออกจากไข่จะใช้เวลา 10-12 วัน ไข่ไหมชนิดฟักออกตามธรรมชาติ หลายครั้งต่อปี (polyvoltine egg) จะฟักออกเป็นตัวหนอน สำหรับไข่ไหมที่ฟักออกชนิด 1-2 ครั้งต่อปี (bovoltine egg) จะต้องนำมาฟักเทียมหรือให้ฟักตัวผ่านฤดูหนาว

ระยะที่เป็นตัวหนอน (larva) จะใช้เวลาประมาณ 20-25 วัน หนอนไหมจะเริ่มสุกการเจริญเติบโตทั้งหมดมี 5 วัย และทำรังหุ้มตัวเองภายใน 1-2 วัน

ระยะดักแด้ (pupa) จะเรียกว่าระยะ resting stage ใช้เวลาประมาณ 9-10 วัน

ระยะผีเสื้อ (Mother imago stage) ดักแด้เปลี่ยนแปลงมาเป็นผีเสื้ออยู่ในรังแล้วจะพ่นน้ำลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างออกมาย่อยส่วนปลายของรัง

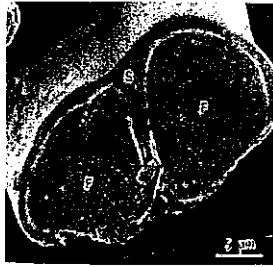
ไหมวัยอ่อน ได้แก่ วัยที่ 1 อายุ 3-4 วัน นอน 1

วัยที่ 2 อายุ 2-3 วัน นอน 1 วัน

วัยที่ 3 อายุ 3-4 วัน นอน 1 วัน

ไหมวัยแก่ ได้แก่ วัยที่ 4 อายุ 4-5 วัน นอน 1-1½ วัน

วัยที่ 5 อายุ 6-7 วัน ไหมสุก



S กล้ามเนื้อ
(เซรีซิน Sarcin)
F เส้นใย
(ไฟโบรอิน Fibroin)

ภาพที่ 3 องค์ประกอบหลักของเส้นไหม
ที่มา: เกียรติชัย ดวงศรี (2553: 11)

2.1 โครงสร้างทางเคมีของเส้นไหม

2.1.1 ส่วนประกอบทางเคมีของรังไหม

ความแตกต่างของรังไหมมีเพียงเล็กน้อยนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและการเลี้ยงไหม แต่โดยทั่วไปแล้ว เส้นใยจากเส้นไหมร้อยละ 97 เป็น โปรตีนบริสุทธิ์และมีส่วนประกอบอื่นๆ เล็กน้อย เช่น ชีตัส คาร์โบไฮเดรต วัตถุที่มีสี และสารอินทรีย์ เป็นต้น เส้นใยไหมเลี้ยงมีสัดส่วนของไฟโบรอินร้อยละ 75 และเซรีซินร้อยละ 20-30 ส่วนเส้นใยไหมป่ามีสัดส่วนของไฟโบรอินร้อยละ 75-90 และเซรีซิน ร้อยละ 5-20

2.2.2 โครงสร้างทางเคมีของเซรีซิน

เส้นใยของไหมเลี้ยงมีกรดอะมิโน 4 ชนิด คือ glycine, alanine, serine และ tyrosine รวมร้อยละ 83 ของกรดอะมิโนทั้งหมด โดยปกติเราแบ่งเซรีซิน เป็น 3 ส่วนตามความสามารถในการละลายในน้ำร้อนที่ต่างกัน คือ เซรีซิน I (ละลายได้ง่ายประมาณร้อยละ 40) เซรีซิน II (ละลายง่ายกว่า ประมาณร้อยละ 40-50) และเซรีซิน III (ละลายยาก ประมาณร้อยละ 10-20)

2.2.3 โครงสร้างทางเคมีของไฟโบรอิน

โมเลกุลไฟโบรอินเป็น โครงสร้าง β -form และโมเลกุลไฟโบรอินในโครงสร้าง β -form เหมือนกับ ยึดตัวไปตามแนวยาว เกิดเป็น โครงสร้าง β -form ที่ไม่อยู่ในแนวขนาน และกลายเป็น โครงสร้าง 3 มิติ มีแรงระหว่าง โมเลกุล คือ พันธะไฮโดรเจนที่บริเวณที่เป็นผลึกของไฟโบรอิน เกิด โมเลกุล β -form ที่ไม่อยู่ในแนวขนาน ในไฟโบรอินของไหมเลี้ยงมีส่วนประกอบหลักเป็นกรดอะมิโน 4 ชนิด คือ glycine, alanine, serine และ tyrosine ประมาณร้อยละ 85 ของกรดอะมิโนทั้งหมด

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของกรดอะมิโนของเซรีซินและไฟโบรอิน (กรดอะมิโนเป็นกรัมในโปรตีน 100 กรัม)

กรดอะมิโน		เซรีซิน	ไฟโบรอิน
Non-polar amino acid	Glycine	8.66	41.25
	Alanine	3.51	28.87
	Valine	3.14	2.63
	Leucine	1.02	0.32
	Isoleucine	0.77	0.44
	Proline	0.66	-
	Phenylalanine	0.50	0.58
Acid amino acid	Aspartic acid	17.03	0.76
	Glutamic acid	7.46	0.69
Basic amino acid	Arginine	6.07	0.86
	Histidine	1.88	-
	Lysine	4.95	0.17
Oxy amino acid	Serine	27.32	13.22
	Theronine	7.48	0.81
	Tyrosine	4.43	10.96
Sulfur-complex amino acid	Methionine	-	-
	Cystine	0.20	-
รวม		95.08	101.56

ที่มา: เกียรติชัย ดวงศรี (2553: 12)

3. กระบวนการลอกกาวยไหม

กระบวนการลอกกาวยไหม (เกียรติชัย ดวงศรี. 2553 : 7) เป็นกระบวนการพื้นฐานที่สำคัญในการผลิตเส้นไหม โดยนำเส้นไหม เส้นด้าย และผ้าไหมดิบ มาลอกกาวยเซรีซินที่เคลือบผิวของเส้นใย ซึ่งโดยทั่วไปเป็นการลอกเอาเซรีซินออกร้อยละ 100 แต่บางครั้งมีการลอกกาวยเพียง ร้อยละ 30, 50 และ 70 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ การลอกกาวยนี้ช่วยให้สามารถฟอก และย้อมสีผ้าไหมได้ดี และยังทำให้เส้นไหมมีความเงางามเป็นพิเศษ

ในทางวิชาการ หลักการลอกกาวใหม่ คือ การไฮโดรไลซ์กาวใหม่หรือการทำลายพันธะเพปไทด์ของกาวใหม่ให้เป็น โมเลกุลเล็กๆ ที่ละลายน้ำได้ ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น การใช้กรด ต่าง เอ็นไซม์ สบู่ หรือน้ำอุณหภูมิสูงภายใต้ความดันที่เหมาะสม ปริมาณของกาวใหม่ที่ถูกรีดไป จะทำให้ได้คุณภาพของเส้นไหมแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะ กระบวนการ และสารที่ใช้ทั้งสารเคมี และวิธีธรรมชาติ

วิธีลอกกาวใหม่

การลอกกาวใหม่มีหลายวิธี แตกต่างกัน นอกจากขึ้นอยู่กับพันธุ์ไหม รูปแบบของไหมก่อนลอกก็มีผลต่อการลอก วิธีลอกกาวใหม่อาจเลือกใช้ได้ทั้งวิธีทางกายภาพหรือทางเคมี ซึ่งจะใช้วิธีใดก็ตาม จำเป็นต้องทำด้วยความระมัดระวังอย่างมาก เพื่อไม่ให้เส้นไหมเสียหาย วิธีที่นิยมใช้ ได้แก่

การลอกกาวใหม่ด้วยน้ำภายใต้ความดันสูง (High pressure water degumming) ไหมลอกพันธุ์ต่างๆ สามารถใช้น้ำที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำซ้ำแบบ เดียวกันนี้ 3-4 ครั้ง การต้มไหมในน้ำเป็นเวลานานๆ จะค่อยๆ ทำให้เส้นไหมเกิดการเสื่อมสลายและ ไฮโดรซิซอย่างช้าๆ ในกรณีนี้หากใช้อุปกรณ์ความดันสูงจะทำให้เส้นไหมเสื่อมสลายหรือถูกทำลายน้อยที่สุด

การลอกกาวใหม่ด้วยด่าง (Alkaline degumming)

ในการลอกกาวใหม่ด้วยสารละลายด่างนั้นต้องคำนึงถึง pH และอุณหภูมิ โดยหากลอกกาวใหม่ด้วยสารละลายด่างที่ pH มากกว่า 9 กาวใหม่จะถูกกำจัดออกได้อย่างรวดเร็ว และสมบูรณ์หลังจากทำการลอกกาวได้เพียง 30 นาทีเท่านั้น อุณหภูมิที่ใช้ไม่ควรเกิน 90 องศาเซลเซียส เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เส้นไหมเปื่อย และ pH ของด่างลอกกาวก็จะมีผลต่อระดับการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์ของเส้นใยไฟโบรอินด้วย

การลอกกาวใหม่ด้วยกรด (Acid degumming)

ในการลอกกาวใหม่ด้วยสารละลายกรดที่ pH น้อยกว่า 2.5 หรือระหว่าง 1.5-2 กาวใหม่จะถูกกำจัดออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ กรดแร่ (mineral acids) ได้แก่ กรดซัลฟิวริก และกรดไฮโดรคลอริกจะมีประสิทธิภาพในการลอกกาวใหม่มากกว่ากรดอินทรีย์ (organic acids) pH ของอ่างลอกกาวก็จะมีผลต่อระดับการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์ของเส้นใยไฟโบรอินด้วย

การลอกกาวใหม่ด้วยสบู่ (Soap degumming)

สบู่ได้ถูกนำมาใช้ลอกกาวยาวกว่า 200 ปีแล้ว และปัจจุบันเราก็ยังพบว่า มีหลายโรงงาน หรือหลายหมู่บ้านที่ยังคงใช้สบู่สำหรับลอกกาวยาว สบู่ที่ใช้ลอกกาวยาวเรามักจะนึกถึง “สบู่ ซัน ไคต์” ที่ปัจจุบันจะทำเป็นเกล็ดหรือผงเพื่อให้ง่ายต่อการผลิต การลอกกาวยาวด้วยสบู่ต้องทำด้วยความระมัดระวัง โดยต้มสารละลายสบู่และควบคุม pH ให้เป็นด่างน้อยๆ เท่านั้นเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เส้นไหม (fibroin) ถูกทำลาย วิธีนี้จะต้มสารละลายสบู่ที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5-2 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ก็ควรเป็นน้ำอ่อนหรืออาจมีการเติมสาร sequestering เพื่อลดความกระด้างของน้ำทั้งนี้เพื่อไม่ให้สบู่ตกค้างและเปื้อนติดอยู่ในเส้นไหม

การต้มด้วยสารซักฟอกสังเคราะห์ (Synthetic detergent degumming)

สารซักฟอกสังเคราะห์ได้ถูกนำมาใช้ลอกกาวยาวแทนการใช้สบู่มากขึ้น เนื่องจากสบู่มีข้อดีหลายประการ เช่น มีราคาแพง ต้องใช้ปริมาณสูง และเวลาลอกกาวยาวนานถึง 1-2 ชั่วโมง และอีกเหตุผลหนึ่ง คือ หากลอกกาวยาวด้วยสบู่โดยใช้เครื่องจักรแบบต่อเนื่อง (continuous machine) สบู่จะไม่สามารถชะเชยหรือลดความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการไฮโดรไลซ์ กาวยาว (sericin hydrolysis products) ที่สะสมอยู่ในอ่างลอกกาวยาวได้เหมือนสารซักฟอกสังเคราะห์ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดกาวยาวไม่ดี การลอกกาวยาวด้วยสารซักฟอกสังเคราะห์แทนการใช้สบู่

การลอกกาวยาวด้วยเอนไซม์ (Enzymatic degumming)

เทคโนโลยีชีวภาพที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทำให้เราสามารถผลิตเอนไซม์ที่หลากหลายประเภทและสมบัติที่ถูกปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งาน ประกอบกับเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความจำเพาะต่อเส้นใยหรือ Substrate ทำให้ไม่เป็นอันตรายต่อเส้นใย ภาวะที่ใช้ก็ไม่รุนแรง สามารถนำมาใช้ทำแทนสารเคมี ปริมาณที่ใช้ไม่สูงมากนัก สามารถประหยัดน้ำและพลังงาน ที่สำคัญสามารถตอบสนองต่อความต้องการในปัจจุบันที่ต้องการกระบวนการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจึงทำให้เอนไซม์เป็นทางเลือกหนึ่งที่มีคนนำมาศึกษาหรือใช้ในกระบวนการสิ่งทอ

4. การใช้ประยุกต์ใช้โปรตีนไหม

4.1 เครื่องสำอาง

เซริซินมีเซอรินสูง หมู่ $-CH_2-OH$ ในเซอริน มีคุณสมบัติในการดูแลและรักษาความชุ่มชื้นได้ดี เป็นสารแอนติออกซิเดนท์ ช่วยป้องกันการทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน นั่นคือสามารถต้านอนุมูลอิสระและใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น ครีมอาบน้ำ สบู่

แอมพู ครีมทาผิวแอร์โล้ท ลิปสติก จึงมีเซริซินผสมเพื่อให้ความชุ่มชื้นให้ผิวและเส้นผม หรือเป็นสารป้องกันแสงยูวีจากดวงอาทิตย์ และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดฝ้า ป้องกันรอยเหี่ยวย่นของผิวหนัง ขจัดเซลล์ผิวที่เสื่อม แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดโมเลกุลด้วย ถ้าเป็นโมเลกุลเล็กจะถูกนำไปใช้ในเครื่องสำอาง แต่ถ้าขนาดโมเลกุลใหญ่จะใช้ทางการแพทย์และอุตสาหกรรม เช่น การปรับคุณภาพเส้นใยผ้า เป็นสารต้านอนุมูลอิสระต้านแบคทีเรีย เป็นต้น (อรุณี คงดี, 2548; ชูขวัญ ทรัพย์มณี, 2550)

ใช้ไฟโบรอินในการตรึงเอนไซม์ โดยทำเอนแคปซูลโปรตีนเอสในไฟโบรอินของไหม เนื่องจากสิ่งสกปรกบนใบหน้าจะถูกล้างได้ด้วยสบู่ แต่สิ่งสกปรกที่เป็นโปรตีนจากผิวหนังที่ตายแล้วไม่สามารถถูกกำจัดได้ด้วยสบู่ ดังนั้น ต้องใช้โปรตีนเอสไฮโดรไลซ์สิ่งสกปรกดังกล่าว โดยปกติแล้วเมื่อเวลาผ่านไปแอคติวิตีของโปรตีนเอสจะลดลง โดยเฉพาะเมื่อปล่อยโปรตีนเอสไว้กับสารลดแรงตึงผิวในภาวะเปียก ซึ่งการตรึงเอนไซม์นี้จะช่วยให้โปรตีนเอสมีความคงตัวต่อความร้อน และ แอคติวิตีต่อการไฮโดรไลซ์ก็จะมี ความคงตัวระยะเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากไฟโบรอินจะป้องกัน โปรตีนเอสจากความร้อนและความชื้นนั่นเอง โดยแอคติวิตีของเอนไซม์เปลี่ยนแปลงไปเพียง ร้อยละ 10 หลังจากเก็บไว้ในอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสนาน 300 วัน (สิริรัตน์ จารุจินดา, 2548)

4.2 ด้านการแพทย์

เซริซินที่ตัวไหมผลิตออกมานั้น ไม่เพียงแต่ทำหน้าที่ยึดไฟโบรอินให้ติดกันเท่านั้น แต่ยังป้องกันการติดเชื้อจุลินทรีย์ให้กับดักแด้ได้ด้วย ดังนั้น เซริซินจึงถูกผสมในวัสดุทางการแพทย์ เช่น ผ้าพันแผล เพื่อป้องกันเชื้อโรค (อรุณี คงดี, 2548)

ไฟโบรอินนอกจากเอามาทำเป็นเส้นใยทอผ้าแล้ว ความพิเศษอีกอย่างก็คือ มีความคงทนต่อการทำลายของแบคทีเรียและสามารถเข้ากับเนื้อเยื่อของมนุษย์ได้ดี ในปัจจุบันมีการพัฒนาเส้นใยไฟโบรอินในทางการแพทย์ ซึ่งในต่างประเทศมีการใช้อย่างแพร่หลาย แต่สำหรับประเทศไทยก็มีอยู่บ้าง เช่น เป็นไหมที่ใช้เย็บแผล นอกจากนั้นยังนำมาทำหลอดเลือดเทียม อวัยวะเทียม สับเปลี่ยนเพาะเลี้ยงเซลล์ เป็นยารักษาแผลในปาก เป็นเมทริกซ์ในการตรึงเอนไซม์ ใช้เป็น หนังกเทียม และใช้ในระบบส่งยา (drug delivery system) ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษามากขึ้น ฯลฯ (ชูขวัญ ทรัพย์มณี, 2550)

4.3 อุตสาหกรรมเส้นใย

ใช้เซริซินผสมกับเส้นใยผ้าสำหรับเสื้อผ้าเพิ่มคุณสมบัติในการระบายความร้อน ทำให้เกิดความสบายเมื่อสวมใส่ ลดประจุไฟฟ้าที่อยู่บนพื้นผิวผ้าได้เมื่ออากาศแห้ง เป็นสาร

ยับยั้งป้องกันกลิ่นอับชื้น ผ้าฝ้ายที่มีเซรีซินเคลือบจะช่วยลดการระคายเคือง โดยเฉพาะกับเด็ก และผู้ที่ผิวแพ้ง่าย และช่วยลดผื่นแดงในบริเวณที่มีการแพ้ของผู้สวมใส่ได้ (อรุณี คงดี. 2548)

4.4 การประยุกต์ใช้เป็นวัสดุที่สลายได้ทางชีวภาพ (Biodegradable material)

ในการทำวัสดุที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพนั้นจะใช้เซรีซินเป็นวัตถุดิบที่นำไปผสมกับ เซรีซิน โดยให้เกิดปฏิกิริยากันระหว่างสารละลายของเซรีซินหรือผงเซรีซินกับ สารละลายพอลิออล(Polyol) ซึ่งจากปฏิกิริยาก็จะเกิดความร้อนและแก๊สขึ้นตามกระบวนการผลิต วัสดุพอลิเมอร์หรือโฟมทั่วไป โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้้นอกจากจะย่อยสลายได้ทางชีวภาพตาม จุดประสงค์ของการผลิตแล้ว ยังมีความสามารถในการดูดซับความชื้น ได้ดียิ่งกว่าผลิตภัณฑ์ ที่ปราศจากเซรีซินหลายเท่า และนอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางกลและทางความร้อนได้อีกด้วย ตัวอย่างเช่น ภาชนะบรรจุอาหารชนิดต่างๆ (Zhang. 2002)

4.5 การประยุกต์ใช้เป็นวัสดุเยื่อแผ่น (Membrane material)

เซรีซินมีสมบัติเหมาะสมในการแยกสาร นั่นคือ มีคุณสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน (semipermeable membrane) จากสมบัตินี้จึงได้มีการวิจัยเพื่อ ไปผสมในยาแคปซูล เพื่อให้ เซรีซินทำหน้าที่ปลดปล่อยตัวยาออกสู่ร่างกายในปริมาณที่ต้องการ (control release) (อรุณี คงดี. 2548 ; Zhang. 2002)

4.6 ใช้เป็นวัสดุทางชีวภาพ (Biomaterials)

โปรตีนจากไหมสามารถนำไปผลิตเป็นวัสดุทางชีวภาพที่มีคุณสมบัติเป็น สารต้านการตกตะกอน (anticoagulant) โดยนำไฟโบรอินและเซรีซินของไหมมาทำปฏิกิริยา ซัลโฟเนชัน (sulphonation) ด้วยการเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 10-90 หรือ 0.5-500 เท่าของปริมาณของไฟโบรอินหรือเซรีซินที่สกัดได้ และทำปฏิกิริยาซัลโฟเนชันที่อุณหภูมิ 20-100 องศาเซลเซียสเป็นเวลาหลายชั่วโมง สารต้านการตกตะกอนที่ได้จากปฏิกิริยานี้มีศักยภาพ พอดีที่จะใช้แทน heparin ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่พบในเนื้อเยื่อปอดและตับ มีสมบัติทำให้เลือด แข็งตัวช้า นอกจากนี้สารต้านการตกตะกอนดังกล่าวนี้ยังสามารถนำมาใช้ในยาสีฟันและครีม โคนหนวดเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อ HIV (สิริรัตน์ จารุจินดา. 2548)

4.7 อุตสาหกรรมอาหาร

ไฟโบรอินในรูปผงไหมมีรสหวานเปรี้ยว และมีกลิ่นหอม ผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้ โปรตีนไหมดังกล่าว เช่น ลูกกวาด ของหวาน บะหมี่ เต้าหู้ และน้ำ (สิริรัตน์ จารุจินดา. 2548)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หรือชุดกิจกรรมปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จัดเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ศึกษาได้สำรวจและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1.1 งานวิจัยในประเทศ

อรอุมา ละมุล (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับ โลหะหนัก ที่ใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้ 1) เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณ โลหะหนักในน้ำและความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับ โลหะหนัก 2) เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับ โลหะหนัก พร้อมทั้งคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า 1) วัสดุธรรมชาติทุกชนิดสามารถดูดซับ โลหะทองแดงและนิกเกิลได้ ซึ่งความสามารถในการดูดซับ โลหะหนัก ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุธรรมชาติและสามารถตรวจสอบความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับ โลหะทองแดงและนิกเกิลได้ 2) สามารถพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับ โลหะหนักได้ 7 บท โดยค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก 3) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์กำหนด คือ 80.11/80.27

พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องเทคนิคการแยกสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องเทคนิคการแยกสาร ผลการวิจัยพบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 81.19/80.33 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมทั้งความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

พรยมล บัวศิริ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีความมุ่งหมาย 3 ประการคือ 1) เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้และผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 3) เพื่อศึกษา เจตคติของนักเรียนต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) บท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 77.75/79.33 2) นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ด้านความรู้หลังเรียน ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์ และ 3) ด้านเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าระดับดี

พรทิพย์ วงษ์นาป่า (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสกัดและแยกสารประกอบแซนโทนจากผลมังคุด สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดจันทบุรี โดยมีจุดมุ่งหมายคือ 1) เพื่อศึกษาวิธีการสกัดและแยก สารประกอบแซนโทนจากผลมังคุด รวมทั้งทดสอบสมบัติของสารประกอบแซนโทนที่สกัดได้ เพื่อนำผลการทดลองไปสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของบท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสกัดและแยกสารประกอบแซนโทนจากผลมังคุด 3) เพื่อ ศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดจันทบุรี ที่เรียนด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสกัดและแยกสารประกอบแซนโทนจากผลมังคุด ใน 3 ด้าน คือ ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความสามารถ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำการทดลอง และเจตคติของ นักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสกัดและแยกสารประกอบแซนโทนจากผล มังคุด ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เป็นไปตามทฤษฎี ที่ได้ศึกษาค้นคว้าและสามารถนำไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้ 2) บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 บทมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 3) นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม และ 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความสามารถทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำการทดลองและเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อรสา เอี่ยมสะอาด (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ (5Es) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วารีย์ บุญลือ (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมาย 4 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อศึกษาทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 4) เพื่อศึกษาความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามีประสิทธิภาพ 84.38/80.50 2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3) นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และ 4) นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จริญญา ศิลานบุตร (2551 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดเชิงเหตุผลจากการเรียนด้วยโปรแกรมบทเรียน เรื่อง การอนุรักษ์และรักษาสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของนักเรียนที่มีผลการเรียนต่างกัน มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาโปรแกรมบทเรียน เรื่อง การอนุรักษ์และรักษาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาดัชนีประสิทธิผล โปรแกรมบทเรียน เรื่อง การอนุรักษ์และรักษาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้น 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงเหตุผล เรื่อง การอนุรักษ์และรักษาสิ่งแวดล้อมก่อนและ

หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมบทเรียน 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดเชิงเหตุผลระหว่างนักเรียนที่มีผลการเรียนต่างกันที่เรียนด้วยโปรแกรมบทเรียน เรื่อง การรณรงค์และรักษาสิ่งแวดล้อม 5) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วย โปรแกรมบทเรียนที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า 1) โปรแกรมบทเรียน เรื่อง การรณรงค์และ รักษาสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.95/81.91 และ โปรแกรมบทเรียน เรื่อง การ รณรงค์และรักษาสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาขึ้นมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.69 แสดงว่า นักเรียนมี ความก้าวหน้าใน การเรียนร้อยละ 69 2) นักเรียนที่มีผลการเรียนต่างกันที่เรียนด้วย โปรแกรม บทเรียน มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงเหตุผลและคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นจาก ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มสูงและนักเรียนกลุ่มต่ำที่เรียน ด้วยโปรแกรมบทเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงเหตุผลไม่ต่างกัน และ 4) นักเรียนที่เรียนด้วย โปรแกรมบทเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน โดยรวมอยู่ในระดับมาก

สันติ พันธุ์ชัย (2553 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาผลการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้และด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของ นักเรียนต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 77.31/79.68 2) นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่าระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการ โดยรวมสูงกว่า ระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แสงศรี ศิลาอ่อน (2553 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการพัฒนาทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบ ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายกรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความ มุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบชุดกิจกรรม การทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายกรด-เบส กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) หาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 3) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน 4) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายกรด-เบส กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.70/79.59 2) คำนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.7188 และ 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2 งานวิจัยต่างประเทศ

Chatterjee (2009 : 1427-1432) ได้ศึกษาการทำปฏิบัติการสืบเสาะมีความสำคัญต่อการพัฒนามโนทัศน์ของนักศึกษาและทำให้นักศึกษามีความเข้าใจลึกซึ้งขึ้น โดยแบ่งนักศึกษาเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ทำการทดลองสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง (guided inquiry) และแบบสืบเสาะแบบปลายเปิด (open inquiry) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สอนวิชาเคมีทั่วไปของมหาวิทยาลัยใหญ่ทางตอนใต้แห่งหนึ่ง (large southwestern university) นักศึกษาถูกถามให้ทำแบบใหม่ คือ สืบเสาะแบบมีโครงสร้าง สืบเสาะแบบปลายเปิด หรือทั้งสองวิธี การศึกษายังรวมถึงสอบถามเจตคติของนักศึกษาคือการสืบเสาะทั้งสองแบบที่นักศึกษาได้ทำระหว่างเรียน และสิ่งที่นักศึกษาได้รับมากขึ้นจากการทำการทดลองสืบเสาะแบบปลายเปิด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าร้อยละ 78 ของนักศึกษามีความสามารถระบุ identify guided-inquiry laboratories ขณะที่ร้อยละ 54 สามารถระบุ open-inquiry laboratories มีเพียงร้อยละ 46 ที่ระบุได้ทั้งสองวิธีอย่างถูกต้อง นักศึกษาชอบการทดลองสืบเสาะแบบมีโครงสร้างมากกว่าแบบปลายเปิด และพวกเขาได้เรียนรู้มากกว่าเมื่อทำการสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง

Cengiz (2010 : Abstract) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนในวิชาเคมี โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนเกรด 9 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องการแยกสาร จำนวน 16 การทดลอง ซึ่งสร้างโดยโปรแกรม flash และใช้ในกลุ่มทดลอง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสอนแบบปกติ

Milner (2011 : Abstract) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการเรียนรู้และแรงจูงใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ได้รับการสอน โดยใช้ปฏิบัติการกับการเรียน วิทยาศาสตร์แบบปกติ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างการเรียนการสอนโดยการสอนแบบปกติกับการสอนปฏิบัติการเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปฏิบัติการมีความรู้ขั้นสูงและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ดีกว่า นักเรียนที่เรียนแบบปกติ

Tatli และ Ayas (2013 : Abstract) ได้ศึกษาการใช้ปฏิบัติการเคมีเสมือนจริงมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำวิธีการศึกษาจากปฏิบัติการเคมีเสมือนจริง (VCL) จากผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน 90 คน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความแตกต่างกัน (โดยให้เป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม) ศึกษารวบรวมผลข้อมูลของการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (CCUA) การทดสอบอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการ (LET) และสังเกตองค์ประกอบ การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย (SPSS) เปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่ม สรุปได้ว่าปฏิบัติการเคมีเสมือนจริงมีประสิทธิภาพ ประสพผลสำเร็จทั้งสองกลุ่มและนักเรียนรู้จักใช้ทักษะและนักเรียนได้รู้จักการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการทดลอง

จากการศึกษาและประมวลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งงานวิจัยภายในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า การเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะทำให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้าน โดยตรงและอาจศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติจากสิ่งที่สามารถเรียนด้วยตนเอง ได้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น และมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในทางบวก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

การดำเนินพัฒนาบทปฏิบัติการในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีในการดำเนินการศึกษาเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 132 คน จาก 3 ห้องเรียน ที่มีการจัดนักเรียนแบบกระจายความสามารถในการเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จาก 1 ห้อง จำนวน 43 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่มโดยการจับสลากห้องเรียน (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหม จำนวน 5 บทปฏิบัติการ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง โปรตีน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นแบบปรนัย ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป จำนวน 30 ข้อ

4. แบบทดสอบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ เป็นแบบปรนัย ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Credibility of Sources and Observation) ด้านความสามารถในการนิรนัย (Deduction) ด้านความสามารถในการอุปนัย (Induction) ด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption identification) จำนวน 40 ข้อ

5. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1.1 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้ศึกษาได้แบ่งการดำเนินการ ดังนี้

1.1.1 การจัดทำร่างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดำเนินการดังนี้ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องได้แก่ 1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 2) คู่มือตัวชี้วัดและสารการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา 3) คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2551 และ 4) เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทำการศึกษาและวิเคราะห์ในส่วนที่เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 3 เรื่อง สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 มากำหนดกิจกรรมบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยบทปฏิบัติการเรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหม เป็นเป็นปฏิบัติการแบบสืบเสาะ (Investigative Laboratory) โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E Learning Cycle) ประกอบด้วย (Marvin, 2006)

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) ขั้นนี้นักเรียนจะได้ศึกษาถึงสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ขั้นนี้นักเรียนจะร่วมกันวางแผนการทดลองตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงการทดลอง โดยกำหนดหน้าที่ที่หมุนเวียนตามบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละเรื่อง

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) ขั้นนี้นักเรียนจะช่วยกันสรุปผลจากผลการทดลอง และตอบคำถามที่ส่งเสริมการคิดซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ทำการทดลองในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

4) ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase) ขั้นนี้นักเรียนจะช่วยกันอธิบายคำถามที่เน้นความคิดขั้นสูงโดยระดมความคิดเห็นซึ่งอาจจะเกิดการโต้แย้งภายในกลุ่ม มีคำถามเพื่อส่งเสริมการคิดขั้นสูง จำนวน 4 คำถาม คือ

4.1) คำถามส่งเสริมการคิด

4.2) คำถามเกี่ยวข้องกับเนื้อหาส่งเสริมการให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

4.3) คำถามเกี่ยวข้องกับเนื้อหาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

4.4) คำถามเกี่ยวข้องกับเนื้อหาอาชีพ

5) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ขั้นนี้นักเรียนจะถูกประเมินจากการตอบคำถามในขั้นตอนที่ 1) ขั้นตอนที่ 5)

ซึ่งบทปฏิบัติการมีโครงสร้างแบบปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ตามที่ครูกำหนดไว้ให้ (Teacher-Structured Laboratory) จำนวน 5 บทปฏิบัติการ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนจากสารสกัดโปรตีนใหม่

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การสกัดโปรตีนจากรังไหม

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การหาค่า pI ของโปรตีนจากรังไหม

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การแปลงสภาพโปรตีน

บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง ประโยชน์และการประยุกต์ใช้โปรตีนใหม่

1.1.2 การทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

1) นำบทปฏิบัติการที่ได้ไปทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและความเหมาะสมของบทปฏิบัติการ แล้วพัฒนาเป็น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบทมีองค์ประกอบ 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่1 ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ แนวคิดหลักและแนวคิดรอง

ส่วนที่2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย อุปกรณ์และสารเคมี และวิธีการทดลอง

ส่วนที่3 เอกสารรายงานผลการทดลอง,คำถามส่งเสริมการคิดขั้นสูงทำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเอกสารอ้างอิง

2) นำไปทดลองสอนกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อปรับปรุงบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมต่อไป

1.2 คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนที่จะนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอน โดยดำเนินการดังนี้

1.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 2) คู่มือตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา 3) คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2551 และ 4) เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทำการศึกษาและวิเคราะห์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับการนำมาพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยการสร้างให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพตามทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลการศึกษาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 เรื่อง สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 มากำหนดกิจกรรมบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1.2.2 ศึกษาตัวชี้วัด สาระแกนกลางมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ คำอธิบายรายวิชา สาระที่ : 3 สารและสมบัติของสาร จุดประสงค์ รวมทั้งเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการสร้างคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบทมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) คำชี้แจงแนวปฏิบัติ 3) วัตถุประสงค์ 4) แนวคิดหลัก 5) แนวคิดรอง 6) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 7) สถานการณ์ 8) ตัวบทปฏิบัติการ และ 9) แนวการตอบคำถามการคิด

ขั้นสูงท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1.2.3 นำคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.3 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านซึ่งประกอบด้วย

นายรุ่งระวี ศิริบุญนาม ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนพืชมงคลวิทยาการ จังหวัดมหาสารคาม

ดร. ฤทัยทิพย์ วิเศษศรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และ

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตสกลนคร

อาจารย์ ธนชาติ อิ่มสมบัติ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับองค์ประกอบของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไปและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง (ตารางที่ 30 ภาคผนวก ข)

1.4 การประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปประเมินคุณภาพองค์ประกอบของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ที่เป็นชุดเดียวกับที่ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (ตารางที่ 31 ภาคผนวก ข) ซึ่งประเมินองค์ประกอบของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกำหนดคะแนนของระดับความคิดเห็นแต่ละช่วง ดังนี้

กำหนดให้	ความคิดเห็น	คะแนน
	ดีมาก	5 คะแนน
	ดี	4 คะแนน
	ปานกลาง	3 คะแนน
	พอใช้	2 คะแนน
	ต้องปรับปรุง	1 คะแนน

ส่วนการแปลความจากช่วงของค่าเฉลี่ยรายชื่อ กำหนดให้ ดังนี้

- คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ดีมาก
 คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ดี
 คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง
 คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง พอใช้
 คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ต้องปรับปรุง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 ดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตร
 สถานศึกษาโรงเรียนบรบือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง
 เนื้อหากับตัวชี้วัด และศึกษาคู่มือการวัดและการประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้าง
 แบบทดสอบ

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 แล้วนำผลที่ได้มาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยมีพฤติกรรม 3 ด้านดังนี้

2.2.1 ด้านความรู้ – ความจำ

2.2.2 ด้านความเข้าใจ

2.2.3 ด้านการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การจำแนกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของพฤติกรรม 3 ด้าน

เนื้อหา	พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านที่						รวม	
	รู้-จำ		เข้าใจ		นำไปใช้			
	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้
กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์	3	2	3	1	2	1	8	4
ชนิดและหน้าที่ของ โปรตีน	3	2	2	1	2	2	7	5
การทดสอบ โปรตีน	3	2	3	2	2	2	8	6
เอนไซม์และสมบัติของเอนไซม์	3	1	3	3	3	2	9	6

เนื้อหา	พฤติกรรมการณ์เรียนรู้ด้านที่						รวม	
	รู้จำ		เข้าใจ		นำไปใช้			
	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้
ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	3	2	3	2	2	1	8	5
โครงสร้างของโปรตีน	4	2	3	2	3	3	10	7
การแปลงสภาพของโปรตีน	3	2	3	2	4	3	10	7
รวม	22	13	20	13	18	14	60	40

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นจุดเดียวกับจุดที่ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรม การเรียนรู้ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC (สมนึก ภัททิยธนี. 2551) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นฉบับไปทดลองใช้ (ตารางที่ 32 ภาคผนวก ข)

2.4 นำแบบทดสอบฉบับทดลองใช้ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบรือวิทยาคาร อำเภอบรือ จำนวน 34 คน จาก 1 ห้องเรียน

2.5 นำคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกตามวิธีของ เบรนนัน (Brennan) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 1.00 เก็บไว้ และพิจารณาเลือกข้อสอบให้ครบทุกตัวชี้วัดที่ได้กำหนดไว้ จำนวน 40 ข้อ

2.6 นำข้อสอบทั้ง 40 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .870 ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21-0.75 (ตารางที่ 26 ภาคผนวก ข)

2.7 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

3. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มาใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สุขศรีงาม

ลักษณะของข้อสอบเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก ใช้เวลาทำ 60 นาที แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ จำแนกเป็น 5 ทักษะ คือ

ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 ข้อ

ด้านการตั้งสมมติฐาน จำนวน 6 ข้อ

ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 4 ข้อ

ด้านการทดลอง จำนวน 7 ข้อ

ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป จำนวน 10 ข้อ

นำแบบทดสอบวัดการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ไปหาคุณภาพเครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 34 คน แล้วหาคุณภาพครั้งนี้ (ตารางที่ 27 ภาคผนวก ข)

1. ค่าอำนาจจำแนกในแต่ละด้าน ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.22-0.71

2. ค่าความเชื่อมั่นรายด้านและทั้งฉบับเท่ากับ 0.800

4. การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ

แบบทดสอบวัดการคิดวิจารณ์ญาณสร้างโดย สุพรรณิ สุวรรณจรัส (อัญชติ กล้าขັນ. 2557 อ้างถึงใน สุพรรณิ สุวรรณจรัส. 2543) ใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาทำ 60 นาที โดยอิงรูปแบบลักษณะแบบทดสอบจาก Cornell Critical Thinking Test, Level x ซึ่งพัฒนาโดย Ennis และ Millman. (1985) โดยมีโครงสร้างของแบบทดสอบ 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและ

การสังเกต จำนวน 10 ข้อ

ตอนที่ 2 ความสามารถในการนิรนัย จำนวน 10 ข้อ

ตอนที่ 3 ความสามารถในการอุปนัย จำนวน 10 ข้อ

ตอนที่ 4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น จำนวน 10 ข้อ

นำแบบทดสอบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ ไปหาคุณภาพเครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 34 คน แล้วหาคุณภาพครั้งนี้ (ตารางที่ 28 ภาคผนวก ข)

1. ค่าอำนาจจำแนกในแต่ละด้าน ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.24-0.74

2. ค่าความเชื่อมั่นรายด้านและทั้งฉบับเท่ากับ 0.820

5. การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
ดำเนินการดังนี้

5.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความพึงพอใจและวิธีการสร้างแบบ
ประเมินจากหนังสือการวิจัยเบื้องต้นของ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 50-100)

5.2 พัฒนาแบบประเมินความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ
ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert scale) และกำหนดการให้คะแนนการตอบ ดังนี้

กำหนดให้	ความพึงพอใจ	คะแนน
	พึงพอใจมากที่สุด	5 คะแนน
	พึงพอใจมาก	4 คะแนน
	พึงพอใจปานกลาง	3 คะแนน
	พึงพอใจน้อย	2 คะแนน
	พึงพอใจน้อยที่สุด	1 คะแนน

และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	ความพึงพอใจ
4.51-5.00	พึงพอใจมากที่สุด
3.51-4.50	พึงพอใจมาก
2.51-3.50	พึงพอใจปานกลาง
1.51-2.50	พึงพอใจน้อย
1.00-0.50	พึงพอใจน้อยที่สุด

5.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
ที่สร้างขึ้น

5.4 เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็น
ชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง
แก้ไข

5.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

5.6 นำคะแนนผลการประเมินที่ได้จากนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ด้วยวิธีหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item-Total Correlation) (ประสาธน์ เมืองเฉลิม. 2554) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 35-.67 (ตารางที่ 29 ภาคผนวก ข)

5.7 นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Alpha Coefficient: α) (ประสาธน์ เมืองเฉลิม. 2554) ซึ่งมีค่าเท่ากับ .908 (ตารางที่ 29 ภาคผนวก ข)

5.8 นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหาอีกครั้งหนึ่ง ก่อนนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยนำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ไปขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการ โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม เพื่อขออนุญาตทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ผลการสอบวิชาเคมีของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 แบ่งเป็นนักเรียนที่มีคะแนนวิชาเคมีสูง มีค่า T-Score เท่ากับ 50 ขึ้นไป และนักเรียนที่มีคะแนนวิชาเคมีต่ำ มีค่า T-Score ต่ำกว่า 50 แล้วนำคะแนนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไปทดสอบหาความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 25 ภาคผนวก ก)
3. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบทดสอบวัดการคิดวิจารณ์ญาณก่อนเรียน (Pretest) เพื่อนำคะแนนเปรียบเทียบกับหลังเรียน (Posttest) เมื่อเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
4. ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม 6 คน ได้ 6 กลุ่ม และกลุ่ม 7 คน ได้ 1 กลุ่ม โดยในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย นักเรียนที่มีผลคะแนนทดสอบวัดผลปลายภาคเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม ของภาคเรียนที่ 1/2557 ซึ่งแบ่งได้เป็น กลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนทดสอบวัดผลปลายภาคเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม สูง กลาง และต่ำ จำนวน 43 คน โดยในแต่ละกลุ่ม

จะประกอบด้วยนักเรียนที่มีคะแนนทดสอบวิชาเคมีเพิ่มเติม สูง 3 คน กลาง 2 คน และต่ำ 2 คน จำนวน 1 กลุ่ม นักเรียนที่มีคะแนนทดสอบวิชาเคมีเพิ่มเติม สูง 3 คน กลาง 2 คน และต่ำ 1 คน จำนวน 4 กลุ่ม และนักเรียนที่มีคะแนนทดสอบวิชาเคมีเพิ่มเติม สูง 3 คน กลาง 1 คน และต่ำ 2 คน จำนวน 2 กลุ่ม (ตารางที่ 33 ภาคผนวก ค) และทำความเข้าใจกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างถึงขั้นตอนการปฏิบัติการกรมในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละเรื่อง เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนที่ผู้วิจัยกำหนดไว้จำนวน 5 บทปฏิบัติการ รวมเวลาในการสอน 12 ชั่วโมง ทั้งนี้ไม่รวมเวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

วัน/เดือน/ปี	เวลา	จำนวน ชั่วโมง เรียน	เนื้อหาที่สอน
26 มกราคม 2558	8.30-10.30	2	ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
27 มกราคม 2558	13.30-14.30	1	ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ
2 กุมภาพันธ์ 2558	8.30-11.30	3	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนจากสารสกัดโปรตีนใหม่
3 กุมภาพันธ์ 2558	13.30-15.30	2	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การสกัดโปรตีนจากรังไหม
9 กุมภาพันธ์ 2558	8.30-11.30	2	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การหาค่า pI ของโปรตีนจากรังไหม
10 กุมภาพันธ์ 2558	13.30-15.30	2	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การแปลงสภาพโปรตีน

วัน/เดือน/ปี	เวลา	จำนวน ชั่วโมง เรียน	เนื้อหาที่สอน
16 กุมภาพันธ์ 2558	8.30-11.30	3	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง ประโยชน์และการประยุกต์ใช้ โปรตีนใหม่
23 กุมภาพันธ์ 2558	8.30-10.30	2	ทดสอบหลังเรียน โดยใช้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน แบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการ
24 กุมภาพันธ์ 2558	13.30-14.30	1	ทดสอบหลังเรียน โดยใช้ แบบทดสอบ วัดการคิดวิจารณ์ญาณ
	14.30-14.50	20 นาที	ทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อ การ เรียนด้วยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์

5. เมื่อดำเนินการสอนเสร็จแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบ
หลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบทดสอบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ ซึ่งเป็น
แบบทดสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน

6. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์

7. ตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ
เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ตรวจสอบแบบทดสอบต่างๆ แล้วนำไปหาค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, และ ร้อยละ
2. วิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (สมนึก กัททิยธนี. 2551)
3. วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ โดยใช้สถิติทดสอบ Paired t-test (จิระพรรณ สุขศรีงาม. 2536 : 433)
4. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและการคิดวิจารณ์ญาณโดยรวม มาทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว (One-way MANCOVA) ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของประชากร (Homogeneity of Variance) ความเป็นเอกพันธ์ของความชันของการถดถอย (Homogeneity of Regression Slope) ความเป็นเอกพันธ์ของเมตริกความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของประชากร (Homogeneity of Variance-Covariance Matrices) ซึ่งข้อมูลสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าว (ตารางที่ 23 ภาคผนวก ก)
5. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมหลังเรียนของนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกัน โดยใช้ F-test (One-way MANCOVA)
6. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรายด้านและการคิดวิจารณ์ญาณรายด้าน ของนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกัน โดยใช้ F-test (One-way ANCOVA)
7. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวิจัย ผู้วิจัยใช้สถิติดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่
 - 1.1 ค่าร้อยละ (Percentage)
 - 1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean)
 - 1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
2. สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ
 - 2.1 หากค่าดัชนีประสิทธิผลของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (สมนึก ภัททิยธนี. 2551)
 - 2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง (สมนึก ภัททิยธนี. 2551)
 - 2.2.2 ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 214)
 - 2.2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิธีของเบรนนาน (Brennan) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 212)
 - 2.2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของโลเวท Lovett Method (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 229)
 - 2.3 หากค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อของแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียน ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ Item-total Correlation (ประสาธ เนื่องเฉลิม. 2554)
 - 2.4 ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) (ประสาธ เนื่องเฉลิม. 2554)
3. สถิติที่ใช้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้แก่
 - 3.1 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะกระบวนการ วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ โดยใช้ Pearson's Correlation (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2553)
 - 3.2 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของประชากร (Homogeneity of Variance) โดยใช้ Levene's Test Statistic (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2553)
 - 3.3 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความชันของการถดถอย (Homogeneity of Regression Slope) ใช้ F-test (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2553)

3.4 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมตริกความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม
ของประชากร (Homogeneity of Variance-Covariance Matrices) โดยใช้ Box's M. Method
(F-test) (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2553)

4. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

4.1 Paired t-test (จิระพรรณ สุขศรีงาม. 2536 : 168-169)

4.2 F-test (One-way MANCOVA และ ANCOVA) (ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. 2553
: 53-66)



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย (Mean)

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

SOV แทน แหล่งความแปรปรวน (Source of Variation)

F แทน สถิติทดสอบที่ใช้พิจารณาใน F-distribution

SS แทน ผลบวกกำลังสอง (Sum of Squares)

MS แทน ค่ากำลังสองเฉลี่ย (Mean Square)

Df แทน ระดับขั้นของความเสรี (Degrees of Freedom)

t แทน สถิติทดสอบที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนเรียงลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมีต่างกัน

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณโดยรวมหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณหลังเรียนเป็นรายด้าน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน

ตอนที่ 5 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลของค่าดัชนีประสิทธิผลของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหม สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการเรียน	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน (\bar{X})	หลังเรียน (\bar{X})	E.I.
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	40	8.767	25.348	0.531

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหม มีค่าเท่ากับ 0.531

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมีต่างกัน

1. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1 นักเรียนโดยรวม

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวม

ผลการเรียน	ก่อนเรียน (n=43)			หลังเรียน (n=43)			t	p
	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	8.767	2.910	21.91	25.349	3.511	63.37	-78.555	<.001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6 พบว่า นักเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 8.767$ คิดเป็นร้อยละ 21.91 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 25.349$ คิดเป็นร้อยละ 63.37 ของคะแนนเต็ม) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม โดยนักเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$)

1.2 นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง

ผลการเรียน	ก่อนเรียน (n=21)			หลังเรียน (n=21)			t	p
	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	11.381	1.564	28.45	28.333	2.394	70.83	-49.656	<.001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 7 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 11.381$ คิดเป็นร้อยละ 28.45 ของ

คะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน โดยใช้ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 28.333$ คิดเป็นร้อยละ 70.83 ของคะแนนเต็ม) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$)

2.1.3 นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ

ผลการเรียน	ก่อนเรียน (n=22)			หลังเรียน (n=22)			t	p
	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	6.273	1.120	15.68	22.500	1.336	56.25	-68.584	<.001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 8 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 6.273$ คิดเป็นร้อยละ 15.68 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X} = 22.500$ คิดเป็นร้อยละ 56.25 ของคะแนนเต็ม) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$)

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.2.1 นักเรียนโดยรวม

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยรวม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน (n=43)			หลังเรียน (n=43)			t	p
		\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
1. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	.767	.570	25.56	1.791	.965	59.70	-6.793	<.001*
2. การตั้งสมมติฐาน	6	1.412	.793	23.53	3.326	.993	55.43	-12.874	<.001*
3. การกำหนดและควบคุม ตัวแปร	4	.605	.622	15.12	2.233	.996	55.82	-11.856	<.001*
4. การทดลอง	7	1.232	.750	17.60	3.674	1.017	52.48	-15.898	<.001*
5. การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	10	2.488	1.279	24.88	4.790	1.206	47.90	-10.608	<.001*
โดยรวม	30	6.511	2.051	21.70	15.814	3.768	52.71	-21.039	<.001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 9 พบว่านักเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมก่อนเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}=6.511$ คิดเป็นร้อยละ 21.70 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ($\bar{X}=605-2.488$ คิดเป็นร้อยละ 15.12-25.56 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 หลังเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนโดยรวม ($\bar{X}=15.814$ คิดเป็นร้อยละ 52.71 ของคะแนนเต็ม) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน ($\bar{X}=1.791-3.674$ คิดเป็นร้อยละ 52.48-59.70 ของคะแนนเต็ม) สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม แต่มีด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ($\bar{X}=4.790$ คิดเป็นร้อยละ 47.90 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม โดยนักเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและรายด้านหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$)

2.2.2 นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ก่อนและหลังเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน (n=21)			หลังเรียน (n=21)			t	p
		\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
1. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	.619	.589	20.63	2.286	.845	76.20	-9.597	<.001*
2. การตั้งสมมติฐาน	6	1.619	.740	26.98	3.905	.768	65.08	-11.608	<.001*
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	4	.809	.601	20.22	2.905	.700	72.62	-10.799	<.001*
4. การทดลอง	7	1.762	.539	25.17	4.429	.676	63.27	-12.021	<.001*
5. การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	10	3.000	1.342	30	5.619	.805	56.19	-7.241	<.001*
โดยรวม	30	7.809	1.569	26.03	19.14	2.031	63.80	-20.637	<.001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 10 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยรวมก่อนเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}=7.809$ คิดเป็นร้อยละ 26.03 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ($\bar{X}= .619 - 3.000$ คิดเป็น ร้อยละ 20.63 – 30.00 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 50 หลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยรวม ($\bar{X}=19.142$ คิดเป็น ร้อยละ 63.80 ของคะแนนเต็ม) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน ($\bar{X}= 2.28 - 5.619$ คิดเป็นร้อยละ 56.19 – 76.20 ของคะแนนเต็ม) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยรวม และรายด้านหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$)

2.2.3 นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน (n=22)			หลังเรียน (n=22)			t	p
		\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
1. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	.909	.526	30.3	1.318	.838	43.93	-2.614	.008*
2. การตั้งสมมติฐาน	6	1.227	.812	20.45	2.772	.869	46.20	-7.951	<.001*
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	4	.409	.590	10.22	1.590	.796	39.75	-8.342	<.001*
4. การทดลอง	7	.727	.550	10.38	2.954	.722	42.20	-10.742	<.001*
5. การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	10	2.000	1.023	20.00	4.000	.975	40.00	-8.431	<.001*
โดยรวม	30	6.511	2.051	21.70	15.814	3.769	52.71	-21.039	<.001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 11 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยรวมก่อนเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}=6.511$ คิดเป็นร้อยละ 21.70 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน คือด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ($\bar{X}= .409 - 2.000$ คิดเป็น ร้อยละ 10.22 – 30.30 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 หลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยรวม ($\bar{X}= 15.814$ คิดเป็นร้อยละ 52.71 ของคะแนนเต็ม) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน ($\bar{X}= 1.318 - 4.000$ คิดเป็นร้อยละ 39.75 - 46.20 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยรวม และรายด้านหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p \leq .008$)

2.3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์

2.3.1 นักเรียน โดยรวม

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวม

การคิดวิจารณ์	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน (n=43)			หลังเรียน (n=43)			t	p
		\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
1. ด้านความสามารถ ในการพิจารณาความ น่าเชื่อถือของ แหล่งข้อมูลและการ สังเกต	10	2.209	1.121	22.09	4.046	1.495	40.46	-7.588	<.001*
2. ด้านความสามารถ ในการนิรนัย	10	1.720	1.076	17.20	4.023	1.595	40.23	-11.003	<.001*
3. ด้านความสามารถ ในการอุปนัย	10	1.441	1.053	14.41	4.116	1.576	41.16	-13.262	<.001*
4. ด้านความสามารถ ในการระบุข้อตกลง เบื้องต้น	10	2.000	1.091	20.00	4.116	1.417	41.16	-12.422	<.001*
โดยรวม	40	7.372	2.554	18.43	16.302	4.575	40.75	-18.679	<.001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 12 พบว่า นักเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์โดยรวมก่อนเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}=7.372$ คิดเป็นร้อยละ 18.43 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต ด้านความสามารถในการนิรนัย ด้านความสามารถในการอุปนัย และด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ($\bar{X}=1.441-2.209$ คิดเป็นร้อยละ 14.41 – 22.09 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 หลังเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นักเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์โดยรวม ($\bar{X}=16.302$ คิดเป็นร้อยละ 40.75 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน ($\bar{X}=4.023 - 4.116$ คิดเป็นร้อยละ 40.23 - 41.16 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยนักเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์โดยรวมและรายด้านหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$)

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์ญาณก่อนและหลังเรียน โดยใช้
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง

การคิดวิจารณ์ญาณ	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน (n=21)			หลังเรียน (n=21)			t	p
		\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
1. ด้านความสามารถ ในการพิจารณาความ น่าเชื่อถือของ แหล่งข้อมูลและการ สังเกต	10	2.809	.980	28.09	5.000	.948	50.0	-6.674	<.001*
2. ด้านความสามารถ ในการนิรนัย	10	1.952	1.023	19.52	5.000	1.224	50.0	-12.031	<.001*
3. ด้านความสามารถ ในการอุปนัย	10	1.952	1.071	19.52	5.190	51.90	1.030	-14.210	<.001*
4. ด้านความสามารถ ในการระบุข้อตกลง เบื้องต้น	10	2.571	1.075	25.71	5.000	50.0	1.095	-8.919	<.001*
โดยรวม	40	9.285	1.736	23.21	20.190	50.47	2.358	-24.125	<.001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 13 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์ญาณโดยรวมก่อนเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}=9.285$ คิดเป็นร้อยละ 23.21 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต ด้านความสามารถในการนิรนัย ด้านความสามารถในการอุปนัย และด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ($\bar{X}=1.952 - 2.809$ คิดเป็นร้อยละ 19.52 - 28.09 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 หลังเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์ญาณโดยรวม ($\bar{X}=20.190$ คิดเป็นร้อยละ 50.47 ของคะแนนเต็ม) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน ($\bar{X}=5.000 - 5.190$ คิดเป็นร้อยละ 50.00 - 51.90 ของคะแนนเต็ม) เท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยนักเรียนที่มีผล

การเรียนรู้เคมีสูงมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์โดยรวมและรายด้านหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$)

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ

การคิดวิจารณ์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน (n=22)			หลังเรียน (n=22)			t	p
		\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ		
1. ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต	10	1.636	.953	16.36	3.136	1.356	31.36	-4.328	<.001*
2. ด้านความสามารถในการนิรนัย	10	1.500	1.102	15.00	3.091	1.342	30.91	-6.315	<.001*
3. ด้านความสามารถในการอุปนัย	10	.954	.785	9.54	3.091	1.306	30.91	-7.392	<.001*
4. ด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น	10	1.454	.800	14.54	3.273	1.162	32.73	-9.403	<.001*
โดยรวม	40	5.545	1.738	13.86	12.591	2.648	31.47	11.720	<.001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 14 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์โดยรวมก่อนเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ($\bar{X}=5.545$ คิดเป็นร้อยละ 13.86 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต ด้านความสามารถในการนิรนัย ด้านความสามารถในการ และด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ($\bar{X} = .954 - 1.636$ คิดเป็นร้อยละ 9.54 - 16.36 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 หลังเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์โดยรวม ($\bar{X}=12.591$ คิดเป็นร้อยละ 31.47 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน ($\bar{X} = 3.091 - 3.273$ คิดเป็นร้อยละ

30.91 - 32.73 ของคะแนนเต็ม) ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิจารณ์ญาณโดยรวมและรายด้านหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$)

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและการคิดวิจารณ์ญาณโดยรวมหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและการคิดวิจารณ์ญาณโดยรวมหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One-way MANCOVA)

Multivariate Tests							
SOV	Test Statistic	Value	F	Hypothesis df	Error df	p	Partial Eta Squared
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน	Pillai's Trace	.488	11.420	3	36.000	<.001*	.488
	Wilks' Lambda	.512	11.420	3	36.000	<.001*	.488
	Hotelling's Trace	.952	11.420	3	36.000	<.001*	.488
	Roy's Largest Root	.952	11.420	3	36.000	<.001*	.488
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียน	Pillai's Trace	.106	1.418	3	36.000	.253	.106
	Wilks' Lambda	.894	1.418	3	36.000	.253	.106
	Hotelling's Trace	.118	1.418	3	36.000	.253	.106
	Roy's Largest Root	.118	1.418	3	36.000	.253	.106
การคิดวิจารณ์ญาณก่อนเรียน	Pillai's Trace	.179	2.612	3	36.000	.066	.179
	Wilks' Lambda	.821	2.612	3	36.000	.066	.179
	Hotelling's Trace	.218	2.612	3	36.000	.066	.179
	Roy's Largest Root	.218	2.612	3	36.000	.066	.179
ผลการเรียนเคมี	Pillai's Trace	.185	2.723	3	36.000	.059	.185
	Wilks' Lambda	.815	2.723	3	36.000	.059	.185
	Hotelling's Trace	.227	2.723	3	36.000	.059	.185
	Roy's Largest Root	.227	2.723	3	36.000	.059	.185

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 15 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีแตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและการคิดวิจารณ์ โดยรวมหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ($p = .059$)

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์หลังเรียนเป็นรายด้าน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน

4.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายด้าน

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายด้านหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One-way ANCOVA)

Univariate Test							
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	Source of variation	SS	df	MS	F	p	Partial Eta Squared
1. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	ก่อนเรียน	6.223	1	6.223	10.924	.002*	.215
	ผลการเรียน	13.740	1	13.740	24.078	<.001*	.376
	ความคลาดเคลื่อน	22.825	40	.571			
2. การตั้งสมมติฐาน	ก่อนเรียน	3.541	1	3.541	5.870	.020*	.128
	ผลการเรียน	9.756	1	9.756	16.171	<.001*	.288
	ความคลาดเคลื่อน	24.132	40	.603			
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ก่อนเรียน	2.727	1	2.727	5.348	.026*	.118
	ผลการเรียน	12.497	1	12.497	24.503	<.001*	.380
	ความคลาดเคลื่อน	20.400	40	.510			
4. การทดลอง	ก่อนเรียน	1.401	1	1.401	2.998	.091	.070
	ผลการเรียน	18.401	1	18.401	39.368	<.001*	.496
	ความคลาดเคลื่อน	18.696	40	.467			
5. การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	ก่อนเรียน	.431	1	.431	.530	.471	.013
	ผลการเรียน	21.299	1	21.299	26.197	<.001*	.396
	ความคลาดเคลื่อน	32.521	40	.813			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 16 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกันหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน แตกต่างกัน ($p < .001$) โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงมีคะแนนเฉลี่ยทั้ง 5 ด้านดังกล่าวมากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ (ตารางที่ 18)

4.2 การคิดวิจารณ์ญาณเป็นรายด้าน

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบการคิดวิจารณ์ญาณเป็นรายด้านหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน (One-way ANCOVA)

Univariate Test							
การคิดวิจารณ์ญาณ	Source of variation	SS	df	MS	F	p	Partial Eta Squared
1. ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต	ก่อนเรียน	.221	1	.221	.157	.694	.004
	ผลการเรียน	29.562	1	29.562	20.977	<.001*	.344
	ความคลาดเคลื่อน	56.370	40	1.409			
2. ด้านความสามารถในการนิรนัย	ก่อนเรียน	18.105	1	18.105	14.567	<.001*	.267
	ผลการเรียน	27.145	1	27.145	21.841	<.001*	.353
	ความคลาดเคลื่อน	49.714	40	1.243			
3. ด้านความสามารถในการอุปนัย	ก่อนเรียน	7.383	1	7.383	5.945	.019*	.129
	ผลการเรียน	22.458	1	22.458	18.084	<.001*	.311
	ความคลาดเคลื่อน	49.674	40	1.242			
4. ด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น	ก่อนเรียน	11.230	1	11.230	10.920	.002*	.214
	ผลการเรียน	9.665	1	9.665	9.398	.004*	.190
	ความคลาดเคลื่อน	41.134	40	1.028			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 17 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกันหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีการคิดวิจารณ์ญาณเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน แตกต่างกัน ($p < .004$) โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงมีคะแนนเฉลี่ยทั้ง 4 ด้านดังกล่าวมากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ (ตาราง 19)

ตารางที่ 18 คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการ โดยรวมและรายด้านของนักเรียนจำแนกตามผลการเรียนเคมี

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	คะแนน เต็ม	ผลการเรียนเคมี			
		กลุ่มสูง (n=21)		กลุ่มต่ำ (n=22)	
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
1. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	2.286	.845	1.318	.838
2. การตั้งสมมติฐาน	6	3.905	.768	2.772	.869
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	4	2.905	.700	1.590	.796
4. การทดลอง	7	4.429	.676	2.954	.722
5. การแปลความหมายข้อมูลและ การลงข้อสรุป	10	5.619	.805	4.000	.975
โดยรวม	30	19.142	2.031	15.814	3.769

ตารางที่ 19 คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมและ
รายด้านของนักเรียนจำแนกตามผลการเรียนเคมี

การคิดวิจารณ์ญาณ	คะแนน เต็ม	ผลการเรียนเคมี			
		กลุ่มสูง (n=21)		กลุ่มต่ำ (n=22)	
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
1. ด้านความสามารถในการ พิจารณาความน่าเชื่อถือของ แหล่งข้อมูลและการสังเกต	10	5.000	.948	3.136	1.356
2. ด้านความสามารถในการนิรนัย	10	5.000	1.224	3.091	1.342
3. ด้านความสามารถในการอุปนัย	10	5.190	1.030	3.091	1.306
4. ด้านความสามารถในการระบุ ข้อตกลงเบื้องต้น	10	5.000	1.095	3.273	1.162
โดยรวม	40	20.190	2.358	12.591	2.648

ตอนที่ 5 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์

ตารางที่ 20 ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	\bar{X}	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ
1. ความน่าสนใจของเนื้อหา	4.69	.51	มากที่สุด
2. การทดลองด้วยตนเองทำให้เข้าใจเนื้อหา	4.62	.57	มากที่สุด
3. ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารประกอบ	4.00	.78	มาก
4. มีความยาก-ง่าย เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน	4.04	.68	มาก
5. คำถามระหว่างทำหรือทำกิจกรรมของบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	4.30	.59	มาก
6. ความสนุกในการเรียน	4.25	.87	มาก
7. ครูแนะนำในการวางแผนการทำกิจกรรม	4.37	.81	มาก
8. การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	4.25	.75	มาก
9. เนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน	4.16	.78	มาก
10. เรียนเคมีโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.34	.65	มาก
11. กิจกรรมส่งเสริมให้มีอิสระในการคิดและการเรียนรู้	4.48	.55	มาก
12. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.46	.63	มาก
13. ช่วยให้นักเรียนมีทักษะการคิด	4.32	.74	มาก
14. การนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียน ระดับสูง	4.51	.50	มากที่สุด
15. การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง	4.18	.76	มาก
16. คำถามส่งเสริมการคิดมีของนักเรียน	4.27	.54	มาก
17. คำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม	4.65	.48	มากที่สุด
18. คำถามเกี่ยวกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์	4.34	.68	มาก
19. การนำความรู้ที่ได้รับจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.46	.66	มาก
20. ความร่วมมือของสมาชิกในการทำบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	4.32	.71	มาก
โดยรวม	4.35	.662	มาก

จากตารางที่ 20 พบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความ
พึงพอใจโดยรวม อยู่ในระดับมาก โดยมีความพึงพอใจเป็นรายชื่ออยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน
4 ข้อ ได้แก่ ความน่าสนใจของเนื้อหา, การทดลองด้วยตนเองทำให้เข้าใจเนื้อหา, การนำความรู้
ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียนระดับสูง และ คำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี และสังคม ส่วนความพึงพอใจที่เหลืออีก 16 ข้อ อยู่ในระดับมาก



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของ โปรตีน จากรังไหม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการคิดวิจารณ์ญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอน พอสรุปได้ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติทางเคมีของ โปรตีนจากรังไหม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติทางเคมีของ โปรตีนจากรังไหม
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ ของนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีต่างกัน โดยใช้บท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติทางเคมีของ โปรตีนจากรังไหม
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้น

สรุปผล

1. ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของ โปรตีน จาก รังไหม สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ 0.531

2. นักเรียนโดยรวม นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูงและนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิด วิเคราะห์วิจารณ์ โดยรวมและรายด้านทุกด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .001$)

3. นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ โดยรวมไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการกำหนดและ ควบคุมตัวแปร ด้านการทดลอง และด้านการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของ แหล่งข้อมูลและการสังเกต ด้านความสามารถในการนิรนัย ด้านความสามารถในการอุปนัย และด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น มากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ ($p < .001$)

4. นักเรียนโดยรวมมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหมโดยรวมอยู่ในระดับ มาก

อภิปรายผล

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.531 ซึ่ง บางส่วนสอดคล้องเทียบเคียงกับผลการศึกษาของแสงศรี ศิลาอ่อน (2553: บทคัดย่อ) พบว่า ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายกรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าดัชนี ประสิทธิภาพเท่ากับ 0.718

การที่ผลการศึกษาปรากฏเช่นนี้ อาจเนื่องมาจาก บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้นเป็นการจัดการเรียนการสอน โดยใช้วิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง หรือ สร้างความรู้ด้วยตนเอง (พิมพันธ์ เดชะอุปถ. 2545 : 56) เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมหา ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ยังเป็นการเรียน แบบสืบเสาะซึ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ความเข้าใจใหม่ด้วยตนเอง ตามแนวความคิด ของกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้ (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. 2539: 32-33) รูปแบบการทดลองของบท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มุ่งให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา ได้ปฏิบัติ แสวงหาความรู้ด้วย ตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกัน ได้สัมผัสและ รู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และรู้จักรับผิดชอบงานร่วมกัน (วิมล สำราญวานิช. 2532:

79-80) อีกทั้ง บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี เนื่องจาก นักเรียนเป็นผู้ศึกษาทดลอง วิเคราะห์เหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปและอภิปรายผล รวมถึงการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการด้วยตนเอง จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้ดีกว่าการเรียนการสอนด้วยวิธีบรรยาย จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้าในการเรียน

2. นักเรียน โดยรวมและจำแนกตามผลการเรียนเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมและรายด้านทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .001$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ 2544 : 56) และ (อรอุมา ละมุล. 2541 : 123) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และบางส่วนสอดคล้องเกี่ยวกับผลการศึกษาของ (แสงศรี ศิลอาอ่อน. 2553: บทคัดย่อ) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายกรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (อรสา เอี่ยมสะอาด. 2548 : 76-79)

การที่ผลการศึกษาปรากฏเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นปฏิบัติการแบบสืบเสาะ (Investigative Laboratory) โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E Learning Cycle) ซึ่งมีโครงสร้างแบบปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ตามที่ครูกำหนดไว้ให้ (Teacher-Structured Laboratory) ประกอบด้วย แนวคิดการทดลอง สถานการณ์ที่ครูกำหนด พร้อมทั้งให้นักเรียนวางแผนการทดลองตามขั้นตอนในบทปฏิบัติการ ตรวจสอบสมมติฐานของการทดลอง สรุปผล และตอบคำถามที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูงท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละคนในกลุ่ม ซึ่งเน้นทฤษฎีทางสติปัญญาของ Piaget ในเรื่องการปรับขยายโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Assimilation) การปรับเปลี่ยนโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Accommodation) และการจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Organization) (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. 2545 : อ้างถึงใน Reilly and Lewis. 1983 : 60) ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณเป็นทักษะทางสติปัญญา

จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถทางสติปัญญาตลอดจนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น อีกทั้งบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ยังมีคำถามส่งเสริมการคิดและจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือจึงทำให้นักเรียนพัฒนาเร็วขึ้น

3. นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวมและการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวม ไม่แตกต่างกัน ซึ่งบางส่วนสอดคล้องเทียบเคียงกับงานวิจัยของ (จริญญา ศีลานุตร. 2551 : 75) พบว่านักเรียนที่มีผลการเรียนสูงและนักเรียนที่มี ผลการเรียนต่ำที่เรียนด้วยโปรแกรมบทเรียนที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดเชิงเหตุผลไม่ต่างกัน การที่ผลการศึกษาปรากฏเช่นนี้ อาจเนื่องมาจาก นักเรียนทั้งสองกลุ่มซึ่งมีโครงสร้างความรู้ไม่เท่ากันได้เรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีการจัดกลุ่ม โดยละความสามารถของนักเรียน นักเรียน ได้เรียน โดยร่วมมือกัน ต้องรับผิดชอบหน้าที่ของตนเองและในขณะเดียวกันก็ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่นๆ ด้วย เพื่อประโยชน์ร่วมกัน อีกทั้งยังเป็นการเรียนรู้ในแบบลงมือปฏิบัติ ทำให้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม (Dewey. 1963: 25-50) อย่างไรก็ตาม นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้รับประโยชน์จากการเรียนร่วมกันจึงทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวมไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทั้ง 5 ด้าน และการคิดวิจารณ์ญาณ ทั้ง 4 ด้าน มากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำ ($p < 0.001$) การที่ผลการศึกษาปรากฏเช่นนี้ อาจเนื่องมาจาก บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นปฏิบัติการแบบสืบเสาะที่เน้นการใช้กระบวนการทางสติปัญญา (Intellectual Procedure) สำหรับสร้างความรู้ความเข้าใจใหม่ด้วยตนเองของนักเรียน โดยใช้กรอบความรู้-ความคิดเดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว (Existing Knowledge) ทำหน้าที่ช่วยจัดความรู้ใหม่ที่ได้รับจากประสบการณ์เรียนรู้ (Constructivism) (Osborne and Wittrock. 1983: 429) ซึ่งนักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูงมีโครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) (Piaget. 1964) โครงสร้างความรู้ (Knowledge Structure) ดีกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ จึงสามารถเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดีกว่า มีความเชื่อมั่นในตนเอง (Confidence) มีความเอาใจใส่และกระตือรือร้นมากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ (Johnson and others. 1987: 223-257) จึงมีความกล้าในการคิด การทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง กล้าซักถามโต้แย้ง และแสดงความคิดเห็นในระหว่างเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ดี ดังนั้นนักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูง จึงสามารถพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รายด้านและการคิดวิจารณ์ญาณรายด้านได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ

4. นักเรียนโดยรวมมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหม โดยรวมอยู่ในระดับ มาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ (พันศักดิ์ สายแสงจันทร์. 2544 : บทคัดย่อ); (ประนอม วุฒิพันธุ์. 2550 : บทคัดย่อ); (สันติ พันธุ์ชัย. 2553 : บทคัดย่อ) และ (เรณู เทพเทียมทัศน์. 2556 : บทคัดย่อ) ซึ่งพบว่า นักเรียน มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก การที่ผลการศึกษา ปรากฏเช่นนี้ อาจเนื่องมาจาก บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นบทปฏิบัติการที่ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของ นักเรียน มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียน ได้ฝึกฝนทักษะต่างๆด้วยตนเอง นักเรียน มีส่วนร่วมในการทดลองและศึกษาค้นคว้าอย่างอิสระ นักเรียนมีความกระตือรือร้น ความ พึงพอใจและภาคภูมิใจ นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ถ้าทำให้ผู้เรียน มีความชอบ สนใจ หรือมีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และกระบวนการค้นหาคำรู้ ทางการวิทยาศาสตร์ จัดเป็นการพัฒนาคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ในเมืองต้นที่ส่งผลให้ผู้เรียน มีจิตใจไปในทางที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี. 2555 : 147) การจัดกิจกรรมดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้ ตั้งใจและ กระตือรือร้นที่จะปฏิบัติกิจกรรมต่างๆอย่างเต็มใจและเต็มความสามารถ มีความพึงพอใจและ สนุกสนานในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัย พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิด วิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้ครูผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรส่งเสริมและนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้สูงขึ้นต่อไป

1.2 ในการที่ครูจะนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไปใช้สอน ควรศึกษารายละเอียด และขั้นตอนการสอนต่างๆ ให้เข้าใจเพื่อการเรียนการสอนจะได้มีประสิทธิภาพสูงสุด

1.3 ก่อนที่ครูจะให้ให้นักเรียนใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ควรชี้แจงแนะนำให้นักเรียนเข้าใจวิธีและขั้นตอนการใช้บทปฏิบัติการให้ดีก่อนเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการเรียนการสอน

1.4 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น ครูควรปรับเวลา การทำกิจกรรมให้เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียนจะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาปัจจัยร่วมกับตัวแปรอื่นๆ ที่คาดว่าจะส่งผลต่อ การคิด วิเคราะห์ ตัดสินใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ เช่น ประสบการณ์ในการเรียนของนักเรียนแต่ละคน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ระยะเวลาในการสอนของครู (ช่วงเช้า – ช่วงบ่าย) และบุคลิกภาพของครูวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรส่งเสริมให้ครูพัฒนาและนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่นำเนื้อหาที่ เกี่ยวข้องกับท้องถิ่น และเป็นเรื่องราวที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ที่ลำดับกิจกรรมแบบ Investigative Inquiry ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาให้นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติเอง ส่งผลให้สามารถพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ กระบวนการคิดขั้นสูง



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กมลณีย์ เกษตระ. การเปรียบเทียบผลการเรียนโดยใช้ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.
- กรมวิชาการ. เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.
กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2554.
- _____. แนวทางการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว, 2555.
- กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพฯ : ชุมชนุสสทกรณการเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.
- กุศลสิน มุสิกกุล. การเรียนการสอนโดยใช้ Scientific Inquiry. สสวท. 35(149): 36-38, 2550.
- เกียรติชัย ดวงศรี. การใช้สารสกัดโปรตีนเซรีซินจากงาไหมเสียด. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2553.
- จริญญา ศิลานุตร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงเหตุผลจากการเรียน
ด้วยโปรแกรมบทเรียน เรื่องการรณรงค์และรักษาสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ของนักเรียนที่มีผลการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม, 2551.
- จิราพร หนูลาย. ผลการใช้วิธีสอนแบบ SQ4R ที่มีต่อความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษ
เพื่อความเข้าใจและความพึงพอใจต่อการเรียนภาษาอังกฤษ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโหล๊ะหาร จังหวัดพัทลุง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2552.
- จิระพรรณ สุขศรีงาม. ชีวสถิติเบื้องต้น. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2536.
- จุฑามาศ อนันต์เต่า. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.

- ชลิตา พันธุ์อ่อน. การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องการผลิตและการตรวจสอบ
คุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ, 2554.
- ชัชวาล รัตนสวนจิก. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ ระหว่างการสอนแบบร่วมมือ(STAD) การสอนแบบ
4MAT และการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- ชูขวัญ ทรัพย์มณี. สก๊ตโปรตีนจากรังไหมผู้ผงไหม. เกษตรกรรมธรรมชาติ (10)5: 10-18,
2550.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย. การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2542.
- ทิสนา เขมมณี และคณะ. วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป
แมนเนจเม้นท์จำกัด, 2554.
- _____. ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- ฐปทอง กว้างสวัสดิ์. การสอนการคิด. กรุงเทพฯ : ข้าวฟ่าง, 2554.
- นลินี อินดีคำ. ชุดกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์, 2551.
- นันทวัน คำสียา. การเปรียบเทียบการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติ
ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วย
วิธีการเรียนรู้แบบ LT การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบ SSCS.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2551.
- นิกร จำปาหาร. การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบผสมผสานและแบบปกติที่มีต่อความสามารถในการ
โต้แย้งและการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ที่มีแรงจูงใจใฝ่
สัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม, 2555.

- บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก, 2554.
- _____. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2554.
- _____. การพัฒนาหลักสูตรและวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2546.
- ประนอม วุฒิปันธุ์. การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของแมลงในห้องอิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 2550.
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. การจัดการเรียนการสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Teaching/Learning). กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546.
- ประสาธ อิศรปริดา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ : กราฟิการ์ต, 2523.
- ประสาธ เนื่องเฉลิม. จัยการเรียนการสอน. มหาสารคาม : อภิชาติการพิมพ์, 2554.
- พรทิพย์ วงษ์นำป่า. การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องการสกัดและการแยกสารประกอบแทนโทนจากผลมังคุดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดนนทบุรี. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2554.
- พรขมล บัวคีรี. การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.
- พลวิสันต์ สิงหาอาจ. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหา ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบ KWDL วิธีสอนแบบนิรนัยและวิธีสอนตามรูปแบบของ สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกรวดวิทยาการ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- พัชรินทร์ พรหนองแสน. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณ์ญาณและความตระหนักรู้ด้านความรับผิดชอบ วิชชีวิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการเรียนแบบเว็บเควสท์กับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (SE). วิทยานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2557.

- พันศักดิ์ สายแสงจันทร์. การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- พิมพ์ันท์ เดชะคุปต์. "การพัฒนาโครงการเพื่อเสนอขอทำ การเขียนรายงานและเทคนิค การนำเสนอโครงการงานวิทยาศาสตร์", การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน1. กรุงเทพฯ : บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด, 2544.
- _____. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (พว.), 2545.
- ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. "แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์",วารสารวิจัยและ พัฒนาการเรียนการสอน. 2(8) : 1-10 ; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2530.
- _____. "การเรียนรู้ตามทัศนะกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) กับการสอน วิทยาศาสตร์,"วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 1(2):32-33;กรกฎาคม-ธันวาคม. 2539.
- _____. "ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะ", ในเอกสารประกอบการสอน วิชาการสอนวิทยาศาสตร์. มหาสารคาม : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.
- _____. เอกสารแนะนำโปรแกรมSPSS :เอกสารประกอบรายวิชา 1601501 Statistical Method for Sciences and Health Sciences. มหาสารคาม:มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.
- ภพ เลหาไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ไทยวัฒนาพานิช, 2542.
- เรณู เทพเทียมทัศน. การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็น ฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, 2556.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพ์ันท์ เดชะคุปต์. กิจกรรมทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์สำหรับครู. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพทางวิชาการ, 2542.
- วารีย์ บุญลือ. การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550.


- วิภาดา แส่นสอน. การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานและรูปแบบการเรียนรู้แบบ
ปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานต่างกัน.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.
- วิมล สำราญวานิช. การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2532.
- ศันสนีย์ ฉัตรกฤษณ์ และ อุษา ชูชาติ. ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพฯ : วัฒนา
พานิช, 2554.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). รายงานผลการทดสอบทาง
การศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556 :
<http://www.niets.or.th.2556>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตาม
แนวความคิด Constructivism. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุทธสา.ลาดพร้าว, 2540.
- _____. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546.
- _____. การศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการทำ
ข้อสอบเขียนตอบแบบบรรยาย วิชาวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1. กรุงเทพฯ : สถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552.
- _____. การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2555.
- สมนึก ภัททิยธานี. พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. กอสินธุ์ : ประสานการพิมพ์, 2551.
- สันติ พันธุ์ชัย. การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ วท.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2553.
- สำนักคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม
แห่งชาติ ฉบับที่ 10 (2550-2554). ม.ป.ท. : ม.ป.พ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2550). รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบ
เสาะหาความรู้ (5Es) (Online). Available:
<http://school.obec.go.th/nitade/data/Inquiry%20process.pdf>

- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. รายงานผลการประเมินคุณภาพ
ภายนอกของสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : สำนักงานรับรอง
มาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2556.
- สิริรัตน์ จารุจินดา. “ใหม่: การลอกกาวยุคใหม่ และการฟอกขาวใหม่”, คัลเลอร์เวย์
(10) 56: 34-38, 2548.
- สุเทพ อุสาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2526.
- สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. เอกสารคำสอนวิชา ปถ.421 วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม.
กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- สุภาพร วงเวียง. การเปรียบเทียบผลการเรียนวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7-E)
ที่กำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิกกับการสอนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม, 2549.
- สุรเกียรติ์ สนิทมาก. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ ความ
พึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนชั้นระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบัน
เทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ที่ได้รับการสอนแบบเอ็มไอเอพีกับการสอนแบบ
ปกติ. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ราชภัฏกำแพงเพชร, 2547.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.
กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์, 2551.
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. 21 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.
กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์, 2545.
- แสงศรี ศิลลาอ่อน. ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้วยการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบชุดกิจกรรมการทดลอง
วิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายกรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.

- อรสา เอี่ยมสะอาด. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2548.
- อรอุมา ละมุล. การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนัก ที่ใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2541.
- อรุณี คงดี. “โปรตีนไหม/ซิริซิน”, วารสารแม่โจ้ปริทัศน์ (6) 1: 50-54, 2548.
- อัญชลี กล้าขันธ์. การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนแบบผสมผสานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีผลต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลการเรียนชีววิทยาต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2557.
- อัมพร กรุดวงษ์. การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อนสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จังหวัดนครปฐม. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2548.
- Barman, C. and Kotar.M. “The Learning Cycle,” *Science and Children*. 26(7) : 30-32 ; April. 1989.
- Bybee, R.W. and others. “The 5E Learning Cycle Model,” *Inquiry Approach*. 9(2) : 59-63; February. 1989.
- _____. “Integrating the History and Nature of Science and Technology in Science and Social Studies Curriculum,” *Science Education*. 75(1): 143-155. 1991.
- Cengiz T. “The Effect of the Virtual Laboratory on Students’ Achievement and Attitude in Chemistry”, *Journal of International Online Journal of Educational Sciences*, 2 (1), 37-53. 2010.

- Chatterjee, Suparna., Williamson, Vickie M., McCann, Kathleen., Peck, M. Larry.
 “Surveying Students' Attitudes and Perceptions toward Guided-Inquiry and Open-
 Inquiry Laboratories”, **Journal of Chemical Education**, 86(12): 1427-1432. 2009.
- Dewey, J. **Experience and Education**. New York: Macmillan Publishing Company. 1963.
- Ennis, R. H. and Millman, J. **Cornell Critical Thinking Test, Level X**. Pacific Grove,
 CA: Midwest Publications, 1985.
- Heiss, E.D. and others. **Modern Science Teaching**. New York : Macmillan
 Publishing, 1959.
- Heiss, Elwood D. Obourm and W. Charler Hoffman. **Modern Science Teaching**. New York
 : The Macmillan Company, 1945.
- Hilgard E.D. **Introduction to Psychology**. New York : Harcourt Brace and World, Inc,
 1962.
- Hofstein, A., and Lunetta, V.N. “The Role of Laboratory in Science Teaching”, *Neglected Aspects of
 Research. Reviews of Educational Research*, 52(2), 203. 1982.
- Johnson, B., Marton F. and Svensson L. “An Approach to Describing Learning as Change
 Between Qualitative Different Conceptions”, in **Cognitive Structure and
 Conceptual Change**. P. 223-257. New York: Academic Press Inc, 1987.
- Lawson, A.E. **Science Teaching and the Development of Thinking**. California :
 Wadsworth, 1995.
- Marvin N, Tolman. **Hands-On Life Science Activities for Grades K-6**. San Francisco,
 CA: Jossey-Bass, 2006.
- Maslow, A.H. **Introduction to Psychology**. 3rd. New York: Harcourt Brace &
 World, 1962.
- Milner, Andrea Rae. “Elementary Science Students’ Motivation and Learning Strategy Use:
 Constructivist Classroom Contextual Factors in a Life Science Laboratory and a
 Traditional Classroom”, **Science Teacher Education**. USA. 2011.
- Norris, S.P. and Ennis, R. Evaluating Critical Thinking. **The Practitioners’ Guide to
 Teaching Thinking Series**. Pacific Grove, CA: Midwest Publications., 1989.

- Osborne, R., and Wittrock, M. "Learning Science: A Generative Process", **Science Education**, 67, 490-508. 1983.
- Piaget, J. and Inhelder, B. **The Growth of Logic : From Childhood to Adolescence**.
New York : Basic Book, 1964.
- Renner, J.W. and Marek. E.D. "An Educational Theory Base for Science Teaching,"
Journal of Research in Science Teaching, 27(3) : 241-246 ; March 1990.
- Renner, J.W. and Stafford,D.G. "The Relationship between Intellectual Development and
Written Response to Science Question", **Journal of Research in Science Teaching**.
1979.
- Rogers, C.R. **Freedom to Learn**. Columbus : Charles E. Merrill Publishing Co. 1973.
- Sund, R.B and. Trowbridge. L.W **Teaching Science by Inquiry in Secondary School**.
Ohio : Chariese and Merrill Publishing, Co.1973.
- Tatli, Z., & Ayas, A. "Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement",
Educational Technology & Society, 16(1), 159- 170. 2013.
- Zhang, Y.-Q. "Applications of Natural Silk Protein Sericin in Biomaterials",
Biotechnology Advances. 20: 91-100. 2002.



ภาคผนวก ก

การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของ One-way ANCOVA และ One-way
MANCOVA และการทดสอบความแตกต่าง ของผลการเรียนเคมีของ
นักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
 ชั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ โดย ใช้ Pearson's correlation

ผลการเรียน	สหสัมพันธ์	ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์ชั้น บูรณาการ โดยรวม	การคิด วิจารณ์ โดยรวม
ทักษะ กระบวนการ วิทยาศาสตร์ชั้น บูรณาการ โดยรวม	r_{xy} p	.748 .000*	-	.799 .000*
การคิด วิจารณ์ โดยรวม	r_{xy} p	.761 .000*	-	-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 22 การทดสอบ Homogeneity of Variance ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ (Levene's
Test of Equality of Error Variances) ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน

ผลการเรียน	df1	df2	F	p	Homogeneity
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวม	1	41	.619	.436	เป็น
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยรวม	1	41	1.031	.316	เป็น
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ รายด้าน					
1. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	1	41	.094	.761	เป็น
2. การตั้งสมมติฐาน	1	41	.071	.791	เป็น
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	1	41	.004	.952	เป็น
4. การทดลอง	1	41	.014	.907	เป็น
5. การแปลความหมายข้อมูลและการลง ข้อสรุป	1	41	.103	.749	เป็น
การคิดวิจารณ์ญาณ โดยรวม	1	41	1.420	.240	เป็น
การคิดวิจารณ์ญาณรายด้าน					
1. ด้านความสามารถในการพิจารณาความ น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต	1	41	1.905	.175	เป็น
2. ด้านความสามารถในการนิรนัย	1	41	.033	.857	เป็น
3. ด้านความสามารถในการอุปนัย	1	41	.919	.343	เป็น
4. ด้านความสามารถในการระบุข้อตกลง เบื้องต้น	1	41	.274	.603	เป็น

ตารางที่ 23 การทดสอบ Homogeneity of Regression Slope โดยใช้คะแนน Pretest เป็น Covariate

SOV	SS	df	MS	F	p
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บูรณาการโดยรวม Pretest-ผลการเรียนเคมี	5.772	1	5.772	1.788	.189
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บูรณาการรายด้าน					
1. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ Pretest-ผลการเรียนเคมี	.103	1	.103	.177	.676
2. การตั้งสมมติฐาน Pretest-ผลการเรียนเคมี	.132	1	.132	.215	.646
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร Pretest-ผลการเรียนเคมี	1.737	1	1.737	3.629	.064
4. การทดลอง Pretest-ผลการเรียนเคมี	.259	1	.259	.547	.464
5. การแปลความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป Pretest-ผลการเรียนเคมี	2.728	1	2.728	3.571	.066
การคิดวิจารณ์บูรณาการโดยรวม Pretest-ผลการเรียนเคมี	4.133	1	4.133	.731	.398
การคิดวิจารณ์รายด้าน					
1. ด้านความสามารถในการพิจารณาความ น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต Pretest-ผลการเรียนเคมี	.673	1	.673	.471	.496
2. ด้านความสามารถในการนิรนัย Pretest-ผลการเรียนเคมี	.101	1	.101	.080	.779
3. ด้านความสามารถในการอุปนัย Pretest-ผลการเรียนเคมี	.074	1	.074	.058	.811
4. ด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น Pretest-ผลการเรียนเคมี	2.730	1	2.730	2.773	.104


ตารางที่ 24 การทดสอบ Homogeneity of Variance-Covariance Matrices ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ โดยรวมของนักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีแตกต่างกัน

Box's M	df1	df2	F	p
11.848	6	12102.089	1.817	.092

ตารางที่ 25 ผลการทดสอบความแตกต่างของผลการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 กลุ่ม

นักเรียน	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t	p
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
กลุ่มทดลองที่ 1	59.617	4.163	39.609	6.004	12.640	<.001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 26 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ เรื่อง โปรตีน จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากง่าย	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยากง่าย
1	.27	.68	21	.36	.35
2	.42	.35	22	.75	.38
3	.44	.62	23	.50	.38
4	.37	.32	24	.22	.32
5	.35	.47	25	.67	.35
6	.20	.35	26	.22	.32
7	.58	.41	27	.52	.29
8	.36	.26	28	.67	.35
9	.49	.32	29	.44	.50
10	.63	.38	30	.45	.41
11	.48	.53	31	.25	.38
12	.32	.35	32	.33	.41
13	.38	.32	33	.61	.47
14	.22	.41	34	.70	.56
15	.30	.50	35	.60	.44
16	.32	.38	36	.23	.56
17	.28	.41	37	.21	.24
18	.40	.44	38	.56	.74
19	.24	.44	39	.43	.35
20	.73	.44	40	.27	.71

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .870

ตารางที่ 27 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ จำนวน 30 ข้อ

ด้าน	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
1. การกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ	5	.53	.38
	15	.71	
	19	.41	
2. การตั้งสมมติฐาน	1	.65	.47
	4	.38	
	9	.30	
	13	.65	
	21	.51	
	23	.23	
3. การกำหนดและควบคุม ตัวแปร	2	.48	.36
	7	.57	
	14	.44	
	29	.62	
4. การทดลอง	6	.51	.34
	12	.45	
	20	.52	
	24	.35	
	26	.36	
	27	.29	
	28	.41	
5. การแปลความหมายข้อมูลและ การลงข้อสรุป	3	.36	.56
	8	.37	
	10	.48	
	11	.23	
	16	.27	
	17	.50	
	18	.56	
	22	.22	
	25	.46	
	30	.26	
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .80			

ตารางที่ 28 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ
จำนวน 40 ข้อ

ด้าน	ข้อ	ค่าอำนาจ จำแนก	ค่าความ เชื่อมั่น	ด้าน	ข้อ	ค่าอำนาจ จำแนก	ค่าความ เชื่อมั่น
1. ความสามารถ ในการพิจารณา ความน่าเชื่อถือ ของแหล่งข้อมูล และการสังเกต	1	.34	.65	3.ความสามารถ ในการอุปนัย	21	.51	.56
	2	.35			22	.37	
	3	.46			23	.33	
	4	.36			24	.74	
	5	.33			25	.24	
	6	.33			26	.47	
	7	.65			27	.25	
	8	.39			28	.38	
	9	.31			29	.34	
	10	.65			30	.29	
2. ความสามารถ ในการนิรนัย	11	.34	.52	4.ความสามารถ ในการระบุ ข้อตกลง เบื้องต้น	31	.44	.50
	12	.30			32	.31	
	13	.33			33	.31	
	14	.37			34	.61	
	15	.47			35	.51	
	16	.32			36	.48	
	17	.39			37	.43	
	18	.39			38	.64	
	19	.46			39	.48	
	20	.33			40	.45	

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ .82

ตารางที่ 29 ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น ของแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียน
ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	ค่าอำนาจจำแนก
1. ความน่าสนใจของเนื้อหา	.56
2. การทดลองด้วยตนเองทำให้เข้าใจเนื้อหา	.57
3. ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารประกอบ	.39
4. มีความยาก-ง่าย เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน	.35
5. คำถามระหว่างทำหรือท้ายกิจกรรมของบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	.39
6. ความสนุกในการเรียน	.62
7. ครูแนะนำในการวางแผนการทำกิจกรรม	.53
8. การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	.68
9. เนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน	.57
10. เรียนเคมีโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	.61
11. กิจกรรมส่งเสริมให้มีอิสระในการคิดและการเรียนรู้	.63
12. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	.45
13. ช่วยให้นักเรียนมีทักษะการคิด	.60
14. การนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียน ระดับสูง	.60
15. การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง	.44
16. คำถามส่งเสริมการคิดมีของนักเรียน	.67
17. คำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม	.51
18. คำถามเกี่ยวกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์	.64
19. การนำความรู้ที่ได้รับจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	.59
20. ความร่วมมือของสมาชิกในการทำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	.65
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ	.90

ตารางที่ 30 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับองค์ประกอบของ
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง
	1	2	3		
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีน					
จากสารสกัดโปรตีนใหม่องค์ประกอบบทปฏิบัติการ					
ส่วนที่ 1 แนวคิดของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
1.1 ความเหมาะสมของจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.2 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดหลัก	+1	+1	+1	3	1.00
1.3 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดรอง	+1	+1	0	2	0.67
1.4 ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.6 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	0	2	0.67
1.7 ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
1.8 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นสร้างความสนใจ	+1	+1	+1	3	1.00
1.9 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นศึกษาคำรวม	+1	+1	+1	3	1.00
1.10 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นหาคำอธิบาย	1	+1	+1	3	1.00
1.11 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นขยายผล	+1	+1	+1	3	1.00
1.12 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นประเมินผล	+1	0	+1	2	0.67
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
2.2 อุปกรณ์และสารเคมี	+1	+1	+1	3	1.00
2.3 วิธีการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบท					
ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
3.2 คำถามก่อนหรือท้ายการทดลอง					
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.3 ส่งเสริมการคิด	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.4 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง
	1	2	3		
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การสกัดโปรตีนจาก รังไหม					
องค์ประกอบบทปฏิบัติการ					
องค์ประกอบบทปฏิบัติการ					
ส่วนที่ 1 แนวคิดของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
1.2 ความเหมาะสมของจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.2 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดหลัก	+1	+1	+1	3	1.00
1.3 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดรอง	+1	+1	+1	3	1.00
1.4 ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.6 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	0	2	0.67
1.7 ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
1.8 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นสร้างความสนใจ	+1	+1	+1	3	1.00
1.9 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นศึกษาคำอธิบาย	+1	+1	+1	3	1.00
1.10 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นหาคำอธิบาย	+1	0	+1	2	0.67
1.11 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นขยายผล	+1	+1	+1	3	1.00
1.12 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นประเมินผล	+1	0	+1	2	0.67
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
2.2 อุปกรณ์และสารเคมี	+1	+1	+1	3	1.00
2.3 วิธีการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
3.2 คำถามก่อนหรือท้ายการทดลอง					
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.3 ส่งเสริมการคิด	0	+1	+1	2	0.67
3.2.4 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ การนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1.00

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง
	1	2	3		
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การหาค่า pH ของ โปรตีนจากงาไหม					
องค์ประกอบบทปฏิบัติการ					
องค์ประกอบบทปฏิบัติการ					
ส่วนที่ 1 แนวคิดของบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์					
1.3 ความเหมาะสมของจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.2 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดหลัก	+1	+1	0	2	0.67
1.3 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดรอง	+1	0	+1	2	0.67
1.4 ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.6 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00
1.7 ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
1.8 ความเหมาะสมของกิจกรรมขั้นสร้างความสนใจ	+1	+1	+1	3	1.00
1.9 ความเหมาะสมของกิจกรรมขั้นศึกษาคำอธิบาย	+1	+1	+1	3	1.00
1.10 ความเหมาะสมของกิจกรรมขั้นหาคำอธิบาย	+1	+1	+1	3	1.00
1.11 ความเหมาะสมของกิจกรรมขั้นขยายผล	+1	+1	+1	3	1.00
1.12 ความเหมาะสมของกิจกรรมขั้นประเมินผล	+1	0	+1	2	0.67
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
2.2 อุปกรณ์และสารเคมี	+1	0	+1	2	0.67
2.3 วิธีการทดลอง	+1	+1	0	2	0.67
ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	0	+1	+1	2	0.67
3.2 คำถามก่อนหรือท้ายการทดลอง					
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.3 ส่งเสริมการคิด	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.4 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ การนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1.00

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง
	1	2	3		
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การแปลงสภาพ โปรตีน					
องค์ประกอบบทปฏิบัติการ					
องค์ประกอบบทปฏิบัติการ					
ส่วนที่ 1 แนวคิดของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
1.4 ความเหมาะสมของจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.2 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดหลัก	+1	+1	+1	3	1.00
1.3 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดรอง	+1	0	+1	2	0.67
1.4 ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.6 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00
1.7 ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
1.8 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นสร้างความสนใจ	+1	+1	+1	3	1.00
1.9 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นศึกษาคำรวม	+1	+1	+1	3	1.00
1.10 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นหาคำอธิบาย	+1	+1	+1	3	1.00
1.11 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นขยายผล	+1	+1	+1	3	1.00
1.12 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
2.2 อุปกรณ์และสารเคมี	+1	+1	+1	3	1.00
2.3 วิธีการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	+1	0	+1	2	0.67
3.2 คำถามก่อนหรือท้ายการทดลอง					
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.3 ส่งเสริมการคิด	+1	+1	+1	2	1.00
3.2.4 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ การนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1.00

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง
	1	2	3		
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง ประโยชน์และการ ประยุกต์ใช้โปรตีนใหม่ องค์ประกอบบทปฏิบัติการ องค์ประกอบบทปฏิบัติการ ส่วนที่ 1 แนวคิดของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
1.5 ความเหมาะสมของจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.2 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดหลัก	+1	+1	+1	3	1.00
1.3 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดรอง	+1	0	+1	2	0.67
1.4 ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
1.6 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	3	1.00
1.7 ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
1.8 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นสร้างความสนใจ	+1	+1	+1	3	1.00
1.9 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นศึกษาสำรวจ	+1	+1	+1	3	1.00
1.10 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นหาคำอธิบาย	+1	+1	+1	3	1.00
1.11 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นขยายผล	+1	0	+1	2	0.67
1.12 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นประเมินผล	0	+1	+1	2	0.67
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
2.2 อุปกรณ์และสารเคมี	+1	0	+1	2	0.67
2.3 วิธีการทดลอง	+1	+1	0	2	0.67
ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
3.2 คำถามก่อนหรือท้ายการทดลอง					
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.3 ส่งเสริมการคิด	+1	+1	+1	3	1.00
3.2.4 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ การนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1.00

สรุปข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์จากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่1 ควรปรับแนวคิดรองให้เนื้อหากระชับขึ้น
2. ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่5 ควรปรับแนวคิดรอง ให้มีเพิ่มเนื้อหามากขึ้นและเพิ่มเติมขั้นขยายผล
3. ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่3 ควรปรับแนวคิดหลักและแนวคิดรอง เพิ่มส่วนของเนื้อหาหรืออาจจะอธิบายโดยใช้รูปภาพและเพิ่มกิจกรรมขั้นประเมินผล
4. อาจใช้อุปกรณ์ที่นอกเหนือจากห้องทดลองมาทดแทนได้เพื่อฝึกให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งเหลือใช้และประยุกต์ใช้อุปกรณ์ในการทดลอง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 31 ผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ระดับการประเมิน		
	1	2	3	คะแนนรวม	\bar{X}	ผลการประเมิน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1						
เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนจากสารสกัดโปรตีนใหม่						
องค์ประกอบบทปฏิบัติการ						
ส่วนที่ 1 แนวคิดของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
1.6 ความเหมาะสมของจุดประสงค์	4	5	4	14	4.67	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดหลัก	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของ แนวคิดรอง	4	4	4	12	4.00	ดี
1.4 ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา	4	4	5	13	4.33	ดี
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
1.6 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
1.7 ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	4	13	4.33	ดี
1.8 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นสร้างความสนใจ	5	4	4	14	4.67	ดีมาก
1.9 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นศึกษาสำรวจ	4	4	5	14	4.67	ดีมาก
1.10 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นหาคำอธิบาย	4	5	4	13	4.33	ดี
1.11 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นขยายผล	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.12 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นประเมินผล	4	4	4	12	4.00	ดี
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง	4	4	4	12	4.00	ดี
2.2 อุปกรณ์และสารเคมี	4	5	5	14	4.67	ดีมาก

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับการประเมิน		
	1	2	3	คะแนน รวม	\bar{X}	ผลการ ประเมิน
2.3 วิธีการทดลอง	4	4	4	12	4.00	ดี
ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและ คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	4	4	4	12	4.00	ดี
3.2 คำถามก่อนหรือท้ายการทดลอง						
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	4	14	4.67	ดีมาก
3.2.3 ส่งเสริมการคิด	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
3.2.4 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	5	4	4	13	4.33	ดี
				รวม	4.45	ดี
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การสกัดโปรตีนจากงาใหม่ องค์ประกอบบทปฏิบัติการ ส่วนที่ 1 แนวคิดของบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์						
1.1 ความเหมาะสมของจุดประสงค์	4	4	5	13	4.33	ดี
1.2 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิด หลัก	5	4	4	14	4.67	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดรอง	4	4	4	12	4.00	ดี
1.4 ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา	4	4	4	12	4.00	ดี
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
1.6 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
1.7 ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
1.8 ความเหมาะสมของกิจกรรมขั้นสร้างความ สนใจ	5	4	5	14	4.67	ดีมาก

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ระดับการประเมิน		
	1	2	3	คะแนนรวม	\bar{X}	ผลการประเมิน
1.9 ความเหมาะสมของกิจกรรมขั้นศึกษาดำรง	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
1.10 ความเหมาะสมของกิจกรรมขั้นหาคำอธิบาย	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
1.11 ความเหมาะสมของกิจกรรมขั้นขยายผล	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
1.12 ความเหมาะสมของกิจกรรมขั้นประเมินผล	4	4	5	13	4.33	ดี
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง	2	5	5	12	4.00	ดี
2.2 อุปกรณ์และสารเคมี	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
2.3 วิธีการทดลอง	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	4	4	4	12	4.00	ดี
3.2 คำถามก่อนหรือท้ายการทดลอง						
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	4	4	4	12	4.00	ดี
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	12	4.00	ดี
3.2.3 ส่งเสริมการคิด	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
3.2.4 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
รวม 4.45						ดี
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การหาค่า pH ของโปรตีนจากกุ้งหอม						
องค์ประกอบบทปฏิบัติการ						
ส่วนที่ 1 แนวคิดของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
1.1 ความเหมาะสมของจุดประสงค์	5	4	4	13	4.33	ดี

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			ระดับการประเมิน		
	1	2	3	คะแนน รวม	\bar{X}	ผลการ ประเมิน
1.2 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดหลัก	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดรอง	4	4	4	12	4.00	ดี
1.4 ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา	4	4	4	12	4.00	ดี
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
1.6 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.7 ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
1.8 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นสร้างความ สนใจ	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.9 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นศึกษาดำรง	4	4	4	12	4.00	ดี
1.10 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นหาคำอธิบาย	4	4	5	13	4.33	ดี
1.11 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นขยายผล	4	4	4	12	4.00	ดี
1.12 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นประเมินผล	4	4	4	12	4.00	ดี
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง	5	4	5	13	4.33	ดี
2.2 อุปกรณ์และสารเคมี	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
2.3 วิธีการทดลอง	4	5	4	13	4.33	ดี
ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและ คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	4	4	4	12	4.00	ดี
3.2 คำถามก่อนหรือท้ายการทดลอง						
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	5	4	5	14	4.67	ดีมาก

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับการประเมิน		
	1	2	3	คะแนน รวม	\bar{X}	ผลการ ประเมิน
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	4	13	4.33	ดี
3.2.3 ส่งเสริมการคิด	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
3.2.4 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
				รวม	4.43	ดี
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การ แปลงสภาพโปรตีน						
องค์ประกอบบทปฏิบัติการ						
ส่วนที่ 1 แนวคิดของบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์						
1.1 ความเหมาะสมของจุดประสงค์	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิด หลัก	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิด รอง	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
1.4 ความถูกต้องและความเหมาะสมของ เนื้อหา	4	4	5	13	4.33	ดี
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	4	13	4.33	ดี
1.6 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.7 ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.8 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นสร้าง ความสนใจ	4	4	5	13	4.33	ดี
1.9 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นศึกษา สำรวจ	4	4	4	12	4.00	ดี
1.10 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นหา คำอธิบาย	4	4	4	12	4.00	ดี
1.11 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นขยายผล	5	4	4	13	4.33	ดี


รายการที่ประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			ระดับการประเมิน		
	1	2	3	คะแนน รวม	\bar{X}	ผลการ ประเมิน
1.12 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้น ประเมินผล	4	4	4	12	4.00	ดี
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง						
2.2 อุปกรณ์และสารเคมี	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
2.3 วิธีการทดลอง	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถาม ท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	4	4	4	12	4.00	ดี
3.2 คำถามก่อนหรือท้ายการทดลอง						
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	4	13	4.33	ดี
3.2.3 ส่งเสริมการคิด	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
3.2.4 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้	4	4	4	12	4.00	ดี
				รวม	4.50	ดี
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง ประโยชน์และ การประยุกต์ใช้โปรตีนไหม องค์ประกอบบทปฏิบัติการ						
ส่วนที่ 1 แนวคิดของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
1.1 ความเหมาะสมของจุดประสงค์	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดหลัก	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องหรือเหมาะสมของแนวคิดรอง	5	4	4	13	4.33	ดี
1.4 ความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา	5	4	4	13	4.33	ดี

รายการที่ประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			ระดับการประเมิน		
	1	2	3	คะแนน รวม	\bar{X}	ผลการ ประเมิน
1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	4	13	4.33	ดี
1.6 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	4	13	4.33	ดี
1.7 ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.8 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นสร้างความสนใจ	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.9 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นศึกษาสำรวจ	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
1.10 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นหาคำอธิบาย	5	4	4	13	4.33	ดี
1.11 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นขยายผล	4	5	4	13	4.33	ดี
1.12 ความเหมาะสมของกิจกรรมชั้นประเมินผล	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
2.2 อุปกรณ์และสารเคมี	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
2.3 วิธีการทดลอง	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
3.2 คำถามก่อนหรือท้ายการทดลอง						
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	4	5	4	13	4.33	ดี
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	4	4	13	4.33	ดี
3.2.3 ส่งเสริมการคิด	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
3.2.4 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	5	5	5	15	5.00	ดีมาก
				รวม	4.69	ดีมาก
				รวมทั้งหมด	4.51	ดีมาก

ตารางที่ 32 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
2	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
3	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
4	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
5	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
6	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
7	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
8	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
9	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
10	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
11	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
12	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
13	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
14	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
15	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
16	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
17	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
18	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
19	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
20	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
21	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
22	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
23	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
24	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
25	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
26	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
27	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
28	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
29	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
30	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
31	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
32	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
33	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
34	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
35	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
36	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
37	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
38	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
39	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน
40	+1	+1	+1	3	1.00	ผ่าน



ภาคผนวก ค

การแบ่งกลุ่มการทดลอง (เก่ง : ปานกลาง : อ่อน)

ของนักเรียนโดยใช้คะแนน t-score

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY


ตารางที่ 33 แสดงผลการทดสอบปลายภาคเรียน วิชา เคมีเพิ่มเติม 1/2557 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 ใช้คะแนน t-score ในการแบ่งกลุ่มการทดลอง (เก่ง : ปานกลาง : อ่อน) จากนักเรียน ทั้งหมด 43 คน

เลขที่	คะแนน	ลำดับคะแนน	เลขที่	คะแนน	ลำดับคะแนน
1	40.4869	กลาง	23	60.3720	สูง
2	37.6461	ต่ำ	24	54.6905	สูง
3	46.1683	กลาง	25	49.0090	กลาง
4	40.4869	กลาง	26	60.3720	สูง
5	46.1683	กลาง	27	66.0534	สูง
6	60.3720	สูง	28	57.5312	สูง
7	60.3720	สูง	29	37.6461	ต่ำ
8	37.6461	ต่ำ	30	57.5312	สูง
9	63.2127	สูง	31	66.0534	สูง
10	57.5312	สูง	32	63.2127	สูง
11	40.4869	กลาง	33	40.4869	กลาง
12	37.6461	ต่ำ	34	34.8054	ต่ำ
13	37.6461	ต่ำ	35	40.4869	กลาง
14	31.9647	ต่ำ	36	54.6905	สูง
15	49.0090	กลาง	37	68.8942	สูง
16	46.1683	กลาง	38	37.6461	ต่ำ
17	49.0090	กลาง	39	63.2127	สูง
18	57.5312	สูง	40	57.5312	สูง
19	57.5312	สูง	41	29.1239	ต่ำ
20	54.6905	สูง	42	29.1239	ต่ำ
21	57.5312	สูง	43	46.1683	กลาง
22	66.0534	สูง			

จากตารางที่ 33 พบว่า นักเรียนที่ได้รับคะแนนกลุ่มสูง (มากกว่า 50 คะแนน) จำนวน 21 คน นักเรียนที่ได้รับคะแนนกลุ่มกลาง (ระหว่าง 40 – 50 คะแนน) จำนวน 12 คน นักเรียนที่ได้รับคะแนน กลุ่มต่ำ (ต่ำกว่า 40 คะแนน) จำนวน 10 คน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, แบบวัดทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และ

แบบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

วิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 30225 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

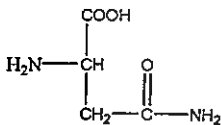
เรื่อง โปรตีน

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบปรนัยทั้งหมด จำนวน 40 ข้อ ให้นักเรียนกากบาทเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อความเกี่ยวกับโปรตีนต่อไปนี้ ข้อที่ผิด คือข้อใด

- ก. มวลโมเลกุลสูง
- ข. ประกอบด้วยธาตุ C, H, O และ N เท่านั้น
- ค. มอนอเมอร์ของโปรตีนคือ กรดอะมิโน
- ง. ประกอบด้วยหมู่ $-CONH-$

2. กำหนดสูตรอะมิโนชนิดหนึ่ง ดังนี้



หมู่ฟังก์ชันที่พบในกรดอะมิโนนี้มีอะไรบ้าง

- ก. หมู่อะมิโน 2 หมู่ หมู่คาร์บอนิล 1 หมู่ และ หมู่คาร์บอกซิล 1 หมู่
- ข. หมู่อะมิโน 2 หมู่ หมู่คาร์บอนิล 1 หมู่ หมู่เอไมด์ 1 หมู่ และหมู่คาร์บอกซิล 1 หมู่
- ค. หมู่อะมิโน 1 หมู่ หมู่เอไมด์ 1 หมู่ และ หมู่คาร์บอกซิล 1 หมู่
- ง. หมู่อะมิโน 2 หมู่ หมู่คีโตน 1 หมู่ และ หมู่คาร์บอกซิล 1 หมู่

3. โปรตีนแต่ละชนิดต่างกันดังข้อต่อไปนี้ ยกเว้น ข้อใด

- ก. ชนิดของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบ
- ข. จำนวนของกรดอะมิโนในแต่ละโมเลกุล
- ค. ลำดับและการจัดเรียงตัวของกรดอะมิโนในพอลิเพปไทด์
- ง. ชนิดของธาตุพื้นฐานสำคัญที่เป็น

4. โปรตีนจากสัตว์ในอาหารเมื่อรับประทานเข้าสู่ร่างกาย ถูกย่อยเป็นกรดอะมิโน ข้อใดไม่ใช่สมบัติของกรดอะมิโน

- ก. สามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่มีขั้ว
- ข. โมเลกุลประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบและบวกเท่ากัน
- ค. สามารถทำปฏิกิริยากับกรดและเบสได้
- ง. สามารถเกิดพอลิเมอร์เช่นแบบควบแน่นได้ สารพวกพอลิเพปไทด์

5. ข้อจัดเป็น โปรตีนเส้นใย

- ก. ฮอร์โมน
- ข. เอนไซม์
- ค. ไฟโบรอิน
- ง. แอนติบอดี

6. ข้อใดจัดเป็น โปรตีนก้อนกลม

- ก. คอลลาเจน
- ข. เคราติน
- ค. เอนไซม์
- ง. อีลาสติน

7. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. เคราตินในผมทำหน้าที่เป็นโปรตีนโครงสร้าง เพราะมีความแข็งแรงและยืดหยุ่นสูง
- ข. เซรีซินในเส้นไหมเป็นโปรตีนก้อนกลมและละลายน้ำได้น้อย

- ก. เคซีน(casein) ในน้ำนมเป็น โปรตีนที่ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย
- ง. อินซูลินเป็นฮอร์โมนไม่ใช่โปรตีน
8. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ต้อง
- ก. คอลลาเจนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ทำหน้าที่เกี่ยวกับกระบวนการเมทาบอลิซึมต่างๆ เพราะเป็น โปรตีนก้อนกลม
- ข. ไฟโบรอินในเส้นไหม เกิดจากสายพอลิเพปไทด์พันกัน ในลักษณะเหมือนเส้นใยยาวๆ จึงสามารถนำมาทอผ้าได้
- ค. ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงเป็นโปรตีนที่ทำหน้าที่ป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่จะเข้ามาทำอันตรายต่อร่างกาย
- ง. ไมโอซิน จัดเป็น โปรตีนก้อนกลม เพราะละลายน้ำได้ดี
9. โปรตีนที่มีคุณภาพสูงคือโปรตีนที่มี คุณสมบัติอย่างไร
- ก. ร่างกายนำไปสลายให้พลังงานได้มาก
- ข. ช่วยสร้างเนื้อเยื่อของร่างกายทำให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว
- ค. มีกรดอะมิโนชนิดจำเป็นต่อร่างกายครบถ้วน และย่อยได้ง่าย
- ง. ช่วยในการป้องกันโรคและเป็นภูมิคุ้มกันโรคของร่างกายได้
10. หากต้องการทดสอบสารพวกเพปไทด์ต้องใช้สารละลายใด
- ก. สารละลายเบนเนดิกต์
- ข. สารละลายไอโอดีน
- ค. สารละลายไบยูเรต
- ง. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
11. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสัมพันธกัน
- ก. สารละลายไอโอดีน-มอนอแซคคาไรด์
- ข. สารละลายเบนเนดิกต์-กรดอะมิโน
- ค. สารละลายไบยูเรต-โปรตีน
- ง. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต-กรดอะมิโน
12. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการทดสอบไบยูเรต
- ก. การทดสอบไบยูเรตใช้สำหรับทดสอบคาร์โบไฮเดรต
- ข. การทดสอบไบยูเรตใช้ทดสอบสารที่มีพันธะเพปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป
- ค. การทดสอบไบยูเรตจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนทุกชนิด
- ง. สารละลายไบยูเรตเตรียมได้จากสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟตและกรดไฮโดรคลอริก
13. สารใดให้ผลเหมือนกันเมื่อนำไปทดสอบด้วยวิธีไบยูเรต
- ก. นมสด - น้ำมันพืช
- ข. กลูโคส - ฟรักโทส
- ค. นมสด - น้ำถั่วเหลือง
- ง. น้ำมันพืช - น้ำมันหมู
14. การทดสอบโปรตีนโดยเติมสารละลายไบยูเรตลงไปใ้เนื้อปลา จะได้สีม่วง ถ้าไม่มีเนื้อปลาเราจะใช้สิ่งใดทดแทนจึงจะได้ผลดี
- ก. ถั่วฝักยาว
- ข. น้ำเต้าหู้
- ค. ฟักทอง
- ง. ใช้ได้ทุกข้อ
15. อาหารในข้อใดที่เมื่อทดสอบกับสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้วได้สีม่วง
- ก. ไข่ขาว น้ำนม
- ข. นมสด น้ำกะทิสด
- ค. แป้งมัน น้ำตาลกลูโคส
- ง. น้ำมันพืช น้ำมันสัตว์

ตัวอย่างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ชุดที่ 1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ข้อมูลข้างล่างนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 1 – 2

การทดลองเลี้ยงนกในสถานที่แห่งหนึ่ง ได้ผลการทดลอง ดังตาราง

กลุ่มที่	พันธุ์นก	ยาปฏิชีวนะ	อาหาร	ความอบอุ่น	ระยะเวลาเลี้ยง (วัน)	จำนวนนกที่ตาย (ตัว)
1	A	ใช่	ให้	ให้	45	
2	A	ไม่ใช่	ให้	ให้	45	
3	B	ใช่	ให้	ให้	45	
4	B	ไม่ใช่	ให้	ให้	45	

1. สมมติฐานการทดลองนี้ คือข้อใด

- ก. อาหารและพันธุ์ของนกมีผลต่ออัตราการตายของนก
- ข. ยาปฏิชีวนะและอาหารมีผลต่ออัตราการตายของนก
- ค. พันธุ์ของนกและยาปฏิชีวนะมีผลต่ออัตราการตายของนก
- ง. ความอบอุ่นและยาปฏิชีวนะมีผลต่ออัตราการตายของนก

2. ถ้าต้องการทราบว่ายาปฏิชีวนะมีผลต่ออัตราการตายของนกหรือไม่ ควรเลือกนกกลุ่มใดมาทำการทดลอง

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

3. บันทึกผลการเดินของหัวใจก่อนและหลังการวิ่ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้ผลดังตาราง

ชายคนที่	จำนวนครั้ง/นาที		หญิงคนที่	จำนวนครั้ง/นาที	
	ก่อนวิ่ง	หลังวิ่ง		ก่อนวิ่ง	หลังวิ่ง
1	72	110	1	67	109
2	76	115	2	68	102
3	76	115	3	68	106
4	73	118	4	69	105

จากตารางสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- ก. อัตราการเดินของหัวใจชายดีกว่าหญิง
- ข. อัตราการเดินของหัวใจหญิงดีกว่าชาย
- ค. อัตราการเดินของหัวใจชายเร็วกว่าหญิง
- ง. อัตราการเดินของหัวใจขึ้นอยู่กับอัตราเร็วในการวิ่ง

การทดลองนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 4 นายบุญมาทดลองเลี้ยงไก่โดยดำเนิน การเป็นขั้นตอนดังนี้

- (1) แบ่งลูกไก่ที่ฟักใหม่จากไก่พันธุ์ A และ B ออกเป็นพันธุ์ละ 2 กลุ่ม มีจำนวนกลุ่มละ 20 ตัว ชั่งน้ำหนักลูกไก่แต่ละตัวไว้
- (2) ไก่แต่ละพันธุ์ กลุ่มหนึ่งเลี้ยงแบบขังกรงๆ ละ 1 ตัว และอีกกลุ่มหนึ่งเลี้ยงแบบปล่อยให้วิ่งอิสระ แต่ให้อยู่ในบริเวณจำกัด
- (3) ให้อาหารไก่ทุกตัวในปริมาณเท่ากันจนครบ 30 วัน แล้วชั่งน้ำหนักของลูกไก่แต่ละตัว
- (4) คำนวณค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่เพิ่มของลูกไก่แต่ละกลุ่ม แล้วเปรียบเทียบกัน

4. การทดลองนี้มุ่งทดสอบสมมติฐานในข้อใด

- ก. ไก่พันธุ์ต่างกันมีการเจริญเติบโตต่างกัน
- ข. การเจริญเติบโตของไก่ขึ้นอยู่กับพันธุ์และวิธีการเลี้ยง
- ค. การเจริญเติบโตของไก่ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่เลี้ยง
- ง. ไก่ที่เลี้ยงด้วยวิธีขังกรงเจริญเติบโตกว่าไก่ที่เลี้ยงด้วยวิธีปล่อยให้วิ่งอิสระ

คำชี้แจง จากการทดลองข้างล่างนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 5 - 6

สุดาเรียนวิชาเคมีและเกิดความสนใจว่า กรดที่มีความเข้มข้นต่างกันจะมีสภาพการนำไฟฟ้าต่างกันหรือไม่ จึงทำการทดลองดังนี้

1. เทน้ำกลั่นใส่หลอดทดลองขนาดใหญ่ที่มีขนาดเท่ากัน 4 หลอดๆ ละ 25 cm^3
2. หยดกรด A ลงในหลอดบรรจุน้ำกลั่นด้วยปริมาณต่างกัันดังนี้
 - หลอดที่ 1 จำนวน 10 หยด
 - หลอดที่ 2 จำนวน 2 หยด
 - หลอดที่ 3 จำนวน 4 หยด
 - หลอดที่ 4 จำนวน 6 หยด
3. ต่อแบตเตอรี่ และแอมมิเตอร์เข้าด้วยกันแบบอนุกรม นำปลายที่เหลือไปจุ่มลงในสารละลายกรดแต่ละหลอดบันทึกผลการทดลอง

5. “สภาพการนำไฟฟ้า” ควรมีความหมายตามข้อใด ซึ่งจะเข้าใจตรงกันและสะดวกแก่การวัด

- ก. ปริมาณประจุไฟฟ้าที่ผ่านสารละลายกรด
- ข. อัตราการแตกตัวทางเคมีของสารละลายกรด
- ค. ปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรที่ผ่านสารละลายกรด
- ง. อัตราการเคลื่อนที่ของประจุลบในสารละลายกรด

6. หลอดทดลองใดไม่จำเป็นต้องมีก็สามารถทำให้ทราบผลได้

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

คำชี้แจง จากการศึกษาทดลองข้างล่างนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 7 - 8

ชนิดของปลา	น้ำหนักของปลาโดยเฉลี่ย (กิโลกรัม/ตัว)					
	รำข้าว		อาหารเม็ดชนิด A		อาหารเม็ดชนิด B	
	1 เดือน	2 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
ปลาคูก	0.10	0.21	0.10	0.23	0.16	0.35
ปลาช่อน	0.15	0.31	0.13	0.27	0.19	0.41
ปลานิล	0.22	0.36	0.25	0.39	0.26	0.48

7. ในการทดลองนี้จะต้องควบคุมสิ่งใดให้เหมือนกัน

- ก. ชนิดของปลา
- ข. ชนิดของอาหาร
- ค. น้ำหนักของอาหารที่ใช้
- ง. การเพิ่มน้ำหนักของปลาแต่ละชนิด

8. จากการศึกษาทดลอง นักเรียนจะสรุปผลอย่างไร

- ก. รำข้าวไม่เหมาะในการเลี้ยงปลา
- ข. อาหารเม็ดชนิด B ทำให้ปลาเจริญเติบโตดีที่สุด
- ค. อาหารเม็ดชนิด B เหมาะสำหรับเลี้ยงปลาช่อน
- ง. อาหารเม็ดชนิด A มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาน้อยที่สุด

9. แดงมีอาชีพขายกล้วยน้ำว้าในตลาด เกิดปัญหาบ่อยๆ เกี่ยวกับการที่กล้วยน้ำว้าสุกในช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสมกับความต้องการของตลาด แดงจึงแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการเก็บกล้วยไว้ในอุณหภูมิต่างๆ กัน เพื่อให้กล้วยสุกในช่วงเวลาที่ตรงกับความต้องการของตลาด แดงมีแนวคิดอย่างไรในการแก้ปัญหาดังกล่าว

- ก. อุณหภูมิมีผลต่อระยะเวลาการสุกของกล้วยน้ำว้า
 ข. การสุกของกล้วยน้ำว้าสัมพันธ์กับความต้องการของตลาด
 ค. ระยะเวลาการสุกของกล้วยน้ำว้ามีผลต่อการขายกล้วยน้ำว้า
 ง. อุณหภูมิมีผลต่อการสุกของกล้วยน้ำว้าในระยะเวลาที่เหมาะสม

10. ข้อมูลจากตารางเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ของแบคทีเรียชนิดหนึ่ง อยากรทราบว่าในชั่วโมงที่ 16 แบคทีเรียมีจำนวนเป็นกี่เท่าของแบคทีเรียในชั่วโมงที่ 4

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนแบคทีเรีย (เซลล์)
0	1
4	2
8	4
12	8
16	16
20	32

ก. 4

ข. 6

ค. 8

ง. 16

- 12.

นักเรียนคนหนึ่งต้องการศึกษาการละลายของสาร 4 ชนิด คือ A, B, C และ D จึงทำการทดลอง ดังนี้

- เตรียมหลอดทดลองขนาดกลางมา 3 หลอด แต่ละหลอดเติมน้ำกลั่นจำนวน 5 cm^3
- ทำให้น้ำในหลอดทดลองจากข้อ 1 มี อุณหภูมิเป็น 20, 40, และ 60 องศาเซลเซียส
- เติมสาร A ลงไปหลอดทดลองทุกหลอดๆ ละ 3 กรัม เขย่า แล้วสังเกตการละลายของสารในแต่ละหลอดเปรียบเทียบกัน
- ทำการทดลองตามข้อ 1 – 3 โดยเปลี่ยนสาร A เป็นสาร B, C และ D ตามลำดับ

อุปกรณ์ในข้อใดที่นักเรียนจะต้องใช้ในการทดลอง

- ก. เครื่องชั่ง เทอร์โมมิเตอร์ ซ้อนตักสาร บีกเกอร์
- ข. ตะเกียงแอลกอฮอล์ เครื่องชั่ง ซ้อนตักสาร บีกเกอร์
- ค. กระจกนูน ซ้อนตักสาร เครื่องชั่ง ตะเกียงแอลกอฮอล์
- ง. กระจกควง เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องชั่ง ตะเกียงแอลกอฮอล์

19.

บุญเรือนได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการถนอมอาหารและได้ทำการทดลองเรื่องการถนอมอาหาร และได้ทำการทดลองเรื่อง “ไข่ไก่ที่ล้างน้ำจะเสียเร็วกว่าไข่ไก่ที่ไม่ได้ล้างน้ำ” เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ควรกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการสิ่งใด

- ก. อุณหภูมิมีผลต่อระยะเวลาการสุกของกล้วยน้ำว้า
- ข. การสุกของกล้วยน้ำว้าสัมพันธ์กับความต้องการของตลาด
- ค. ระยะเวลาการสุกของกล้วยน้ำว้ามีผลต่อการขายกล้วยน้ำว้า
- ง. อุณหภูมิมีผลต่อการสุกของกล้วยน้ำว้าในระยะเวลาที่เหมาะสม

ตัวอย่างแบบวัดการคิดวิจารณ์ญาณ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวอักษรที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดในกระดาษคำตอบ

ตอนที่ 1 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต
(Credibility of sources and observation)

1. แดงซื้อหอยหลอดหวานมาทาน ทานไปครึ่งถุง แดงลืมวางไว้บน โต๊ะจนรุ่งเช้า พบว่า หอยหลอดหวานที่วางทิ้งไว้ไม่มีมดคอมเลย แดงจึงบอกแม่ว่า “สงสัยคนขายหอยหลอดหวาน คงใส่ยาฆ่าแมลง มดจึงไม่คอมเลย ซึ่งโดยปกติ ถ้าลืมขนมหวานไว้บนโต๊ะมดมักจะมาคอมเสมอ” แต่แม่ค้านว่า “หอยหลอดเป็นของหวาน มดไม่ชอบจึงไม่คอม คนขายคงไม่ใจค้าขายฆ่าแมลงฉีดบนหอยหลอดหรอก เพราะมันเป็นอันตรายต่อคนกิน” นักเรียนคิดว่า คำพูดของใครมีเหตุผลน่าเชื่อถือกว่ากัน

- ก. แดง
- ข. น่าเชื่อถือพอกัน
- ค. แม่ของแดง
- ง. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองคน

2. ไก่ช่วยแม่ทอดปลา ระหว่างที่ใส่ปลาลงในกระทะที่มีน้ำมันร้อนๆ ไก่ไม่ทันระวังนิ้วจึง จุ่มลงไปในกระทะที่มีน้ำมันร้อนๆ ไก่ตกใจรีบจุ่มนิ้วมือลงใน โองน้ำเย็น เมื่อแม่เห็นจึงบอกว่า “ไก่ทำไม่ถูก เมื่อนิ้วมือจุ่มน้ำมันร้อนๆตามคำโบราณให้รีบเอาน้ำไปลามาสดนิ้วทันทีจะช่วย บรรเทาความร้อน” แต่ไก่ค้านว่า “การเอานิ้วจุ่มน้ำเย็นจะช่วยบรรเทาความร้อนของบาดแผล” นักเรียนคิดว่า การปฐมพยาบาลเบื้องต้นของผู้ใดน่าเชื่อถือ

- ก. น่าเชื่อถือทั้งสองวิธี
- ข. ไก่
- ค. แม่ของไก่
- ง. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองวิธี

3. แก้วชวนหนิงไปตลาดเพื่อหาซื้อปลาเค็มให้แม่ทำหลน หนิงให้คำแนะนำว่า “ควรเลือกซื้อปลาที่มีแมลงวันตอม เพราะแสดงว่าไม่มีการฉีดยาฆ่าแมลง” แต่แก้วค้านว่า “ควรเลือกซื้อปลาที่ดูสะอาด ไม่มีแมลงวันตอม เพราะถ้าแมลงวันตอมมากๆ อาจทำให้เกิดโรคได้” นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครมีข้อมูลน่าเชื่อถือกว่ากัน

- ก. หนิง
- ข. แก้ว
- ค. น่าเชื่อถือพอกัน
- ง. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองคน

ตอนที่ 2 ความสามารถในการนิรนัย (Deduction)

4. ออยอ้วนกว่าลิฟ แต่หอมกว่าเจมส์ โคมหอมกว่าออย แต่ก็อ้วนกว่าบอย ดังนั้นสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. บอยหอมที่สุด
- ข. ลิฟอ้วนกว่าบอย
- ค. โคมอยู่ระหว่างออยกับลิฟ
- ง. ออยอยู่ระหว่างเจมส์กับโคม

5. นายลามีลูกสาวคนเดียวชื่อนางพร นายลูเป็นลูกนางพร นางพิมพ์เป็นลูกนายลู นายชันเป็นลูกเขยนายลา ดังนั้นสรุปได้ว่า

- ก. นายชันเป็นปู่นางพิมพ์
- ข. นายลาเป็นปู่นายลู
- ค. นายชันเป็นตานายลู
- ง. นางพรเป็นยายนางพิมพ์

6. หนูไปกั๋ต่อเมื่อเป็ดมา เป็ดไปกั๋ต่อเมื่องูมา งูไปกั๋ต่อเมื่อปลา มา ดังนั้นสรุปได้ว่า

- ก. หนูไปคนเดียว
- ข. เป็ดและปลาไป
- ค. หนู งู และเป็ดไป
- ง. สรุปแน่นอนไม่ได้

ตอนที่ 3 ความสามารถในการอุปนัย (Induction)

ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้

ในขณะที่ทางเรือนจำสมุทรสาครนำนักโทษไปตัดหญ้าที่บริเวณสนามหญ้าหน้าเรือนจำ โดยนักโทษแต่ละคนมีโช้ตรวนล่ามที่ขา นักโทษชาวพม่า 2 คน คือ หม่องระและหม่องวงได้ใช้อาวุธปืนจี้ นายคม สมถวิล ผู้คุมเรือนจำเป็นตัวประกัน จนสามารถหลบหนีออกจากเรือนจำได้สำเร็จ โดยนำผู้คุมเรือนจำเป็นตัวประกันไปด้วย หลังเกิดเหตุตำรวจได้มาสอบสวนหาข้อเท็จจริง ผู้บังคับการเรือนจำกล่าวว่า “กลุ่มนักโทษน่าจะนำอาวุธปืนมาจากรถส่งอาหารที่นำอาหารแห้งเข้ามาส่งในเรือนจำ” ตำรวจต้องการพิสูจน์ว่า ความคิดของผู้บังคับการเรือนจำถูกหรือผิด จึงพยายามสอบถามข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้อง

ให้นักเรียนพิจารณาข้อเท็จจริงในแต่ละข้อ แล้วตัดสินใจว่าข้อเท็จจริงนั้น “สนับสนุน” หรือ “คัดค้าน” หรือ “ไม่เกี่ยวกับ” ความคิดของผู้บังคับการเรือนจำที่ว่า “กลุ่มนักโทษน่าจะนำอาวุธปืนมาจากรถส่งอาหารที่นำอาหารแห้งเข้ามาส่งในเรือนจำ” โดยเลือกคำตอบที่กำหนดให้ ดังนี้

- ก. ข้อเท็จจริงนี้ สนับสนุน ความคิดของผู้บังคับการเรือนจำ
- ข. ข้อเท็จจริงนี้ คัดค้าน ความคิดของผู้บังคับการเรือนจำ
- ค. ข้อเท็จจริงนี้ ไม่เกี่ยวกับ ความคิดของผู้บังคับการเรือนจำ

7. นักโทษหลายคนกล่าวว่า ผู้คุมเรือนจำเป็นคนดูและใจร้อน มักทำโทษนักโทษที่ทำผิดขั้นรุนแรง

8. นักโทษทุกคนจะถูกล่ามโช้ตรวนที่เท้าขณะที่ทำงานตัดหญ้าบริเวณสนามหญ้าหน้าเรือนจำ โดยมีผู้คุมเรือนจำคุมอยู่อย่างใกล้ชิด

9. นักโทษสมชายให้การว่า เห็นคนส่งอาหารยืนอยู่ข้างรถส่งอาหาร ผิวปากแล้วโบกมือคล้ายทำสัญญาณอะไรบางอย่าง และเห็นหม่องวงหยุดยืนมองเป็นเวลานาน

ตอนที่ 4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption identification)

คำชี้แจง

ในแต่ละข้อกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วให้นักเรียนพิจารณาตัดสินว่าข้อความข้อ ก, ข, ค และ ง เป็นข้อความที่จำเป็นต้องเกิดขึ้นก่อนสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้สถานการณ์นั้นสมเหตุสมผล

10. “การสร้างรถไฟฟ้าช่วยลดปัญหาการจราจรติดขัด” ข้อใดเป็นสาเหตุที่น่าเชื่อถือและเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับได้
- เดินทางด้วยรถไฟฟ้าถึงจุดหมายปลายทางรวดเร็ว
 - ประชาชนใช้รถยนต์ส่วนตัวน้อยลง
 - ประชาชนชอบลองของใหม่
 - ประชาชนมีทางเลือกที่สะดวกกว่า
11. “ถ้านักเรียนตั้งใจเรียนและทบทวนตำราทุกวัน นักเรียนก็ไม่จำเป็นต้องไปเรียนกวดวิชา” ข้อใดเป็นสาเหตุที่น่าเชื่อถือและเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับได้
- การตั้งใจเรียนและทบทวนหนังสือทำให้เข้าใจและจำบทเรียนได้ง่ายขึ้น
 - ข้อสอบส่วนใหญ่มาจากเนื้อหาที่ครูสอน
 - การทบทวนบทเรียนจะทำให้สามารถเดาเนื้อหาที่ครูจะนำไปเป็นข้อสอบได้
 - ครูที่สอนกวดวิชาไม่สามารถสอนเนื้อหาทั้งหมดได้ในเวลาที่จำกัด
12. “นิยมไทย ใช้ของไทย” ข้อใดเป็นสาเหตุที่น่าเชื่อถือและเป็นไปได้ที่ทำให้ข้อความข้างต้นเป็นที่ยอมรับได้
- ของที่ผลิตในประเทศไทยมีคุณภาพดีและราคาถูก
 - การซื้อของที่ผลิตในประเทศไทยช่วยให้คนไทยมีงานทำ
 - การซื้อของไทยทำให้ไม่สูญเสียเงินตราออกนอกประเทศ
 - การใช้ของไทยเป็นการประหยัดเข้ากับยุคเศรษฐกิจพอเพียง

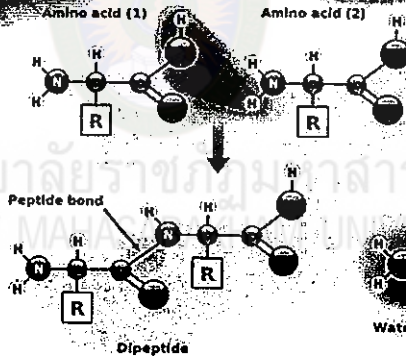
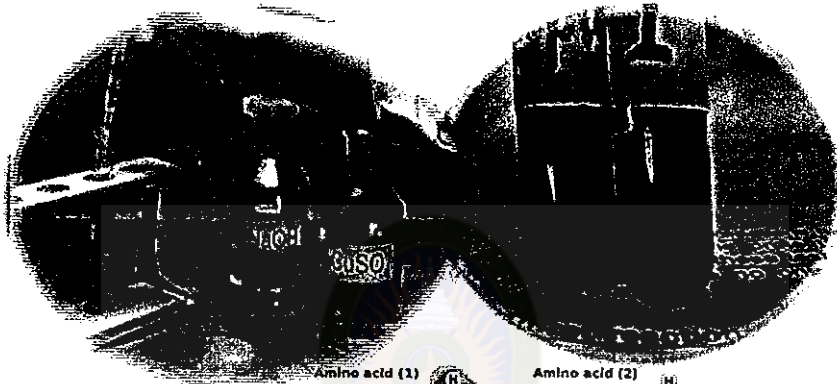


ภาคผนวก จ

ตัวอย่างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และคู่มือประกอบการสอน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

RAJABHAT NAKHON PHANOM UNIVERSITY

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนจากสารสกัดโปรตีนใหม่
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



โดย

นางสาวฐิติมา ประยูรพรหม
นักศึกษาปริญญาโท สาขาเคมีศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ดร. พรพิมล พลคำ
ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง

ข้อปฏิบัติสำหรับการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นปฏิบัติการแบบสืบเสาะ (Investigative Laboratory) โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E Learning Cycle) ซึ่งมีโครงสร้างแบบปฏิบัติการ สืบเสาะหาความรู้ตามที่ครูกำหนดไว้ให้ (Teacher-Structured Laboratory)

ประกอบด้วย บทปฏิบัติการ จำนวน 5 บทปฏิบัติการ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่1 เรื่อง การตรวจสอบ โปรตีนจากสารสกัด โปรตีนใหม่

บทปฏิบัติการที่2 เรื่อง การสกัด โปรตีนจากรังไหม

บทปฏิบัติการที่3 เรื่อง การหาค่า pI ของ โปรตีนจากรังไหม

บทปฏิบัติการที่4 เรื่อง การแปลสภาพ โปรตีน

บทปฏิบัติการที่5 เรื่อง ประโยชน์และการประยุกต์ใช้โปรตีนใหม่

ซึ่งแต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประกอบด้วย บทปฏิบัติการแต่ละเรื่อง และตอนที่ 2 ช่วยกันคิดช่วยกันทำ โดยมีข้อปฏิบัติและทำความเข้าใจ ดังนี้

1. ให้นักเรียนศึกษาแนวคิดการทดลอง สถานการณ์ที่ครูกำหนด พร้อมวางแผนการทดลองตามขั้นตอนในบทปฏิบัติการนี้พร้อมตรวจสอบสมมติฐานของการทดลอง สรุปผล และตอบคำถามท้ายปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละคนในกลุ่ม
2. นักเรียนศึกษากิจกรรมในตอนที่ 2 ช่วยกันคิดช่วยกันทำ ซึ่งเป็นการใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากตอนที่ 1 โดยนักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบ
3. การทดลองในตอนที่ 1 และตอนที่ 2 เป็นกิจกรรมที่มีความสอดคล้องกันจึงควรปฏิบัติการทดลอง ทั้ง 2 ตอน
4. ระยะเวลาในการเรียนบทปฏิบัติการทั้ง 2 ตอน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในสารสกัดโปรตีนใหม่



จุดประสงค์ : 1. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้าง, อธิบาย และจำแนกกรดอะมิโนได้
2. นักเรียนสามารถตรวจสอบโปรตีนได้



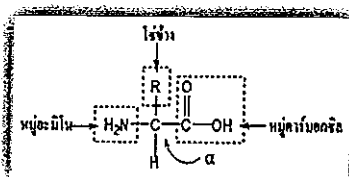
แนวคิดหลัก

กรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน แต่ละโมเลกุลประกอบด้วยธาตุหลัก 4 ธาตุ ได้แก่ ไฮโดรเจน ออกซิเจน คาร์บอน และไนโตรเจน โดยยึดกันด้วยพันธะเพปไทด์ ซึ่งการตรวจสอบพันธะเพปไทด์จะใช้วิธีการทดสอบไบยูเรต

แนวคิดรอง

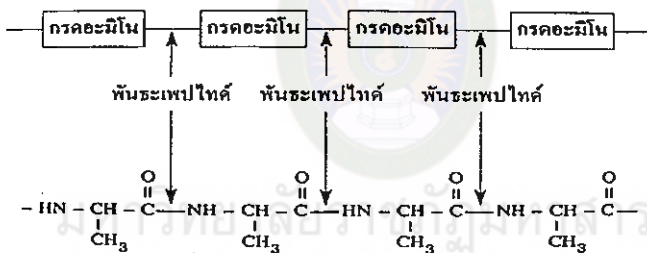
โปรตีน : เป็นสารชีวโมเลกุลประเภทสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุ C, H, O และ N เป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนั้นยังมีธาตุอื่นๆ เช่น S, P, Fe และ Zn ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของโปรตีน โปรตีนเป็นสารพอลิเมอร์ ประกอบด้วย **กรดอะมิโน** เป็นหน่วยย่อยหรือมอนอเมอร์ (Monomer)

กรดอะมิโน : เป็นกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิลิก (carboxylic group, $-\text{COOH}$) **หมู่อะมิโน** (amino group, $-\text{NH}_2$) **อะตอมไฮโดรเจน** และหมู่ R (side chain) กรดอะมิโนแต่ละชนิดจะมีหมู่ R ต่างกัน หมู่ R แต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะตัวอันเป็นส่วนสำคัญในการกำหนดโครงสร้างและบทบาทของทั้งกรดอะมิโนและโปรตีน

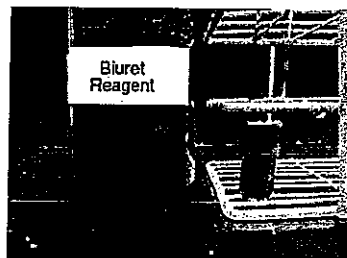


สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 2 โมเลกุล เรียกว่า ไดเพปไทด์
 สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 โมเลกุล เรียกว่า ไตรเพปไทด์
 สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนตั้งแต่ 100 โมเลกุลขึ้นไป
 เรียกว่า พอลิเพปไทด์
 พอลิเพปไทด์นี้ คือ โปรตีน

พันธะเพปไทด์ : เป็นพันธะโคเวเลนต์ที่เชื่อมต่อกับกรดอะมิโนเข้าด้วยกัน
 ต่อเป็นสายยาวให้เป็นเส้นโปรตีน โดยอาศัยปฏิกิริยาการรวมตัวของ
 หมู่คาร์บอกซิลของกรดอะมิโน ตัวที่หนึ่งกับหมู่อะมิโนของกรดอะมิโน
 ตัวที่สอง และให้น้ำออกมา



การทดสอบไบยูเรต (Biuret test) : ใช้ทดสอบกับโปรตีนทุกชนิดและสารพวกเพป
 ไทด์ที่มีพันธะเพปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป โดยนำโปรตีนหรือสารพวกเพปไทด์ ไปทำ
 ปฏิกิริยากับสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
 เรียกว่า สารละลายไบยูเรต โดยจะทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบย่อยของโปรตีนคือ
 กรดอะมิโน ได้สารสีน้ำเงินม่วง สีม่วงอมชมพู หรือสีน้ำเงิน



สารเคมีและอุปกรณ์ (รายการ/กลุ่ม)

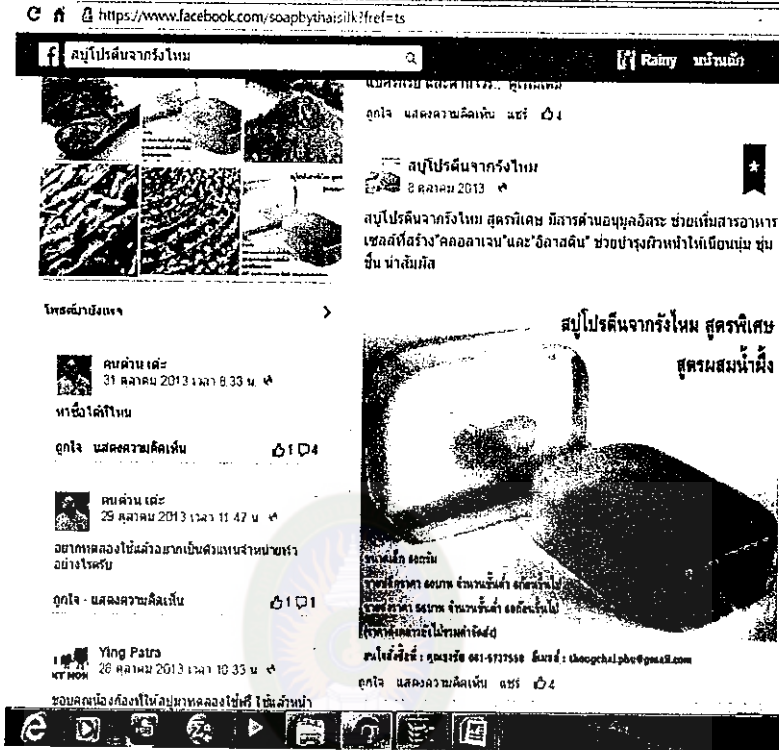
รายการ	ต่อ 1กลุ่ม
สารเคมี	
1. ริงใหม่	5 ริง
2. ไขขาวดิบ	2 cm ³
4. ขี้วสุกบด	2 cm ³
5. น้ำกลั่น	
6. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต 0.1 mol/dm ³	
7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 mol/dm ³	
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	6 หลอด
2. หลอดหยด	2 อัน
3. กระบอกตวงขนาด 10 cm ³	3 อัน
4. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ชุด
5. บีกเกอร์ ขนาด 250 cm ³	1 ใบ

ข้อควรระวัง



สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ หากถูกผิวหนัง จะก่อให้เกิดการระคายเคือง เป็นแผลไหม้ หากสัมผัสสูดดมอาจมีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้เกิดการระคายเคืองรุนแรง นักเรียนควรระมัดระวังการใช้สารเคมี และไม่ควรหยอกล้อกันขณะปฏิบัติการทดลอง เมื่อมีข้อสงสัยให้สอบถามครูผู้ควบคุมปฏิบัติการทดลอง



ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKH UNIVERSITY

เมื่อนักเรียนต้องการใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ นักเรียนจึงเริ่มค้นหาตามสื่อสังคมออนไลน์ (Facebook) นักเรียนพบกับโฆษณาขายสบู่โปรตีนจากรังไหมที่ผลิตจากรังไหม ซึ่งบอกว่าเป็น “โปรตีน” นักเรียนจะมีวิธีการทดสอบได้อย่างไรว่ารังไหมที่เป็นวัตถุขี้ผึ้งนี้ เป็นโปรตีนจริงๆ

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

ทักษะจำเป็นที่ใช้ในการศึกษาเรื่องนี้ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนด
 นิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะ
 การตีความหมายและการลงข้อสรุป

ให้นักเรียนทำการทดลองและตอบคำถาม

ตอนที่ 1 การตรวจสอบโปรตีนจากสารสกัดโปรตีนใหม่

วัน / เดือน / ปี.....กลุ่มที่.....

ชั้น.....

ชื่อผู้ทดลอง 1.....เลขที่.....มีหน้าที่.....

2.....เลขที่.....มีหน้าที่.....

3.....เลขที่.....มีหน้าที่.....

4.....เลขที่.....มีหน้าที่.....

5.....เลขที่.....มีหน้าที่.....

1. ประเด็นปัญหา คือ

.....

2. จากปัญหาข้างต้น

ตัวแปรต้น

คือ.....

ตัวแปรตาม

คือ.....

ตัวแปรควบคุม

คือ.....

3. สมมติฐาน คือ

.....

.....

4. นิยามเชิงปฏิบัติการ คือ

.....

.....

5. นักเรียนจะตั้งจุดประสงค์ในการทดลองครั้งนี้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

6. เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ทำการทดลองดังนี้

ขั้นตอนการเตรียมเซริซันที่สกัดได้จากรังไหม

นักเรียนเตรียมเซริซันโดยนำรังไหม 5 รัง มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ต้ม
ด้วยน้ำ 150 ml โดยใช้เวลาในการต้มนาน 40 นาที



ขั้นตอนการทดสอบไบยูเรต

- นำหลอดทดลองขนาดเล็กลงมา 6 หลอดเขียนหมายเลข 1-6 และใส่สารที่จะทดสอบลงไป
ในหลอด ขนาดเล็กหลอดละ 2 cm^3 ดังนี้
 - หลอดที่ 1, 2 เซริซันที่สกัดได้จากรังไหม
 - หลอดที่ 3, 4 ไข่ขาวดิบ
 - หลอดที่ 5, 6 ข้าวสุกบด
- เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 mol/dm^3 ลงในหลอด 1, 3, 5 หลอดละ 10 หยดเขย่า
สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล
- หยดสารละลาย CuSO_4 0.1 mol/dm^3 ลงในหลอดทดลองทั้ง 6 หลอดหลอดละ 5 หยดเขย่า
สังเกต การเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล นักเรียนคิดว่าแต่ละหลอดทดลองการเปลี่ยนแปลง
อย่างไร เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

หลอดที่	ตัวอย่างที่ทดสอบ	สารที่เติม	ผลการทดลอง

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

ความสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร แล้วนักเรียนจะระบุถึงใจความสำคัญของเรื่องนี้ได้อย่างไร ให้นักเรียนลองช่วยกันคิดและตอบคำถามในกิจกรรมต่อไปนี้

ตอนที่ 2 ช่วยกันคิดช่วยกันทำ

➤ เมื่อนำเซริจิน ไช่ขาวคิบ และข้าวสุกบด มาทดสอบกับสารละลายไบยูเรต มีผลการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

➤ ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักและรอง ที่พบในโปรตีนมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

กรดอะมิโนที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานของโปรตีน มีโครงสร้างทั่วไปเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

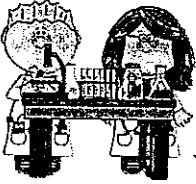
➤ จากการทดลอง ตัวอย่างใดบ้างที่มีโปรตีน นักเรียนทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)



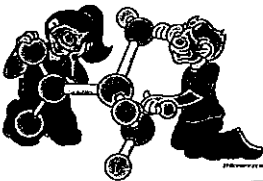
โปรตีนแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. โปรตีนที่โมเลกุลประกอบด้วยกรดอะมิโนเพียงอย่างเดียว
2. โปรตีนที่โมเลกุลประกอบด้วยกรดอะมิโนและองค์ประกอบอื่น เช่น ไลโฟโปรตีน ไกลโคโปรตีน นิวคลีโอโปรตีน

กรดอะมิโนในร่างกายคนมี 20 ชนิด แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) กรดอะมิโนจำเป็น ได้แก่ อาร์จินีน ฮิสทีดีน ไอโซลิวซีน ลิวซีน ไลซีน เมไทโอนีน ฟีนิลอะลานีน ทรีโอนีน ทริปโตเฟน และเวอลีน ซึ่งร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้ แต่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างโปรตีน ร่างกายได้กรดอะมิโนเหล่านี้จากอาหารเท่านั้น

2) กรดอะมิโนไม่จำเป็น เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้เอง ไม่จำเป็นต้องได้จากอาหาร ได้แก่ ไกลซีน อะลานีน แอสพาราจिन กรดกลูตามิก กรดแอสพาร์ติก โพรลีน เซรีน ซีสเทอีน ไทโรซีน และกลูตามีน



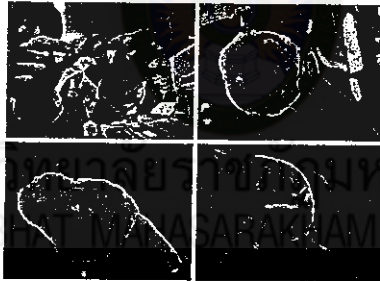
กรดอะมิโนเป็นสารที่มีสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบส ถ้าโมเลกุลของกรดอะมิโนอยู่ใน pH ที่เหมาะสมจะแสดงสภาพเป็นทั้งไอออนบวกและลบในโมเลกุลเดียวกันได้ เรียกว่า Zwitterion

จากขั้นขยายความรู้ ให้นักเรียนช่วยกันคิดและตอบคำถามในประเด็นต่างๆ ดังนี้

คำถามส่งเสริมการคิด

- โพรตีนมีความสำคัญกับการดำรงชีวิตของมนุษย์หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

คำถามส่งเสริมการหาคำสำคัญกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม



- ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนมีการทำไข่ปลอมจากแคลเซียมคาบอร์เนตและโซเดียมแอลจิเนต เปลือกของไข่นั้นทำมาจากแคลเซียมคาร์บอเนตที่ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษและ พลาสติก ส่วนไข่แดงและไข่ขาวนั้นทำจากโซเดียมแอลจิเนต, สารส้ม, เจลาติน, แคลเซียมคลอไรด์และน้ำ และแต่งสี วิธีพิสูจน์ก็คือตีไข่แดงและไข่ขาวผสมกัน มันจะรวมตัวกันได้เร็วมากและเป็นเนื้อเดียวกันสนิท

นอกจากวิธีดังกล่าวแล้ว สามารถทดสอบว่าเป็นโปรตีนได้อย่างไร

จากข่าวดังกล่าว การนำความรู้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาผลิตของปลอม ส่งผลต่อผู้บริโภคอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ

คำถามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์



- จากข้อความโฆษณา

"Amino PLUS" เพิ่มชนิดกรดอะมิโนจำเป็นจากเดิม 5 ชนิดเป็น 7 ชนิด ในปริมาณแต่ละชนิดมากขึ้น ได้แก่ วาลีน ธรีโอนีน ไลซีน ลูซีน ไอโซลิวซีน ฟีนิลอะลานีน และเมไทโอนีน ทำให้ร่างกายสดชื่น เต็มเต็มลงลึกถึงระดับเซลล์ และช่วยให้ร่างกายสามารถดูดซึมสารอาหารไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ พร้อมเพิ่มคุณค่าด้วยไฟเบอร์ ช่วยเพิ่มกากใยล้างพิษใน

ระบบทางเดินอาหาร กระตุ้นการขับถ่าย จึงทำให้การสะสมของไขมันหน้าท้องน้อยลง และยังมีส่วนผสมของวิตามินซีที่ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย

ทำไมผลิตภัณฑ์จึงปรับปรุง จาก อะมิโน เป็น อะมิโนพลัส

คำถามเกี่ยวกับอาชีพ

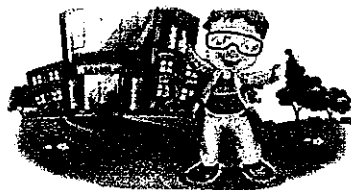
- นมควาย คือนมที่ได้จากควายพันธุ์มูร์ราห์ ซึ่งนำมาจากประเทศอินเดีย ผลิตโดยผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งจะเก็บไว้ได้นาน จุดเด่นของน้ำนมควาย คือ มีสารอาหารสูงกว่านมวัว ทั้งโปรตีน ไขมัน ธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส วิตามินเอ รวมถึง มีลิซาวเนียงชวนดื่ม ทั้งยังไม่มีกลิ่นคาว คืดง่ายกว่านมแพะ และ Butter Fat ในนมควายก็มากเป็นสองเท่าของนมวัว ในขณะที่ค่าคอเลสเตอรอลต่ำกว่า นอกจากนี้ ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ (Natural Antioxidant) เหมาะสำหรับผู้ที่แพ้แลคโตสในน้ำนมวัว ควายปลูกพื้นเมืองของไทยมีคุณสมบัติเหนือกว่าพันธุ์มูร์ราห์ แต่เนื่องจากควายปลูกให้น้ำนมได้เพียงวันละ 1 กก./ตัวเท่านั้น จึงไม่เหมาะจะเลี้ยงหวังน้ำนม ส่วนการเลี้ยงควายทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน แม้ควายมูร์ราห์จะเป็นสายพันธุ์ต่างชาติ แต่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในเมืองไทยได้ดี

จากข้อความดังกล่าว จะส่งเสริมให้เกิดอาชีพใดได้บ้าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. ให้นักเรียนช่วยกันเขียนสรุปว่ากรดอะมิโนมีโครงสร้างหลักใดบ้าง และโปรตีนแต่ละชนิดประกอบด้วยกรดอะมิโนที่เหมือนกัน และมีจำนวนเท่ากันหรือไม่
2. หากนักเรียนต้องการจะทดสอบอาหารชนิดหนึ่งว่าเป็นโปรตีนหรือไม่ นักเรียนจะทดสอบได้อย่างไร จงอธิบาย



เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. คู่มือปฏิบัติการ
ชีวเคมี. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

คณาจารย์ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ตำราชีวเคมี.
พิมพ์ครั้งที่4. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่ม
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2556

สมปอง ชรรณศิริรักษ์. โครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีน. ภาควิชาชีวเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550

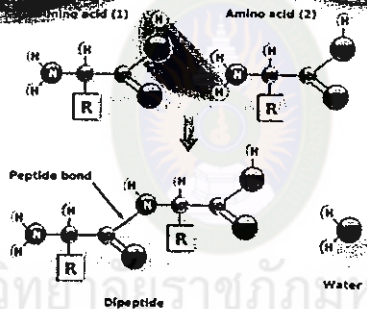
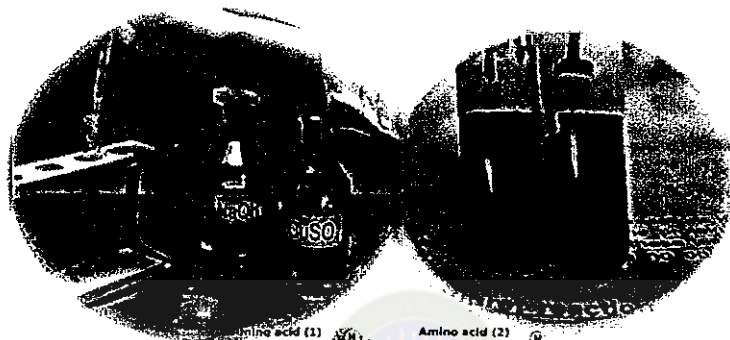
สำราญ พฤษสุนทร. เคมี ม.6 เล่ม5. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เพิ่มทรัพย์การพิมพ์,
2553.

<http://philomath.exteen.com/20070910/r>

http://www.promma.ac.th/main/chemistry/boonrawd_site/protein_test.htm



คู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนจากสารสกัดโปรตีนใหม่
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โดย

นางสาวจิตติมา ประยูรพรหม
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเคมีศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร. พรพิมล พลคำ

ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง

ข้อปฏิบัติสำหรับการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นปฏิบัติการแบบสืบเสาะ (Investigative Laboratory) โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E Learning Cycle) ซึ่งมีโครงสร้างแบบปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ตามที่ครูกำหนดไว้ให้ (Teacher-Structured Laboratory)

ประกอบด้วย บทปฏิบัติการ จำนวน 5 บทปฏิบัติการ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่1 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนจากสารสกัดโปรตีนใหม่

บทปฏิบัติการที่2 เรื่อง การสกัด โปรตีนจากรังไหม

บทปฏิบัติการที่3 เรื่อง การหาค่า pI ของ โปรตีนจากรังไหม

บทปฏิบัติการที่4 เรื่อง การแปลงสภาพโปรตีน

บทปฏิบัติการที่5 เรื่อง ประโยชน์และการประยุกต์ใช้โปรตีนใหม่

ซึ่งแต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประกอบด้วย บทปฏิบัติการแต่ละเรื่อง และตอนที่ 2 ช่วยกันคิดช่วยกันทำ โดยมีข้อปฏิบัติและทำความเข้าใจ ดังนี้

1. ให้นักเรียนศึกษาแนวคิดการทดลอง สถานการณ์ที่ครูกำหนด พร้อมวางแผนการทดลองตามขั้นตอนในบทปฏิบัติการนี้พร้อมตรวจสอบสมมติฐานของการทดลอง สรุปผล และตอบคำถามท้ายปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละคนในกลุ่ม
2. นักเรียนศึกษากิจกรรมในตอนที่ 2 ช่วยกันคิดช่วยกันทำ ซึ่งเป็นการใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากตอนที่ 1 โดยนักเรียนช่วยกันคิดและหาคำตอบ
3. การทดลองในตอนที่ 1 และตอนที่ 2 เป็นกิจกรรมที่มีความสอดคล้องกันจึงควรปฏิบัติการทดลองทั้ง 2 ตอน
5. ระยะเวลาในการเรียนบทปฏิบัติการทั้ง 2 ตอน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง



บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในสารสกัดโปรตีน

- จุดประสงค์ :**
1. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้าง, อธิบาย และจำแนก กรดอะมิโนได้
 2. นักเรียนสามารถตรวจสอบโปรตีนได้

แนวคิดหลัก

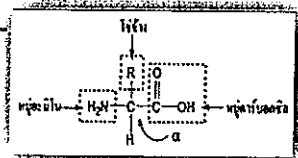
กรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน แต่ละโมเลกุลประกอบด้วยธาตุหลัก 4 ธาตุ ได้แก่ ไฮโดรเจน ออกซิเจน คาร์บอน และไนโตรเจน โดยยึดกันด้วยพันธะเพปไทด์ ซึ่งการตรวจสอบพันธะเพปไทด์จะใช้วิธีการทดสอบไบยูเรต

แนวคิดรอง

โปรตีน : เป็นสารชีวโมเลกุลประเภทสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุ C, H, O และ N เป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนั้นยังมีธาตุอื่นๆ เช่น S, P, Fe และ Zn ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของโปรตีน โปรตีนเป็นสารพอลิเมอร์ ประกอบด้วย กรดอะมิโน เป็นหน่วยย่อยหรือมอนอเมอร์ (Monomer)

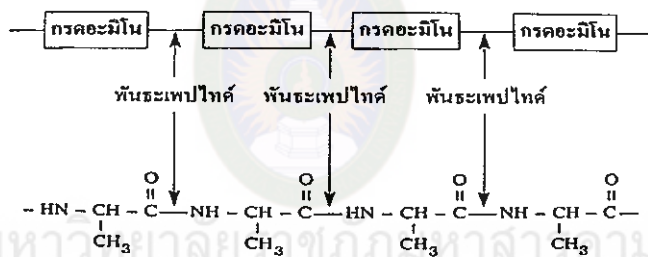
กรดอะมิโน : เป็นกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิลิก (carboxylic group, $-\text{COOH}$) หมู่อะมิโน (amino group, $-\text{NH}_2$) อะตอมไฮโดรเจน และหมู่ R (side chain)

กรดอะมิโนแต่ละชนิดจะมีหมู่ R ต่างกัน หมู่ R แต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะตัวอันเป็นส่วนสำคัญในการกำหนดโครงสร้างและบทบาทของทั้งกรดอะมิโนและโปรตีน

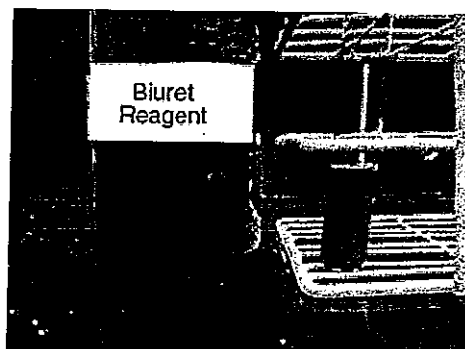


สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 2 โมเลกุล เรียกว่า ไดเพปไทด์
 สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 โมเลกุล เรียกว่า ไตรเพปไทด์
 สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนตั้งแต่ 100 โมเลกุลขึ้นไป เรียกว่า พอลิเพปไทด์
 พอลิเพปไทด์นี้ คือ โปรตีน

พันธะเพปไทด์ : เป็นพันธะโคเวเลนต์ที่เชื่อมต่อกับกรดอะมิโนเข้าด้วยกันต่อเป็นสายยาวให้เป็นเส้นโปรตีน โดยอาศัยปฏิกิริยาการรวมตัวของหมู่คาร์บอกซิลของกรดอะมิโน ตัวที่หนึ่งกับหมู่อะมิโนของกรดอะมิโนตัวที่สอง และให้น้ำออกมา



การทดสอบไบยูเรต (Biuret test) : ใช้ทดสอบกับโปรตีนทุกชนิดและสารพวกเพปไทด์ที่มีพันธะเพปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป โดยนำโปรตีนหรือสารพวกเพปไทด์ ไปทำปฏิกิริยากับสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เรียกว่า สารละลายไบยูเรต โดยจะทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบย่อยของโปรตีนคือ กรดอะมิโน ได้สารสีน้ำเงินม่วง สีม่วงอมชมพู หรือสีน้ำเงิน



สารเคมีและอุปกรณ์ (รายการ/กลุ่ม)

รายการ	ต่อ 1กลุ่ม
สารเคมี	
1. ริงใหม่	5 ริง
2. ไขขาวคิบ	2 cm ³
4. ขี้วสุกบด	2 cm ³
5. น้ำกลั่น	
6. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต 0.1 mol/dm ³	
7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 mol/dm ³	
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	6 หลอด
2. หลอดหยด	2 อัน
3. กระบอกตวงขนาด 10 cm ³	3 อัน
4. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ชุด
5. บีกเกอร์ ขนาด 250 cm ³	1 ใบ

ข้อควรระวัง

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ หากถูกผิวหนัง จะก่อให้เกิดการระคายเคือง เป็นแผลไหม้ หากสัมผัสสูดดมจะมีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้เกิดการระคายเคืองรุนแรง นักเรียนควรระมัดระวังการใช้สารเคมี และไม่ควรหยอกล้อกันขณะปฏิบัติการทดลอง เมื่อมีข้อสงสัยให้สอบถามครูผู้ควบคุมปฏิบัติการทดลอง

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

1.1 ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้



RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



เมื่อนักเรียนต้องการใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ นักเรียนจึงเริ่มค้นหาตามสื่อสังคมออนไลน์ (Facebook) นักเรียนพบกับโฆษณาขายสบู่โปรตีนจากรังไหมที่ผลิตจากรังไหม ซึ่งบอกว่าเป็น “โปรตีน” นักเรียนจะมีวิธีการทดสอบได้อย่างไรว่ารังไหมที่เป็นวัตถุดิบนี้ เป็นโปรตีนจริงๆ

1.2 ครูถามนักเรียนในประเด็นต่อไปนี้

1.2.1 โพรตีนพบในอาหารประเภทใดบ้าง (เนื้อ นม ไข่)

1.2.2 นักเรียนคิดว่าโปรตีนประกอบไปด้วยธาตุใดบ้าง (คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และออกซิเจน)

1.2.3 นักเรียนมีวิธีทดสอบโปรตีนอย่างไร

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

ทักษะจำเป็นที่ใช้ในการศึกษาเรื่องนี้ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายและการลงข้อสรุป

ให้นักเรียนทำการทดลองและตอบคำถาม

ตอนที่ 1 การตรวจสอบโปรตีนจากสารสกัดโปรตีนใหม่

วัน / เดือน / ปี.....	กลุ่มที่.....	ชั้น.....
ชื่อผู้ทดลอง	1..... เลขที่.....	มีหน้าที่.....
	2..... เลขที่.....	มีหน้าที่.....
	3..... เลขที่.....	มีหน้าที่.....
	4..... เลขที่.....	มีหน้าที่.....
	5..... เลขที่.....	มีหน้าที่.....

1. ประเด็นปัญหา คือ เซริซินที่สกัดได้จากรังไหมเป็น โปรตีนหรือไม่

2. จากปัญหาข้างต้น

ตัวแปรต้น คือ เซริซินที่สกัดได้จากรังไหม, ไข่ขาวดิบ, ข้าวสุกบด

ตัวแปรตาม คือ ผลการทดสอบกับสารละลายไบยูเรต

ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณสารตัวอย่าง, ปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, ปริมาณสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต

3. สมมติฐาน คือ

ถ้าโปรตีนทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรตแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินม่วง ดังนั้นเซริซินที่สกัดได้จากรังไหมเมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรตจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินม่วงเช่นกัน

4. นิยามเชิงปฏิบัติการ คือ

การทดสอบไพบูเรต หมายถึง การทดสอบโปรตีน โดยนำเอาสารตัวอย่างมาทดสอบกับสารละลายไพบูเรตซึ่งจะสังเกตได้จากสารตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีม่วงแสดงว่าสารตัวอย่างนั้นเป็นโปรตีน

5. นักเรียนจะตั้งจุดประสงค์ในการทดลองครั้งนี้ได้อย่างไร

1. เพื่อตรวจสอบหาโปรตีนในสารตัวอย่างได้

6. เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ทำการทดลองดังนี้

ขั้นตอนการเตรียมเซรีซินที่สกัดได้จากรังไหม

นักเรียนเตรียมเซรีซิน โดยนำรังไหม 5 รัง มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ต้มด้วยน้ำ 150 ml

โดยใช้เวลาในการต้มนาน 40 นาที

ขั้นตอนการทดสอบไพบูเรต

1. นำหลอดทดลองขนาดเล็กลงมา 6 หลอดเขียนหมายเลข 1-6 และใส่สารที่จะทดสอบลงไป

หลอด ขนาดเล็ก หลอดละ 2 cm³ ดังนี้

1.1 หลอดที่ 1, 2 เซรีซินที่สกัดได้จากรังไหม

1.2 หลอดที่ 3, 4 ไข่ขาวดิบ

1.3 หลอดที่ 5, 6 ข้าวสุกบด

2. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 mol/dm³ ลงในหลอด 1, 3, 5 หลอดละ 10 หยดเขย่า

สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล

3. หยดสารละลาย CuSO₄ 0.1 mol/dm³ ลงในหลอดทดลองทั้ง 6 หลอดหลอดละ 5 หยดเขย่า

สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล นักเรียนคิดว่าแต่ละหลอดทดลองการเปลี่ยนแปลง

อย่างไร เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น

ตารางบันทึกผลการทดลอง

หลอดที่	ตัวอย่างที่ทดสอบ	สารที่เติม		ผลการทดลอง
1	เซรีซินที่สกัดได้จากรังไหม	NaOH		ไม่เปลี่ยนแปลง
2	เซรีซินที่สกัดได้จากรังไหม	NaOH	CuSO ₄	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินม่วง
3	ไข่ขาวดิบ	NaOH		ไม่เปลี่ยนแปลง
4	ไข่ขาวดิบ	NaOH	CuSO ₄	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินม่วง
5	ข้าวสุกบด	NaOH		ไม่เปลี่ยนแปลง
6	ข้าวสุกบด	NaOH	CuSO ₄	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินม่วง

3. ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

ความสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร แล้วนักเรียนจะระบุถึงใจความสำคัญของเรื่องนี้ได้อย่างไร ให้นักเรียนลองช่วยกันคิดและตอบคำถามในกิจกรรมต่อไปนี้

ตอนที่ 2 ช่วยกันคิดช่วยกันทำ

➤ เมื่อนำเซรีซิน ไข่ขาวดิบ และข้าวสุกบด มาทดสอบกับสารละลายไบยูเรต ผลการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

เมื่อนำเซรีซิน ไข่ขาวดิบ มาทดสอบกับสารละลายไบยูเรต(ซึ่งมีสีฟ้า) จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินม่วง ส่วนข้าวสุกบด เมื่อนำมาทดสอบกับสารละลายไบยูเรต(ซึ่งมีสีฟ้า) จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

➤ ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักและรอง ที่พบในโปรตีนมีอะไรบ้าง

องค์ประกอบหลัก ประกอบด้วยธาตุ C, H, O และ N

องค์ประกอบรอง ประกอบด้วยธาตุ S, P, Fe และ Zn

➤ จากการทดลอง ตัวอย่างใดบ้างที่มีโปรตีน นักเรียนทราบได้อย่างไร

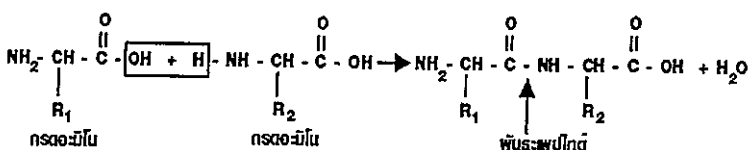
นำเซรีซิน ไข่ขาวดิบ และข้าวสุกบด มาทดสอบกับสารละลายไบยูเรต เซรีซิน ไข่ขาวดิบ จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินม่วง ส่วนข้าวสุกบด จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง แสดงว่าเซรีซินที่สกัดได้จากรังไหม และไข่ขาวดิบ เป็น โปรตีน เนื่องจากเมื่อทดสอบกับสารละลายไบยูเรต(ซึ่งมีสีฟ้า) แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินม่วง ซึ่งสารละลายไบยูเรตใช้ทดสอบกับโปรตีนทุกชนิดและสารพวกเพปไทด์ที่มีพันธะเพปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

4.1 กรุณาเสนอโมเดลของโปรตีน และชี้ให้เห็นพันธะเพปไทด์ที่เชื่อมต่อระหว่างหมู่อะมิโนและอธิบายดังนี้

4.1.1 โปรตีนเป็นสารที่มีมวลโมเลกุลสูง ประกอบด้วยอะมิโนจำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์

4.1.2 การเกิดพันธะเพปไทด์ พันธะเพปไทด์เป็นพันธะโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอกซิลของกรดอะมิโนในโมเลกุลหนึ่งกับอะตอมของไนโตรเจนในหมู่อะมิโนของกรดอะมิโนอีกโมเลกุลหนึ่ง

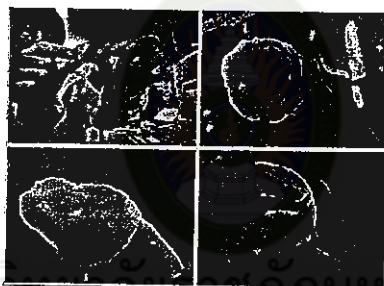


จากขั้นขยายความรู้ ให้นักเรียนช่วยกันคิดและตอบคำถามในประเด็นต่างๆ ดังนี้
คำถามส่งเสริมการคิด

- โพรตีนมีความสำคัญกับการดำรงชีวิตของมนุษย์หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

โพรตีนเป็นส่วนสำคัญของสิ่งมีชีวิตและมีส่วนเกี่ยวข้องในแทบทุกกระบวนการใน เซลล์ โพรตีนจำนวนมากเป็นเอนไซม์ซึ่งเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมี และสำคัญต่อกระบวนการ เมตาบอลิซึม นอกจากนี้โพรตีนยังมีหน้าที่ด้านโครงสร้างหรือเชิงกล อาทิ แอกตินและไมโอซินในกล้ามเนื้อและโพรตีนใน ไซโทสเกเลตอน ซึ่งสร้างเป็นระบบโครงสร้างค้ำจุนรูปร่างของเซลล์ โพรตีนมีความสำคัญในการส่งสัญญาณของเซลล์ การตอบสนองของภูมิคุ้มกัน การยึดติดกันของเซลล์ และวัฏจักรเซลล์ อีกทั้งโพรตีนเป็นแหล่งพลังงานของร่างกาย ช่วยทำให้ร่างกายเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ และเป็นภูมิคุ้มกันของร่างกาย

คำถามส่งเสริมการหาคำสำคัญกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม



- ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนมีการทำไข่ปลอมจากแคลเซียมคาร์บอเนตและโซเดียมแอลจิเนต เปลือกของไข่นั้นทำมาจากแคลเซียมคาร์บอเนตที่ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษและพลาสติก ส่วนไข่แดงและไข่ขาวนั้นทำจากโซเดียมแอลจิเนต, สารส้ม, เจลาติน, แคลเซียมคลอไรด์และน้ำ และแต่งสี วิธีพิสูจน์ก็คือ ติไข่แดงและไข่ขาวผสมกัน มันจะรวมตัวกันได้เร็วมากและเป็นเนื้อเดียวกันสนิท

นอกจากวิธีดังกล่าวแล้ว สามารถทดสอบว่าเป็นโพรตีนได้อย่างไร

นำไข่ที่สงสัยดังกล่าวมาทดสอบกับกับสารละลายไบยูเรต (ซึ่งมีสีฟ้า) ถ้าไข่ที่นำมาทดสอบเปลี่ยนเป็น สีนํ้าเงินม่วง แสดงว่าไข่ดังกล่าวเป็น โพรตีน แต่ถ้าเป็น ไข่ปลอมที่ทำจากแคลเซียมคาร์บอเนตและโซเดียมแอลจิเนต จะไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรต

จากข่าวดังกล่าว การนำความรู้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาผลิตของปลอม ส่งผลต่อผู้บริโภคอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ

ไข่ปลอมข้างคั้น ที่เหมือนไข่จริงมาก ตรวจแล้วไม่พบ โปรตีน แต่มีสารเคมีหลายชนิด แทน เช่น สารส้ม โซเดียมอัลจินต เจลาติน แคลเซียมคลอไรด์ และโซเดียมเบนโซเอต ส่วนใน ไข่แดง จะถูกย้อมสีด้วยเกลือ หรือเอสเทอร์ของกรด "ทาร์ทาริก เอซิด" ซึ่งใช้ทำเครื่องคั้นที่มี ฟอง และขนมฟู รวมทั้งใช้ในอุตสาหกรรมถ่ายรูป และฟอกหนัง ส่วนเปลือกไข่ปลอมทำจาก สารแคลเซียมคาร์บอเนต

ในการบริโภคอะมิโนแอซิด ซึ่งมีสารส้มเป็นส่วนประกอบเป็นเวลานาน มีผลทำให้การทำงานของระบบจิตประสาทช้าลง และส่วนผลมในไข่ปลอมที่ไม่ละลาย หรือย่อยสลาย เช่น แคลเซียม ร่างกายสามารถขจัดผ่านการขับถ่ายได้ ส่วนความเสี่ยงเป็นอันตราย ถือว่ามีไม่สูง เว้นแต่ว่าจะบริโภคปริมาณมาก และใช้หรือบริโภคบ่อยๆ สาร โซเดียมอัลจินต และเจลาติน ถูกใช้เป็นสารทำแข็ง และรักษามาตรฐานในอาหาร แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารทำระเหย หรือทำให้แห้ง ขณะที่อะมิโนแอซิดหรือสารส้ม ใช้เพื่อทำให้น้ำตกตะกอน หรือเพื่อให้ น้ำใสสะอาด ขณะที่ สารเจือปนบางอย่างในสารเคมีเหล่านี้ อาจเป็นอันตรายต่อส่วนอื่นๆ ของร่างกายได้อีกด้วย

คำถามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

- จากข้อความ โฆษณา



"Amino PLUS" เพิ่มชนิดกรดอะมิโนจำเป็นจากเดิม 5 ชนิดเป็น 7 ชนิด ในปริมาณแต่ละชนิดมากขึ้น ได้แก่ วาลีน ธีโรนีน ไลซีน ลูซีน ไอโซลิวซีน ฟีนิลอะลานีน และ เมไทโอนีน ทำให้ร่างกายสดชื่น เต็มเต็มลงลึกถึงระดับเซลล์ และช่วยให้ร่างกายสามารถดูดซึมสารอาหารไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ พร้อมเพิ่มคุณค่าด้วยไฟเบอร์ ช่วยเพิ่มกากใยล้างพิษในระบบทางเดินอาหาร กระตุ้นการขับถ่าย จึงทำให้การสะสมของไขมันหน้าท้องน้อยลง และยังมีส่วนผสมของวิตามินซีที่ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย

ทำไมผลิตภัณฑ์จึงปรับปรุง จาก อะมิโน เป็น อะมิโนพลัส

อะมิโนพลัส จะมีการเพิ่มชนิดกรดอะมิโนจำเป็นจากเดิม 5 ชนิดเป็น 7 ชนิด ในปริมาณแต่ละชนิดมากขึ้น นอกจากจะเพิ่มกรดอะมิโนแล้ว ยังมีการเพิ่มกลูตาไรโอน ไฟเบอร์ คอลลาเจน วิตามินอี และวิตามินซี ซึ่งทำให้ร่างกายสดชื่น กระตุ้นการขับถ่าย จึงทำให้การสะสมของไขมันหน้าท้องน้อยลง ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ ผิวขาวใสขึ้น ร่างกายได้รับกรดอะมิโนมากขึ้นทำให้สุขภาพดีขึ้น ยังทำให้หุ่นสวยมากขึ้น

คำถามเกี่ยวข้องกับอาชีพ

● นมควาย ถือนมที่ได้จากควายพันธุ์มูร์ร่าห์ ซึ่งนำมาจากประเทศอินเดียเซีย ผลิตโดยผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งจะเก็บไว้ได้นาน จุดเด่นของน้ำนมควาย คือ มีสารอาหารสูงกว่านมวัวทั้งโปรตีน ไขมัน ไขมันอิ่มตัว วิตามินเอ รวมถึง มีสีขาวเนียนชวนดื่ม ทั้งยังไม่มีการกลั่นขาว ดัดง่ายกว่านมแพะ และ Butter Fat ในนมควายก็มากเป็นสองเท่าของนมวัว ในขณะที่ค่าคลอเลสเตอรอลต่ำกว่า นอกจากนี้ ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ (Natural Antioxidant) เหมาะสำหรับผู้ที่มีแพ้อาหารในน้ำนมวัว ควายปลักพื้นเมืองของไทยมีคุณสมบัติเหนือกว่าพันธุ์มูร์ร่าห์ แต่เนื่องจากควายปลักให้น้ำนมได้เพียงวันละ 1 กก./ตัวเท่านั้น จึงไม่เหมาะจะเลี้ยงหวังน้ำนม ส่วนการเลี้ยงควายทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน แม้ควายมูร์ร่าห์จะเป็นสายพันธุ์ต่างชาติ แต่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในเมืองไทยได้ดี

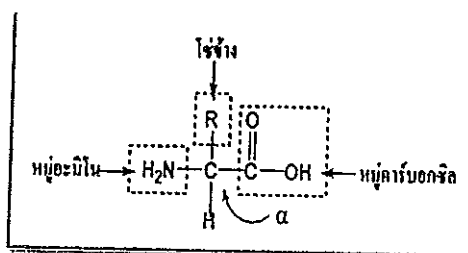
จากข้อความดังกล่าว จะส่งเสริมให้เกิดอาชีพใดได้บ้าง

อาชีพเกษตรกร ส่งเสริมให้คนไทยเลี้ยงควายมูร์ร่าห์ เนื่องจากการเลี้ยงควายไทยและควายมูร์ร่าห์มีวิธีการเลี้ยงไม่แตกต่างกัน แม้ควายมูร์ร่าห์จะเป็นสายพันธุ์ต่างชาติ แต่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในเมืองไทยได้ดี นอกจากนี้ อาจจะทำเป็นฟาร์มกระบือแบบอุตสาหกรรม โดยสามารถนำเนื้อควายไปแปรรูปเป็นอาหารเพื่อจำหน่ายหรือนำน้ำนมไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ได้อีกด้วย

5. ชั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. ให้นักเรียนช่วยกันเขียนสรุปว่ากรดอะมิโนมีโครงสร้างหลักใดบ้าง และ โปรตีนแต่ละชนิดประกอบด้วยกรดอะมิโนที่เหมือนกัน และมีจำนวนเท่ากันหรือไม่
2. หากนักเรียนต้องการจะทดสอบอาหารชนิดหนึ่งว่าเป็น โปรตีนหรือไม่ นักเรียนจะทดสอบได้อย่างไร จงอธิบาย

1. โครงสร้างหลักของโปรตีน คือ



โปรตีนแต่ละชนิดจะประกอบด้วยกรดอะมิโนที่แตกต่างกัน และมีจำนวนไม่เท่ากัน โปรตีนแต่ละชนิดมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน มีจำนวนและชนิดของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน ซึ่งโครงสร้างของโปรตีนจะมีผลต่อหน้าที่ของโปรตีน

2. หากนักเรียนต้องการจะทดสอบอาหารชนิดหนึ่งว่าเป็น โปรตีนหรือไม่ นักเรียนจะทดสอบได้อย่างไร จงอธิบาย

หากต้องการจะทดสอบอาหารชนิดหนึ่งว่าเป็น โปรตีนหรือไม่ จะทดสอบได้โดยนำอาหารชนิดนั้นมาทดสอบกับสารละลาย ไบยูเรตซึ่งมีสีฟ้า หากเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำเงินม่วง แสดงว่า อาหารชนิดนี้เป็น โปรตีน

การวัดและประเมินผล

1. วิธีการวัด

1. ประเมินการเรียนรู้และความเข้าใจของนักเรียน โดยการสังเกตจากการทำกิจกรรมกลุ่มและ การตอบคำถาม

2. เครื่องมือวัด

1. การตอบคำถาม

3. เกณฑ์การวัด

1. นักเรียนเข้าร่วมและตั้งใจในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่มและตอบคำถาม
3. มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระจากการจัดกิจกรรม สามารถอธิบาย ตอบคำถามได้

ถูกต้อง

4. มีความตั้งใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม
5. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. คู่มือปฏิบัติการชีวเคมี. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.
- คณาจารย์ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ตำราชีวเคมี. พิมพ์ครั้งที่4. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2556
- สมปอง ชรรณศิริรักษ์. โครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีน. ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550
- สำราญ พฤษัญสุนทร. เคมี ม.6 เล่ม5. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เพิ่มทรัพย์การพิมพ์, 2553.
- <http://philomath.exteen.com/20070910/r>
- http://www.promma.ac.th/main/chemistry/boonrawd_site/protein_test.htm



ภาคผนวก ฉ
หนังสือขอความอนุเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๑/ว ๒๒๖๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๑

๒๕ ธันวาคม ๒๕๕๗

เรื่อง เรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณรุ่งระวี ทิริบุญนาม

ด้วย นางธาวัฐิมา ประสูรพรหม รหัสประจำตัว ๕๖๘๖๒๐๐๖๐๑๐๒ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเคมีศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากครั้งใหม่เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
 ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบด้านสถิติ การวิจัย
 อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ไทวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์, โทรสาร ๐-๔๓๗๒-๕๕๓๘



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๑/๒๒๖๕

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๑

๒๕ ธันวาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือ

ด้วย นางสาวฐิติมา ประสุรพรหม รหัสประจำตัว ๕๖๘๖๒๐๐๖๐๑๐๒ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเคมีศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางเคมีของโปรตีนจากรังไหมเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์คุณภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ที่มีผลการเรียนเคมีต่างกัน” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยกับประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๕๗ จำนวน ๑๕๐ คน จาก ๓ ห้องเรียน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน ๕๐ คน จาก ๑ ห้องเรียน (โดยการสุ่มแบบกลุ่ม) เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้


ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ไทวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์, โทรสาร ๐ - ๔๓๗๒ - ๕๕๓๘



ภาคผนวก ข

ประมวลภาพประกอบการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 2

ภาพประกอบ 1-2 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณ์ญาณก่อนและหลังเรียน



ภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 4

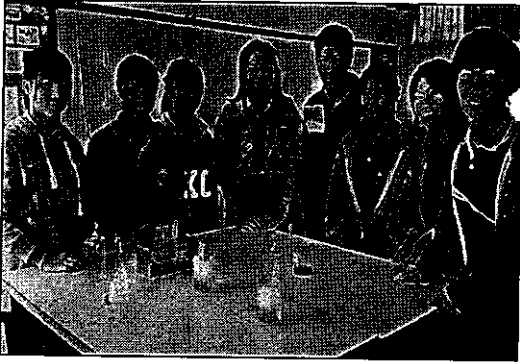


ภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 6

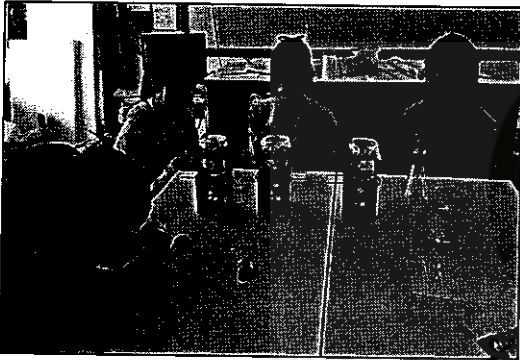
ภาพประกอบ 3-6 การทดลองใช้บทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



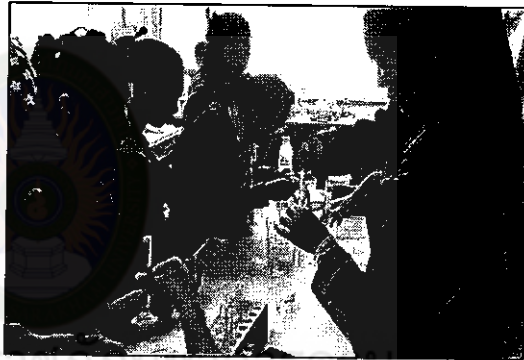
ภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 12

ภาพประกอบ 7-12 การทดลองใช้บทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวฐิติมา ประยูรพรหม
วันเกิด วันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2530
สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
ที่อยู่ปัจจุบัน 40 ซอยนาควิชัย 4 ถนนนาควิชัย ตำบลตลาด อำเภอเมือง
จังหวัดมหาสารคาม 44000
สถานที่ทำงาน โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2549 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2553 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2554 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู สาขาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2558 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาเคมีศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ทุนการศึกษา

พ.ศ. 2553 ทุนส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ (สกวค.) ระดับประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
พ.ศ. 2556 ทุนส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ (สกวค.) ระดับปริญญาโท