

การพัฒนาศักยภาพการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ปริญญานิพนธ์
ของ
ชลิตา พันธุ์อ่อน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

กันยายน 2545

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๖๖4.0๘4

๖๘53T

๘.3

การพัฒนานาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทคัดย่อ

ของ

ชลิตา พันธุ์อ่อน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

กันยายน 2545

ชลิตา พันธุ์อ่อน. (2545). การพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์, อาจารย์ ดร.สมปราวณา วงศ์บุญหนัก.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาและสำรวจวิธีการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักของชาวบ้านบริเวณลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร 2) เพื่อพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก และ 3) เพื่อศึกษาผลของการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การดำเนินการวิจัยมี 4 ตอน คือ ก) การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน ข) การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ค) การพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ ง) การนำบทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้

1. การสำรวจข้อมูลพื้นฐานเชิงบริบท และวิธีการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ได้ข้อมูลที่ตรงตามความต้องการและตรงความเป็นจริง ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
2. ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นไปตามทฤษฎีและสามารถนำมาพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
3. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 7 บทปฏิบัติการ มีคุณภาพดีมาก
4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีผลการเรียน ดังนี้
 - 1) มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
 - 2) มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก
 - 3) มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 87.90

A DEVELOPMENT OF SCIENCE LABORATORY DIRECTIONS ON PRODUCTION AND
INSPECTION OF FERMENTED FISH PRODUCTS

AN ABSTRACT
BY
SHALITA PHANON

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
September 2002

Shalita Phanon. (2002). *A Development of Science Laboratory Directions on Production and Inspection of Fermented Fish Products*. Master thesis, M.Ed. (Science Education).
Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee :
Assoc. Prof. Dr. Natthapong Charoenpit, Dr. Sompratana Wongboonnuk.

The purposes of this study were threefold : 1) to study and survey producing methods and quality testings of local fermented-fish products, 2) to develop school science laboratory directions on "Production and Quality Testings of local fermented-fish Products", and 3) to investigate science learning outcomes ; science process skills, attitude towards the developed laboratory directions and presentation ability, attained by students.

This study was achieved through four stages ; namely, a) survey of contextual information, b) conducting scientific experimentation, c) developing school science laboratory directions and d) conducting instructional experimentation.

The results of the study were as follows :

1. contextual information obtained from the survey served well the purposes for developing school science laboratory directions on "Production and Quality Testing of Fermented Fish Products"
2. scientific experiments followed well their related theories and were conducive to developing the school science laboratory directions.
3. the seven school science laboratory directions developed manifested the quality of "very good" level.
4. learning outcomes of students exposed to instruction utilizing the developed laboratory directions were found positive :
 - 1) post-test scores on science process skills were significantly higher than the pre-test scores,
 - 2) attitude towards the developed laboratory directions were at the "high" level,
 - 3) presentation ability was achieved with 87.90 percent.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

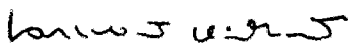
ของ

นางชลิตา พันธุ์อ่อน

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

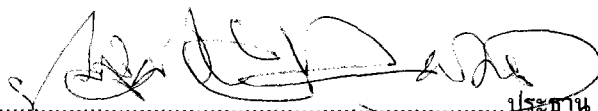


คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพรณ์ หะวานนท์)

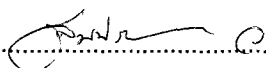
วันที่ 30 เดือน กันยายน พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



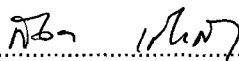
ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)



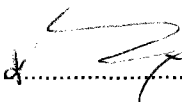
กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร.เปรมจิต บุญสาย)

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

- ทบวงมหาวิทยาลัย

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างดี จากรองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก กรรมการที่ปรึกษา ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำแนวทางในการทำวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล และอาจารย์ ดร.เปรมจิตร บุญสาย ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์มัทนา แสงจินดาวงษ์ รองศาสตราจารย์สุมาลี เหลืองสกุล อาจารย์นันทนา ทิพย์ศรี และอาจารย์สุดา เสี่ยมศักดิ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วรวัฒน์เมธิกุล หัวหน้าภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คุณสิริรัตน์ ศรีสวัสดิ์ บุคลากรและเจ้าหน้าที่ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงทุกท่านตลอดจนนิสิตระดับปริญญาตรี และปริญญาโทคณะประมง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ และเครื่องมือในการทดลองเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนมุกดาหาร ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านและนักเรียนทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลและดำเนินการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณดุษฎา นันทา และครอบครัว ที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาครั้งนี้จนสำเร็จ

ขอขอบคุณ พี่และน้องๆ ชาววิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และทบวงมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยรู้สึกเป็นเกียรติอย่างสูง หวังว่าผลงานวิจัยครั้งนี้คงจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์จริง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงโดยอาศัยแหล่งเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่น

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณสุธิพล พันธุ์อ่อน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี คุณค่า และประโยชน์ที่พึงมีของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชลิตา พันธุ์อ่อน

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	ความสำคัญของการวิจัย.....	5
	ขอบเขตของการวิจัย.....	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
	สมมติฐานการวิจัย.....	11
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
	เอกสารเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น.....	12
	เอกสารเกี่ยวกับเทคโนโลยีท้องถิ่น.....	29
	เอกสารเกี่ยวกับอาหารหมัก.....	22
	✓เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการ.....	40
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	45
	เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	51
	เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	58
	เอกสารเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของจังหวัดมุกดาหาร.....	70
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	73
	งานวิจัยเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น.....	73
	งานวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีท้องถิ่น.....	74
	งานวิจัยเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	74
	งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	75
	งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	76
	งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	77
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	79
	การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน.....	79
	การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	80
	การพัฒนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	85
	การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	88

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3(ต่อ) การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	89
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	93
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	95
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	99
การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน.....	99
การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	103
การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	114
การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	115
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	120
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	120
สมมติฐานของการวิจัย	120
วิธีดำเนินการวิจัย.....	120
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	122
สรุปผลการวิจัย	123
อภิปรายผล.....	128
ข้อเสนอแนะ.....	137
บรรณานุกรม.....	138
ภาคผนวก	148
ภาคผนวก ก	149
ภาคผนวก ข	158
ภาคผนวก ค	196
ภาคผนวก ง.....	316
ภาคผนวก จ.....	330

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก(ต่อ)	
ภาคผนวก จ.....	337
ภาคผนวก ช.....	372
ภาคผนวก ซ.....	385
ภาคผนวก ฌ.....	400
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	408

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยของสารอาหารต่างๆ ในปลาร้าและปลาสาม	31
2	การแบ่งช่วงเวลาในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	89
3	แบบแผนการวิจัยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	93
4	แบบแผนการวิจัยผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์	94
5	คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมักชนิดต่างๆ ที่ผู้บริโภคยอมรับในชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง	102
6	ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาร้า	103
7	ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสาม	105
8	ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาจ่อม	106
9	ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แหนมปลา	107
10	คะแนนเฉลี่ยความชอบในลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	109
11	ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมักชนิดต่างๆ	110
12	ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ปลาร้า	111
13	ปริมาณกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	112
14	ผลการตรวจสอบทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาสาม (ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณแบคทีเรียแลคติก)	113
15	ลักษณะฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมีบางประการของแบคทีเรียแลคติก ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาสาม	114
16	ค่าเฉลี่ยผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	115
17	การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน	116
18	ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ	117
19	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงาน ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	118
20	สรุปการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	317
21	สรุปการประเมินของนักเรียน (กลุ่มย่อย 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	319
22	สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	321

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง		หน้า
23	สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	325
24	สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมิน ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	327
25	แสดงข้อมูลคะแนนรวมของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 80 ข้อ	331
26	แสดงความแปรปรวนรายข้อ คะแนนของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ค่าความยาก – ง่าย ค่าจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	332
27	คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	373
28	คะแนนเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	375
29	คะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	378
30	คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลา ของผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 8 คน	392
31	คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลา ของผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 8 คน	394
32	คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลา ของผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 8 คน	396
33	คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมปลา ของผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 8 คน	398

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
2 ขั้นตอนการผลิตปลาร้า	28
3 ขั้นตอนการผลิตปลาส้ม	29
4 ขั้นตอนการผลิตปลาจ่อม	29
5 ขั้นตอนการผลิตแหนมปลา	30
6 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์โปรตีน	32
7 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์เถ้า	33
8 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ไขมัน	33
9 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ	34
10 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ความชื้น	34
11 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ไฟเบอร์	35
12 สารประกอบที่มีพันธะเพปไทด์	37
13 สารประกอบเชิงซ้อนระหว่าง Cu^{++} และสารประกอบที่มีพันธะเพปไทด์	37
14 แผนที่จังหวัดมุกดาหาร	72

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในอดีตสังคมไทยเป็นสังคมชนบทมีอาชีพหลักคือ การทำนา เป็นสังคมเกษตรกรรมที่อาศัยพึ่งพาซึ่งกันและกันในลักษณะเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ต่อกันพึ่งพาตัวเองได้โดยลำพังไม่จำเป็นต้องพึ่งพาสังคมอื่น มีวิถีชีวิตผูกติดกับทรัพยากรธรรมชาติและหลากหลายทางชีวภาพโดยตรง ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญต่อการมีชีวิตรอดของมนุษย์ (วิญญู จารัสพันธุ์.2544 : 12)

ที่ผ่านมามนุษย์ได้ใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับพืช สัตว์ จุลินทรีย์อย่างเป็นระบบตามกระบวนการวิวัฒนาการโดยการคัดเลือกโดยธรรมชาติ มนุษย์ในยุคต้นและยุคต่อมา ได้เรียนรู้และสะสมความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งที่มีรอบๆตัว จนกลายเป็นองค์ความรู้พื้นฐานแบบชาวบ้านหรือรู้จักกันในนาม “ภูมิปัญญาท้องถิ่น” ซึ่งอาจนับได้ว่าเป็นเทคโนโลยีพื้นบ้านที่ถ่ายทอดและสืบสานต่อมาเป็นระยะเวลายาวนาน (ศิริกานต์ ผาสุข. 2543 : 3) อาหารหมักนับเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีความหลากหลายตามถิ่นที่ผลิต และเป็นเทคโนโลยีชีวภาพสาขาเทคโนโลยีการหมัก (Fermentation technology) ที่มีความสำคัญต่ออนาคตของประเทศซึ่งเป็นการนำความรู้ทางด้านชีววิทยามาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติ และอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง รวมทั้งใช้หลักการวิศวกรรมศาสตร์ในกระบวนการผลิตวัตถุดิบที่เป็นเทคนิควิธีทางชีววิทยา เพื่อที่จะให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (เปรมจิตร์ บุญสาย.2541 : 1) และเป็นตัวอย่างที่ดีของการผสมผสานความรู้ วิธีการ และเทคโนโลยีจากหลายสาขาวิชา โดยมนุษย์รู้จักใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการถนอมอาหารและแปรรูปอาหารมานับเป็นพันปีได้แก่ การผลิตอาหารหมักพื้นบ้าน ถึงแม้ชนทุกชาติจะมีอาหารหมักพื้นบ้านประจำชาติมาแต่โบราณกาล แต่การศึกษาเพื่อให้เข้าใจถึงสาเหตุ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักนั้น เพิ่งจะเริ่มขึ้นเมื่อร้อยกว่าปีมานี้เอง จากการที่หลุยส์ ปาสเตอร์ (Louis Pasteur) ค้นพบว่า ยีสต์เป็นตัวการในการหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ในเบียร์และไวน์ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาและนำวิชาการสาขาต่างๆมาใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีการหมักมาจนถึงปัจจุบัน จึงอาจกล่าวได้ว่า การผลิตอาหารหมักเป็นต้นแบบของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ทั้งในด้านความเก่าแก่เชิงประวัติศาสตร์ และการพัฒนาด้วยหลักและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (นภา โล่ห์ทอง.2543 :1) นอกจากนี้อาหารหมักยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพต่อการพัฒนาให้ได้วิธีการที่เหมาะสม และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีขึ้นตลอดจนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และยังพบว่า อาหารหมักหลายชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นทั้งในด้านองค์ประกอบของกรดอะมิโนและวิตามิน เช่น วิตามินบี 1 ไทอามีน ไรโบเฟลวิน และกรดนิโคตินิก เป็นต้น (Steinkrans. 1998) จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการผลิตอาหารหมักเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่ด้อยหรือกำลังพัฒนา ซึ่งควรมีการสืบทอดภูมิปัญญาด้านอาหารหมักให้คงอยู่ ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยมีอาหารหมักพื้นบ้านไม่น้อยกว่า 80 ชนิด ที่นักวิชาการให้ความสนใจศึกษาค้นคว้าด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ให้ทราบถึงกระบวนการทางชีวเคมีที่เกิดขึ้น ตลอดจนชนิดและบทบาทของจุลินทรีย์ต่อกระบวนการหมักเพื่อจะนำมาสู่แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์และองค์การอนามัยโลก (WHO. 1996) ได้ให้ความสนใจในการศึกษาด้านความปลอดภัยของอาหารหมัก รวมทั้งการเกิดไบโอจีนิก อะมีน (Biogenic Amine)

ประเทศไทยเป็นแหล่งที่มีปลาอุดมสมบูรณ์ทั้งในอ่าวไทย ชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย ตลอดจนในแม่น้ำลำคลองต่างๆ จึงได้มีการนำปลา กุ้ง เคย และสัตว์น้ำอื่นๆ มาผลิตเป็นอาหารในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งการผลิตเป็นอาหารหมัก เช่น อาหารปลาหมัก หรือน้ำปลาเพื่อให้ได้กลิ่นรสที่ผลิตแปลกไปจากเดิมและยังเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง ซึ่งชาวไทยนิยมใช้อาหารหมักเหล่านี้ปรุงแต่งหรือเป็นเครื่องชูรสอาหารและยังผลิตไว้เพื่อรับประทานในฤดูกาลที่ขาดแคลนปลาสดสำหรับบริโภคด้วย การผลิตอาหารปลาหมักจึงเป็นสิ่งสำคัญในการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อตอบสนองความต้องการด้านปัจจัยสี่ของมนุษย์ โดยการผสมผสานความแตกต่างหลากหลายเหล่านั้นให้เกิดความเป็นเอกภาพที่เป็นประโยชน์และเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว (วิฤทธิ์ จาริพันธ์.2544 : 12) เป็นภูมิปัญญาที่นำมาใช้ในชีวิตประจำวันโดยมีการลองผิดลองถูกปรับปรุงแก้ไขมาจากรุ่นหนึ่งสู่อีกหนึ่งจนเป็นความรู้และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และท้องถิ่นนั้นๆ หากได้มีการศึกษาและประมวลข้อมูลจัดทำหมวดหมู่มาอธิบายและลงมือปฏิบัติจริงย่อมทำให้มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก และอาจจะดันให้ผู้ที่ศึกษามีจิตสำนึกหรือแนวคิดในการนำไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไปในภายภาคหน้าอันเป็นการสืบทอดความรู้ของคนไทยที่คิดค้นขึ้นเองไม่ให้ขาดหายไปกับกาลเวลาได้อีกทางหนึ่งด้วย (วีระพงษ์ แสง-ชูโต.2544 : 5)

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยซึ่งสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ซึ่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดให้มีการจัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อความเป็นไทย ความเป็นพลเมืองดีของชาติ การดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ ตลอดจนเพื่อการศึกษาต่อ และให้สถานศึกษาขั้นพื้นฐานจัดทำสาระของหลักสูตรในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาในชุมชนและสังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น คุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อเป็นสมาชิกที่ดีของครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติ (สสวท.2544 : 2) โดยมีเป้าหมายให้ผู้เรียนทุกคนได้รับการพัฒนาด้านความรู้ที่เป็นสากล และท้องถิ่น กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิต ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสมในสังคมไทย (สสวท.2545 : คำนำ) และโรงเรียนมีการกิจสำคัญในการจัดการศึกษาที่จะนำไปสู่การพัฒนาทุกๆ ด้าน ซึ่งการจัดการศึกษาที่ดีจะต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ตามความสามารถและศักยภาพของแต่ละบุคคล การพัฒนาศักยภาพต้องพัฒนาทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ ปัญญา และทักษะฝีมือ เพื่อให้เป็นคนดี มีคุณธรรม มีสุขภาพพลานามัยดี และมีส่วนร่วมในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนมีจิตสำนึก และมีบทบาทในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมอันดีงาม ทั้งในระดับชาติ และระดับท้องถิ่น ซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาประเทศมีความสมดุลยั่งยืนบนพื้นฐานของความเป็นไทย (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.2540 : 19) และจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆอย่างได้สัดส่วนสมดุล (กรมวิชาการ.2544 : 3-4)

การศึกษาวิทยาศาสตร์นับเป็นนโยบายที่สำคัญของประเทศ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (2540 – 2544) ที่มุ่งเน้นการฝึกให้คนไทยเป็นนักคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถคิดวิเคราะห์หาเหตุผลและมีความตื่นตัวที่จะหาความรู้ข้อเท็จจริงในเชิงวิทยาศาสตร์ตลอดเวลา รวมถึงความสามารถที่จะนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ได้อย่างเหมาะสมกับสภาพชีวิตความเป็นอยู่เพื่อการดำรงชีวิตในสังคม

อย่างสงบสุขและมีส่วนในการพัฒนาประเทศโดยรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สิปปนนท์ เกตุทัต. 2535 : 7) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคนไทยทุกคนให้สามารถเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ทั้งทางวัฒนธรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานของความเป็นไทย (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2540 : 20-21) มีวิสัยทัศน์ให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาและสร้างความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลนำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (สสวท. 2544 : 3) และให้สอดคล้องตามนโยบายของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 7 และมาตรา 23 ซึ่งได้กล่าวถึงการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรโดยให้มีการผสมผสานกับศาสตร์ต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจซาบซึ้ง ภูมิใจและตระหนักในความเป็นไทยขณะเดียวกันก็สามารถนำไปผสมผสานให้สอดคล้องกับความรู้สมัยใหม่ได้ (วีระพงษ์ แสง-ชูโต. 2544 : 12)

ในปัจจุบันการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีปณิธานที่จะพัฒนาบุคคลให้บรรลุสมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological Literacy) ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะ 3 ประการคือ (1) มีความรู้และทักษะเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนบริบทที่จะนำความรู้ และทักษะดังกล่าวไปใช้ (2) รู้จักใช้ทักษะอย่างมีวิจารณญาณและสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา ตลอดจนการตัดสินใจเพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิต รวมถึงการรู้จักตอบสนองความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ (3) มีความชื่นชมในสันติภาพและความปลอดภัย รู้จักใช้ชีวิตในสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสมและแสวงหาความรู้ประสบการณ์เพื่อพัฒนาตนเอง (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2539 : 160) เป้าหมายสูงสุดของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน ก็คือ มุ่งให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ ตามมาตรฐานเดียวกับนานาชาติและสอดคล้องกับสังคมวัฒนธรรมไทย (สสวท. 2543 : 4)

การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) นอกจากจะมุ่งให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างเพียงพอแล้ว ยังมุ่งหวังให้สามารถนำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้อย่างมีคุณภาพและคุณธรรม ทั้งด้านการประกอบอาชีพ การดำรงชีวิต สุขภาพอนามัย ตลอดจนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและปกป้องสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีศักยภาพในการวินิจฉัยแก้ปัญหา ตลอดจนการตัดสินใจที่เหมาะสม ส่งเสริมการจัด การศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างภูมิปัญญาไทยซึ่งหมายถึง การสร้างองค์ความรู้ต่างๆทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นเอง เพื่อนำส่งออกไปสู่สังคมผู้ผลิต ลดการพึ่งพาจากต่างประเทศ (สสวท. 2533 : 7) และปัจจุบันการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ใช้แนวการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งได้มีการปรับปรุงทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการเรียนการสอน โดยได้กำหนดเนื้อหา วิธีการทดลอง สื่อและอุปกรณ์ไว้ในแบบเรียนและคู่มือครู ครูผู้สอนสามารถที่จะปรับให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของผู้เรียนได้ ส่วนกระบวนการสอนยังคงเน้นแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะนำไปสู่การเป็นคนมีใจใฝ่รู้ มีใจรัก และสนใจในวิทยาศาสตร์สามารถแสวงหาข้อมูล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลสามารถที่จะปรับตัวให้

เท่าทันเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เท่าที่ผ่านมา ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งจากรายงานสรุปเรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่นกับกระบวนการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2538 : 12) พบว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศได้นำแนวคิดของภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนร้อยละ 59.09 และที่ใช้มากมีเพียงร้อยละ 20.33 เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจปัญหาวิกฤติการณ์ทางการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2539 : 1) พบว่า กระบวนการเรียนการสอนมุ่งเน้นการท่องจำเพื่อการสอนมากกว่ามุ่งคิดวิเคราะห์แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เด็กไทยจำนวนมากคิดไม่เป็น ไม่ชอบอ่านหนังสือ ไม่รู้วิธีเรียนรู้ รวมทั้งสื่อและเนื้อหาสาระการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับโลกแห่งความเป็นจริง และรูปแบบการศึกษาไม่หลากหลายในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กรมวิชาการ (2536 : ภาคผนวก) ได้ประเมินคุณภาพการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาทั่วประเทศ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานช่วงคะแนนอยู่ระดับพอใช้ (35% - 62.50%) ซึ่งเป็นระดับปานกลางและสอดคล้องกับผู้วิจัยหลายท่านที่มีข้อค้นพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำมาก (กิ่งฟ้า สันธวงศ์.2525:113; หน่วยศึกษานิเทศก์.กรมสามัญศึกษา.2531:33; สุนีย์ คล้ายนิล.2533:15) ซึ่งเป็นผลมาจากสภาพของปัญหาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนยังใช้เทคนิคการสอนแบบเดิมเน้นเนื้อหาวิชาการมาก ใช้การบรรยายเป็นส่วนใหญ่ ไม่เห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมให้สัมพันธ์กับเนื้อหาวิชาที่สอน เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งไม่เห็นความสำคัญของการค้นคว้าหาวิธีสอนใหม่ๆ การใช้สื่อการสอน และแหล่งความรู้อื่นๆมาเพิ่มเติมให้ทันต่อเหตุการณ์ในยุคปัจจุบัน (พิจิตต์ รัตกุล.2534:6-7) ส่วนการทดลองก็ให้นักเรียนทำการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน รวมทั้งมีการกำหนดรูปแบบการบันทึกผลการทดลองให้ทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้พัฒนาความคิด ขาดการฝึกปฏิบัติด้วยตนเองจนเกิดผลที่ตามมาคือ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ และขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลดังกล่าวนี้ อาจมีส่วนทำให้นักเรียนขาดความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังที่สุชิน วรรณฉวี (2528 : 2) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของเราทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลและความรู้ต่างๆนำไปจัดกระทำโดยมีเกณฑ์เป็นเครื่องช่วยพิจารณา จากนั้นจะนำเสนอข้อมูลและความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ดังนั้น ในการเรียนการสอนครูผู้สอนจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยให้มีการปฏิบัติทดลองในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านผลิตภัณฑ์ปาล์มซึ่งถ้าให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนที่เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่องที่มีคุณค่าใกล้ตัวและมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต จะทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นกับความรู้ที่เป็นสากลเข้าด้วยกัน เป็นการเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมที่เรียนและพัฒนาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ให้คนอื่นได้รู้ อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องตามแนวกระทรวงศึกษาธิการ (2540) จากแผนงานหลักที่ 2 ในนโยบายของกรมสามัญศึกษาที่สนองตอบแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544) มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน ให้มีการปรับกระบวนการสอนการเรียนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง รวมทั้งมีรูปแบบการเรียนการสอนที่หลากหลาย ทั้งนี้ให้มีแนวทางและมาตรการเพื่อพัฒนาและปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยมีการเชื่อมโยงวิธีการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชากับสภาพในชีวิตจริงจึงควรได้มีการสอดแทรก

กิจกรรมดังกล่าวไว้ในรูปของกิจกรรมเลือกเสรีหรือคาบอิสระ เพื่อจัดให้เป็นกิจกรรมเสริมที่ประสานความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และภูมิปัญญาท้องถิ่น อันจะเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตในท้องถิ่น ตลอดจนเป็นการสืบทอดและรักษาไว้ซึ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนเอง

จังหวัดมุกดาหารเป็นจังหวัดหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีพื้นที่ติดแม่น้ำโขง เป็นระยะทางยาวถึง 72 กิโลเมตร ผ่านพื้นที่ทั้งหมด 3 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอดอนตาล และอำเภอหว้านใหญ่ โดยเฉพาะบริเวณอำเภอเมืองมีจุดที่แม่น้ำโขงกว้างถึง 1,800 เมตรซึ่งถือว่าเป็นจุดที่กว้างที่สุดในประเทศไทย เป็นทั้งเส้นทางคมนาคม แหล่งอาหารและแหล่งปลาที่ชุกชุม พื้นที่ริมน้ำยังเหมาะแก่การเกษตรกรรมจึงเกิดมีชุมชนตั้งถิ่นฐานมาแต่โบราณ พื้นที่แถบนี้จึงเต็มไปด้วยความอุดมสมบูรณ์ร่องรอยอดีตและภูมิปัญญาท้องถิ่นมากมายหลายประเภท โดยเฉพาะภูมิปัญญาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ปลาหมักเพราะชาวบ้านอาศัยอยู่ใกล้แม่น้ำผูกพันกับแหล่งน้ำสามารถจับสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี ทำให้การดำเนินชีวิตของคนในชุมชนเป็นไปด้วยดีบนพื้นฐานความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนเองมาโดยตลอด

จากความสำคัญของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก สภาพบริบท และภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องของชุมชน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งในการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและให้นักเรียนได้ทดลองปฏิบัติจริงเพื่อพัฒนา และส่งเสริมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสร้างความตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักให้ดำรงคงอยู่ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและสำรวจวิธีการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักของชาวบ้านบริเวณลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร
2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
3. เพื่อศึกษาผลของการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ด้าน
 - 3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะได้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ซึ่งได้รับการพัฒนาให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและมีศักยภาพในการนำไปใช้สอนเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ผลการวิจัยดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ดังนี้

1. ได้แนวทางสำหรับการศึกษาทุกระบบ ในการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีอยู่มาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน
2. เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจและตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่นของตน ตลอดจนช่วยอนุรักษ์และสืบทอดให้คงอยู่
3. เป็นประโยชน์สำหรับผู้เรียนในการนำความรู้ที่เป็นสากลมาผสมผสานกับภูมิปัญญาท้องถิ่น

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มี 4 ตอน แต่ละตอนมีขอบเขต ดังนี้

ตอนที่ 1 ขอบเขตการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

1) การสำรวจข้อมูลพื้นฐานเชิงบริบทของชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร กระทำในเขตพื้นที่ 3 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอดอนตาล และอำเภอหว้านใหญ่ โดยมีแหล่งข้อมูลเป็นผู้รู้ ได้แก่ ชาวประมง 9 คน เจ้าหน้าที่ประมงอำเภอ 3 คน เจ้าหน้าที่ประมงจังหวัด 1 คน หัวหน้าสถานีประมงน้ำจืด จังหวัด 1 คน ผู้นำชุมชน คณะกรรมการองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ครู-อาจารย์ นักเรียน แหล่งละ 3 คน ศิษย์เก่าที่สำเร็จการศึกษา เกิน 5 ปี 2 คน และศิษย์เก่าปัจจุบันที่สำเร็จการศึกษาศึกษาปีการศึกษา 2544 จำนวน 1 คน รวมทั้งหมดจำนวน 29 คน

2) การสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักของชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร ใช้แหล่งข้อมูลที่เป็นผู้รู้ ได้แก่ ปราชญ์ชาวบ้าน และกลุ่มแม่บ้าน แหล่งละ 3 คน รวมทั้งหมดจำนวน 6 คน

ตอนที่ 2 ขอบเขตการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. การศึกษาวิธีการผลิต ปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อม และแหนมปลา โดยแต่ละชนิดใช้สูตรในการผลิต 3 สูตร จาก 3 อันดับแรกของผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้าน การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ดังนี้

1.1 ปลาร้า ใช้ปลา (ปลากระดี่) : เกลือ : ข้าวคั่ว เป็น 10 : (1,2,3) : 1 โดยน้ำหนัก หมักไว้ 21-28 วัน (ประเสริฐ สายสิทธิ์.2527 ; แพรวพรรณ ห่องทองแดง.2522 : 34)

1.2 ปลาสาม ใช้ปลา (ปลาคะเพียน) : เกลือ : ข้าวสุก : กระเทียม เป็น 10 : (1,2,3) : 1 : 1 โดยน้ำหนัก หมักไว้ 5-7 วัน (พูลทรัพย์ วิรุพกุล.2543 : 1)

1.3 ปลาจ่อม ใช้ปลา (ปลาชิวแก้ว) เกลือ : ข้าวสุก : กระเทียม : ข้าวคั่ว เป็น 10 : (1,2,3) : 3:1:3 โดยน้ำหนัก หมักไว้ 3-5 วัน (พูลทรัพย์ วิรุพกุล.2543 : 2)

1.4 แหนมปลา ใช้ปลา (ปลากลาย) : เกลือ : ข้าวสุก : กระเทียม เป็น 10 : (0.1,0.2,0.3) : 1 : 0.3 โดยน้ำหนักหมักไว้ 2-3 วัน (พูลทรัพย์ วิรุพกุล.2543 : 2)

2. การศึกษาตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส กระทำโดยใช้ประสาทสัมผัส

2.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-เบส (pH) ตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกใช้วิธีของ Association Official Analytical Chemist (AOAC) และการตรวจสอบโปรตีนใช้วิธีไบยูเรต (Biuret Method)

2.3 การตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแลคติกใช้วิธีของ AOAC และการจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติกใช้การย้อมสีแกรม

ตอนที่ 3 ขอบเขตการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่นำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลจากผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานและการดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มาสร้างเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 7 บทปฏิบัติการ คือ 1) เรื่อง การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก 2) เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก 3) เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาร้า 4) เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาส้ม 5) เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาจ่อม 6) เรื่อง การถนอมอาหาร : แหนมปลา และ 7) เรื่อง การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ตอนที่ 4 ขอบเขตการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

4.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 7 ห้อง นักเรียนทั้งหมด 335 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียน จำนวน 30 คน จากประชากรที่มาลงทะเบียนเรียนวิชาเลือกเสรีวิทยาศาสตร์ เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

4.2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นบทปฏิบัติการประกอบด้วย การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก การถนอมอาหาร:ปลาร้า การถนอมอาหาร:ปลาส้ม การถนอมอาหาร:ปลาจ่อม การถนอมอาหาร:แหนมปลา การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน

การทดลองสอนกระทำในชั่วโมงวิชาเลือกเสรีวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ใช้เวลา 9 สัปดาห์ ฤๅละ 2 คาบ ฤๅละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 18 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก หมายถึง เอกสารที่กำหนดแนวทางในการปฏิบัติกิจกรรมและการทดลองที่นำความรู้เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักมาสร้างเป็นกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีหัวข้อของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์ หลักการ วัตถุประสงค์และสาระเคมี วิธีดำเนินการทดลอง รายงานผลการทดลอง คำถามท้ายบท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และใบความรู้

2. การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ให้มีคุณภาพตามทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจากผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

3. การผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมัก หมายถึง การทำอาหารหมักจากปลา โดยการนำปลามาหมักกับเกลือและเติมวัตถุดิบบางชนิด เช่น ข้าวคั่ว ข้าวสุก กระเทียม หมักไว้ระยะเวลาหนึ่งจนได้อาหารปลาหมักที่มีกลิ่น และรสชาติเฉพาะตัวอยู่ในสภาพเหมาะสมต่อผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ปลาหมักในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การผลิตปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อม และแหนมปลา

4. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก หมายถึง การตรวจสอบคุณสมบัติด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก 3 ด้าน คือ 1) คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส 2) คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-เบส (pH) ตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติก และตรวจสอบโปรตีน และ 3) คุณสมบัติทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแลคติก และจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติก

5. ภูมิปัญญาท้องถิ่น หมายถึง ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ในชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร

6. เทคโนโลยีท้องถิ่น หมายถึง เทคโนโลยีท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ ปลาหมักของชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร เช่น หม้อดินที่ใช้บรรจุปลาร้า เครื่องจักสาน ครกกระเดื่อง

7. ชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร หมายถึง กลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่บริเวณลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร ได้แก่ ชุมชนอำเภอเมือง ชุมชนอำเภอดอนตาล และชุมชนอำเภอหว้านใหญ่

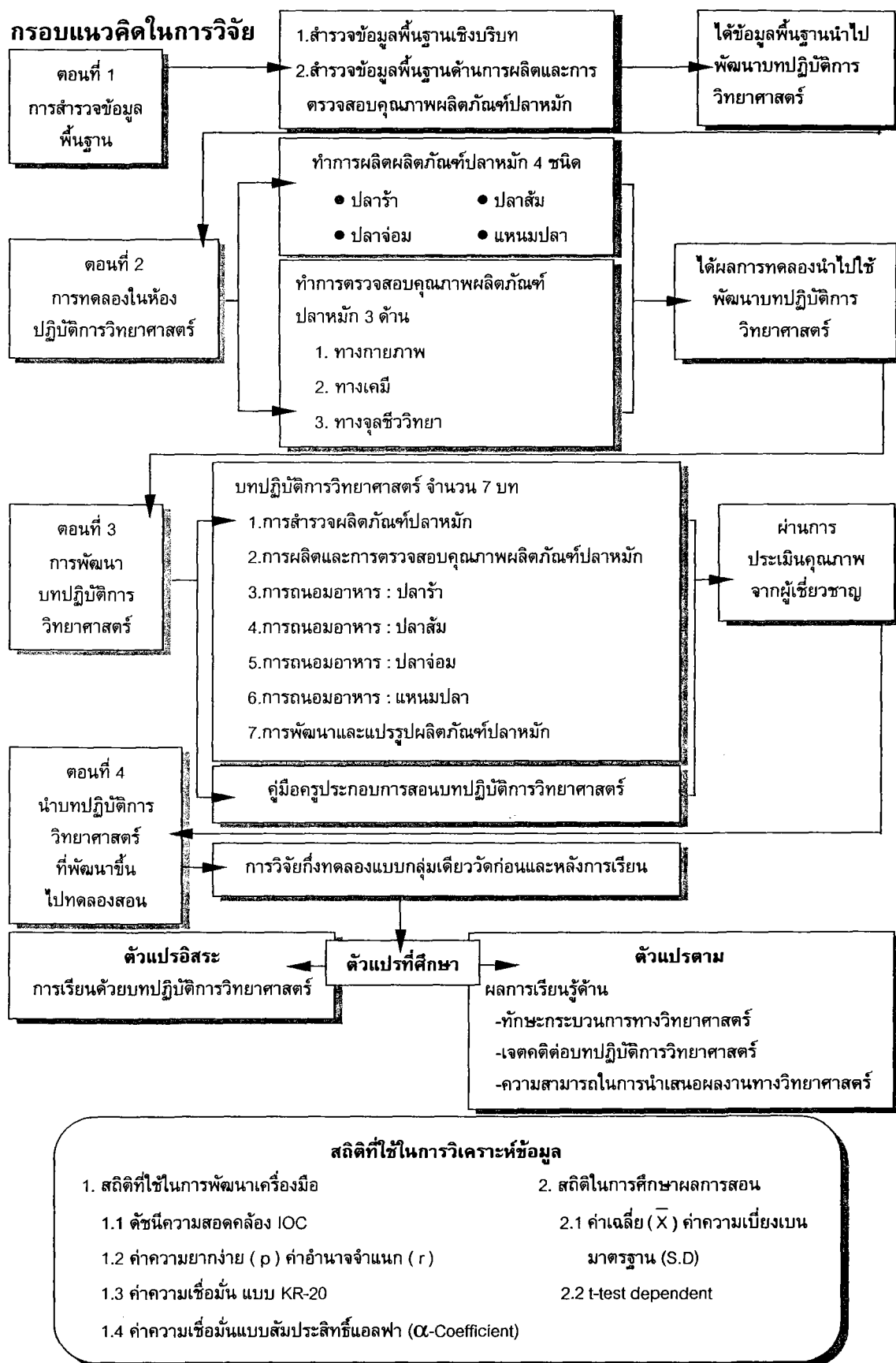
8. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดความคล่องแคล่วความชำนาญซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 10 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน และการทดลอง ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยการปรับปรุงจากแบบทดสอบที่มีผู้สร้างไว้แล้ว

9. เจตคติต่อทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนในด้านความรู้สึกนึกคิด และด้านการแสดงออกที่มีต่อทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบสอบถามที่มีผู้สร้างไว้แล้ว

10. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมในการเสนอผลงานของนักเรียนจากการศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติกิจกรรมต่างๆตามที่กำหนดในทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เรียนให้บุคคลอื่นเข้าใจโดย การเขียนรายงาน การรายงานด้วยวาจา และแฟ้มสะสมงาน ซึ่งประเมินได้จากการใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้นจากแบบประเมินที่มีผู้สร้างไว้แล้ว

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากแนวทางการวิเคราะห์ปัญหาการใช้ทรัพยากรสัตว์น้ำจำพวกปลา ภูมิปัญญาและเทคโนโลยีท้องถิ่น เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เพื่อจุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีที่นำมาใช้แก้ปัญหาการจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำที่มีอยู่ในท้องถิ่น และการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีคุณค่ามาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเยาวชนในท้องถิ่น สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 80

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น
2. เอกสารเกี่ยวกับเทคโนโลยีท้องถิ่น
3. เอกสารเกี่ยวกับอาหารหมัก
4. เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
7. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
8. เอกสารเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของจังหวัดมุกดาหาร
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 ภูมิปัญญาท้องถิ่น
 - 9.2 เทคโนโลยีท้องถิ่น
 - 9.3 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 9.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 9.5 เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 9.6 ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น

1.1 ความเป็นมาของภูมิปัญญาท้องถิ่น

ภาวดี เกตุกุล (2541 : 36) กล่าวว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่น (Local Wisdom) หรือ “ ภูมิปัญญาไทย ” (Thai Wisdom) หรือ “ ภูมิปัญญาชาวบ้าน ” (Popular Wisdom) หรือ “ ความรู้พื้นฐาน ” (Folk Wisdom) อาจเป็นคำใหม่ในวงการศึกษและการพัฒนาประเทศ ซึ่งความรู้ แนวคิด และการปฏิบัติเกี่ยวกับเรื่องนี้ มีมาในหมู่ของชาวบ้านแต่ละท้องถิ่น และผู้ที่เข้าไปทำงานในท้องถิ่น แล้วเริ่มมีการฟื้นฟูขึ้นเมื่อนักพัฒนาขององค์กรเอกชนเข้าไปทำงานในหมู่บ้าน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดระหว่างนักพัฒนากับชาวบ้าน จนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจวิถีชีวิตของชาวบ้าน เป็นผลให้รู้จักการนำเอาความรู้และทฤษฎีจากวิทยาการสมัยใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ของชาวบ้าน จึงเกิดแนวทางการพัฒนาประเทศบนพื้นฐานของความรู้ภายในท้องถิ่น ภูมิปัญญาท้องถิ่นจึงเป็นความรู้ที่เกิดจากความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างสติปัญญาของคนในชุมชนหรือในท้องถิ่นนั้น ผสมเข้ากับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ และสิ่งที่อยู่เหนือธรรมชาติที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตของตน ด้วยเหตุผลนี้จึงได้มีตัวอิทธิพลที่ทำให้เกิดภูมิปัญญาท้องถิ่น

ประเวศ วะสี(2534 : 40-45); ภาวดี เกตุกุล(2541 : 39); สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (ม.ป.ป. : 2) มีความคิดเห็นเป็นแนวเดียวกันว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกิดจากการสังสมความรู้ และประสบการณ์

ที่ได้รับการถ่ายทอดจากบุคคลและสถาบันต่างๆ ในท้องถิ่นมาเป็นเวลายาวนาน โดยมีวัฒนธรรมเป็นพื้นฐาน ประกอบกับการได้รับอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและความเชื่อเกี่ยวข้องอยู่ด้วย แล้วพัฒนา เลือกสรร ปรับปรุง องค์ความรู้เหล่านั้นจนเกิดทักษะความชำนาญ เกิดองค์ความรู้ใหม่สามารถแก้ปัญหา และพัฒนาชีวิตได้อย่างเหมาะสมกับยุคสมัย การศึกษาเรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่นในระยะแรก เป็นการศึกษาในเรื่องของวัฒนธรรม ในชุมชน การพึ่งพาตนเองของชาวบ้านภายในท้องถิ่น ต่อมาได้มีการศึกษากว้างขวาง และแพร่หลายมากขึ้น ทั้งในเรื่องของเกษตรกรรมเป็นรายบุคคล ในลักษณะปราชญ์ชาวบ้าน ดังนั้น ภูมิปัญญาท้องถิ่น จึงมีลักษณะ เชื่อมโยงกันไปหมดทุกสาขาวิชาทั้งที่เป็นเศรษฐกิจ ความเป็นอยู่ การศึกษา และวัฒนธรรม อันเป็นสิ่งสำคัญ และมีคุณค่าอย่างแท้จริงที่จะได้รับการรื้อฟื้น และเผยแพร่เพื่อนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้น

จากความคิดเห็นดังกล่าวสรุปได้ว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกิดจากบรรพชนไทยได้มีการสั่งสมความรู้ ประสบการณ์ในเรื่องหนึ่งๆ ที่มีลักษณะเป็นองค์รวม และถือปฏิบัติติดต่อกันมาเป็นเวลายาวนาน ซึ่งในระยะแรกมีการศึกษาเรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่น เกี่ยวกับวัฒนธรรมและการพึ่งตนเองของชาวบ้าน ต่อมาจึงมีการ ศึกษาเกี่ยวกับการเกษตร และเรื่องอื่นๆ อย่างกว้างขวาง จนเป็นที่ยอมรับว่าในปัจจุบันภูมิปัญญาท้องถิ่น เป็นสิ่งสำคัญที่มีคุณค่าควรรื้อฟื้นและสืบทอดต่อไป

1.2 ความหมายของภูมิปัญญาท้องถิ่น

ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทย ภูมิปัญญาชาวบ้าน ภูมิปัญญาพื้นบ้าน ความรู้พื้นบ้าน เป็น คำที่กล่าวถึงกันมาก ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายลึกซึ้ง โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ธวัช บุนนาค (2531 : 39 - 57) และ สุจารี จันทรสข และคนอื่นๆ (2531 : 10 - 21) สรุปว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่น หมายถึง ความรอบรู้ของชาวบ้านที่เกิดจากการเรียนรู้ และมีประสบการณ์สืบทอดกันมา ทั้งทางตรงคือ การเรียนรู้ด้วยตนเอง และทางอ้อมคือ ความรอบรู้ที่สะสมทำให้เกิดศักยภาพในการ สะสมความรู้ และประสบการณ์ใหม่ๆ เข้ากับความรู้ที่มีมาตั้งแต่เดิมจนสามารถแก้ปัญหาในแต่ละเรื่อง แต่ละ สถานการณ์ แต่ละสภาพแวดล้อมที่มีเงื่อนไขเฉพาะแตกต่างกันไป หรืออาจกล่าวได้ว่า เกิดการตกผลึกของ ความรู้ที่ทำให้สามารถเกิดทางเลือกใหม่ๆ ในการดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่น หมายถึง ความรู้ ความคิด ทักษะ เทคนิค วิธีการ ประสบการณ์ และเครื่องมือต่างๆ อันเกิดจากการศึกษา อบรม ปรับปรุง พัฒนาสั่งสม และถ่ายทอดมาจาก บรรพบุรุษ หรือจากประสบการณ์ตรงของตนเอง ซึ่งได้เรียนรู้จากการทำงาน จากธรรมชาติแวดล้อม เพื่อ แก้ปัญหาและพัฒนาวิถีชีวิตของบุคคลท้องถิ่น และสังคมไทยให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างเหมาะสมกับ สถานการณ์

1.3 ลักษณะของภูมิปัญญาท้องถิ่น

ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีการศึกษาหลายพื้นที่ของประเทศพบว่า มีลักษณะบางประการร่วมกันอยู่ใน ภูมิปัญญาท้องถิ่นเหล่านั้น และในคุณลักษณะของปราชญ์ท้องถิ่น แต่ยังมีลักษณะสำคัญของภูมิปัญญา ท้องถิ่นที่แยกออกได้เป็น 2 ลักษณะ ดังที่นักการศึกษากล่าวไว้ ดังนี้ (สามารถ จันทสุรย์.2534 : 88 - 94; สัญญา สัญญาวิวัฒน์.2535 : 74 - 88; วีระพงษ์ แสง-ชูโต.2544 : 29)

1. ลักษณะที่เป็นนามธรรม เป็นเรื่องเกี่ยวกับความรู้ ความสามารถ ความเชื่อ โลกทัศน์ ชีวิตทัศน์ ปรัชญาในการดำเนินชีวิต แนวทางในการแก้ปัญหา และการป้องกันปัญหา คุณค่าและความหมายของทุกสิ่ง ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งการสร้างความสุขสงบให้กับชีวิตมนุษย์นั่นเอง

2. ลักษณะที่เป็นรูปธรรม เป็นเรื่องเกี่ยวกับเฉพาะด้านต่างๆ เช่น การทำมาหากิน การเกษตร หัตถกรรม ศิลปดนตรี วัตถุ และอื่นๆ

ประเวศ วะสี (2533 : 68) ได้สรุปลักษณะที่สำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่นไว้ดังนี้

1. มีวัฒนธรรมเป็นฐาน ไม่ใช่วิทยาศาสตร์
2. มีบูรณาการสูง
3. มีความเชื่อมโยงไปสู่นามธรรมที่ลึกซึ้งสูงส่ง
4. เน้นความสำคัญของจริยธรรมมากกว่าวัตถุธรรม

นิธิ เอียวศรีวงศ์ (2536 : 1-10) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่นไว้ 4 ลักษณะ คือ

1. ความรู้และระบบความรู้ ภูมิปัญญาไม่ได้เกิดแวบขึ้นมาในหัว แต่เป็นระบบความรู้ที่ชาวบ้านมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ เป็นระบบความรู้ที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ ฉะนั้น ในการศึกษาจะเข้าไปดูว่า ชาวบ้าน "รู้อะไร" อย่างเดียวไม่พอต้องศึกษาว่าเขาเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ เหล่านั้นอย่างไร

2. การสั่งสม และการกระจายความรู้ ภูมิปัญญาเกิดจากการสั่งสม และกระจายความรู้โดยความรู้ไม่ได้ลอยอยู่เฉยๆ แต่ถูกนำมาบริการคนอื่น ๆ เช่น หมอพื้นบ้าน สั่งสมความรู้ทางการแพทย์ไว้ในตัวคนๆ หนึ่งซึ่งมีกระบวนการที่ทำให้เขาสั่งสมความรู้ เราควรศึกษาด้วยว่า กระบวนการนั้นเป็นอย่างไร หมอคนหนึ่ง สามารถสร้างหมอคนอื่นต่อมาได้อย่างไร

3. การถ่ายทอดความรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่นไม่ได้มีสถาบันถ่ายทอดความรู้ แต่มีกระบวนการถ่ายทอดที่ซับซ้อน ถ้าเราต้องการเข้าใจภูมิปัญญาท้องถิ่นเราก็ต้องเข้าใจกระบวนการถ่ายทอดความรู้จากคนหนึ่งไปสู่คนอื่นคนหนึ่ง

4. การสร้างสรรค์การปรับปรุงระบบความรู้ของชาวบ้านไม่ได้หยุดนิ่งอยู่กับที่ แต่ถูกปรับเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลาโดยอาศัยประสบการณ์ของชาวบ้านเอง เรายังขาดการศึกษาว่าชาวบ้านปรับเปลี่ยนความรู้ และระบบความรู้เพื่อเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงอย่างไร

กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2540 : 3-4) ได้กล่าวถึงลักษณะของภูมิปัญญาท้องถิ่นว่าแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

1. ประสบการณ์ของชาวบ้านที่นำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต หมายถึง ความรู้และประสบการณ์ที่ชาวบ้านค้นพบและนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ คติ ความคิด ความเชื่อ ค่านิยมต่างๆ เช่น คำสอนทางศาสนา ความรู้เกี่ยวกับยาสมุนไพร การไหว้ครู การบวงสรวง เป็นต้น

2. ความรู้ ความคิดในการสร้างสรรค์แบบแผนของการดำรงชีวิตที่ปฏิบัติสืบทอดกันมา หมายถึง สิ่งที่ชาวบ้านถ่ายทอดความรู้หรือความคิดลงไปในวรรณกรรมต่างๆ เช่น เพลงพื้นบ้าน เพลงกล่อมเด็ก ภาษิต การละเล่นต่างๆ นิทานพื้นบ้าน ตลอดจนศิลปวัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมต่างๆ และโบราณอุบาย ฯลฯ

3. การประกอบอาชีพที่ยึดหลักการพึ่งตนเอง หมายถึง ความรู้และประสบการณ์ที่ชาวบ้านใช้ในการประกอบอาชีพ โดยอาศัยหลักธรรมชาติ ไม่พึ่งพาปัจจัยภายนอก แต่มีการพัฒนาให้เหมาะสมกับกาลสมัย เช่น การปลูกพืชแบบเกษตรธรรมชาติ การทอผ้า การทำเครื่องปั้นดินเผา เป็นต้น

4. การประกอบอาชีพที่เกิดจากการผสมผสานความรู้เดิม กับแนวคิดหลักปฏิบัติและเทคโนโลยี สมัยใหม่ หมายถึง นำความรู้เดิมของชาวบ้านมาผสมผสานกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สมัยใหม่ ใช้ในการแก้ปัญหาในหมู่บ้านหรือชุมชน เช่น เทคโนโลยีการหล่อโลหะทองเหลือง การนวดข้าว การก่อสร้าง

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ลักษณะที่สำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่นอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่เป็นนามธรรม เป็นส่วนขององค์ความรู้ที่มีการสั่งสม กับลักษณะที่เป็นรูปธรรม เป็นส่วนที่เกิดจากการปฏิบัติ ถ่ายทอดความรู้จากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง ซึ่งมีบางส่วนไม่เปลี่ยนแปลง และบางส่วนอาจเปลี่ยนแปลงปรับปรุงไปได้เรื่อย ๆ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับสภาพการณ์ที่เปลี่ยนไปในขณะนั้น

1.4 ประเภทของภูมิปัญญาท้องถิ่น

จากการที่เนื้อหาความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นมักมีการผสมผสานเชื่อมโยงกันจนมีลักษณะหลากหลาย ไม่สามารถแยกออกจากกันได้โดยเด็ดขาด แต่มีนักการศึกษาหลายท่านได้แสดงความคิดเห็นในลักษณะใกล้เคียงกัน เกี่ยวกับประเภทของภูมิปัญญาท้องถิ่นในประเทศไทยไว้ 10 ประเภท ดังนี้

(วิจิต นันทสุวรรณ.2528 : 6-11; สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ.2538 : 8-25; อังกุล สมคะเนย์. 2535 : 35 - 42 ; สัญญา สัญญาวิวัฒน์. 2535 : 74 - 88 ; ยุพา ทรัพย์อุไรรัตน์. 2536 : 21 - 27 ; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. ม.ป.ป. : 3-4)

1. ภูมิปัญญาด้านครอบครัว ได้แก่ การมีครอบครัว หญิงชายควรมีอายุไล่เลี่ยกันแต่ชายควรแก่กว่า มีการคบหาสมาคมกันพอสมควร มีธรรมเนียมการหมั้นหมายก่อนจึงแต่ง ครอบครัวมักมีผู้ใหญ่หรือญาติผู้น้อยอยู่ด้วยเสมอ
2. ภูมิปัญญาด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ เรื่องที่เกี่ยวกับการทำมาหากินซึ่งในสมัยก่อนจะเป็นการเกษตรส่วนใหญ่ ได้แก่ เรื่องเกี่ยวกับฟ้าฝน การหาตาวน้ำขุดบ่อบาดาล การดูพืชพันธุ์ การบ่มผลไม้ สมุนไพรปราบศัตรูพืช เป็นต้น
3. ภูมิปัญญาด้านการศึกษา ส่วนใหญ่ในสมัยก่อนแหล่งการศึกษาของไทยสำหรับชาวบ้านทั่วไปคือ วัด พระจึงทำหน้าที่เป็นครู นักเรียนที่เป็นลูกศิษย์จะเป็นลูกศิษย์วัดไปโดยปริยาย มีธรรมเนียมให้ชาวยไทยบวชเรียน เพื่อให้ได้รู้หนังสือและหลักธรรมทางศาสนา
4. ภูมิปัญญาด้านการปกครอง ได้แก่ การสร้างลักษณะผู้นำให้แก่บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการปกครอง เช่น พระมหากษัตริย์ แม่ทัพ นายกอง ว่าควรเป็นอย่างไร
5. ภูมิปัญญาด้านภาษาและการสื่อสาร ภาษาไทยมีลักษณะพิเศษต่างจากภาษาอื่น ที่เรียกว่า ร่ายและหลากหลายในถ้อยคำ มีวรรณยุกต์ มีลักษณะนาม มีสัมผัสคล้องจอง
6. ภูมิปัญญาด้านศาสนา ภูมิปัญญาในด้านนี้มีที่มาหลายด้านเนื่องจากการนับถือศาสนาที่แตกต่างกันไปของคนไทย แต่ก็คล้ายคลึงกัน เช่น ความรู้เรื่องปัจเจกบุคคล การผูกมิตร เป็นต้น
7. ภูมิปัญญาด้านอนามัยและสาธารณสุข มีลักษณะเด่นชัดเนื่องจากถือว่า เป็นการรักษาโรคแบบหนึ่งที่เรียกว่าแพทย์แผนโบราณ หรือปัจจุบันเรียกว่าแพทย์แผนไทย
8. ภูมิปัญญาด้านศิลปะและนันทนาการ ไทยมีลักษณะศิลปะเฉพาะตัวและโดดเด่นมาก อีกทั้งในแต่ละภาคยังมีลักษณะเฉพาะแยกออกไปอีก รวมทั้งการละเล่นต่างๆ ที่เป็นความเพลิดเพลินด้วย
9. ภูมิปัญญาด้านการคมนาคมขนส่ง ไทยเรามีพาหนะที่ใช้ในการขนส่งที่เป็นเอกลักษณ์ของเราเองทั้งทางบก ทางน้ำ
10. ภูมิปัญญาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นภูมิปัญญาที่แฝงอยู่ในด้านอื่น ๆ รวมทั้งการรู้จักประดิษฐ์และสร้างเครื่องมือต่างๆ ขึ้นใช้

จากการแบ่งประเภทของภูมิปัญญาท้องถิ่นที่กล่าวมานั้น จะเห็นได้ว่าการแบ่งตามลักษณะของจุดมุ่งหมาย การปฏิบัติ และลักษณะการเกิดภูมิปัญญา

1.5 ความสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่น

ในการดำเนินวิถีชีวิตของคนไทยตั้งแต่อดีตเป็นต้นมา สามารถอยู่รอดได้โดยอาศัยภูมิปัญญาท้องถิ่น นับได้ว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นมีความสำคัญและคุณค่าอย่างยิ่งต่อวิถีชีวิต ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (ม.ป.ป.: 5 - 8) ได้กล่าวถึงความสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่น พอสรุปได้ดังนี้

1. ภูมิปัญญาท้องถิ่นช่วยสร้างชาติให้เป็นปึกแผ่น

พระมหากษัตริย์ไทย ทรงใช้ภูมิปัญญาในการสร้างชาติ สร้างความเป็นปึกแผ่นของประเทศมาโดยตลอด ทรงปกครองประชาชนด้วยพระเมตตาแบบพ่อปกครองลูก ผู้ใดเดือดร้อนก็มาตีระฆังแจ้งความเดือดร้อนขอรับความช่วยเหลือ ทำให้ประชาชนมีความจงรักภักดีร่วมกันสร้างชาติจนเจริญรุ่งเรืองเป็นปึกแผ่น

2. สร้างความภูมิใจและศักดิ์ศรีเกียรติภูมิแก่คนไทย

คนไทยในอดีตมีความสามารถปรากฏในประวัติศาสตร์จำนวนมาก เป็นที่ยอมรับของนานาชาติ ประเทศ เช่น นายขนมต้มเป็นนักมวยไทยที่มีฝีมือเก่งในทุกท่าแม่ไม้มวยไทย ชกมวยชนะพม่าได้คราวละหลายคน ในปัจจุบันมวยไทยจึงถือเป็นภูมิปัญญาด้านศิลปะการป้องกันตัว

3. ความสามารถปรับประยุกต์หลักคำสอนทางศาสนาเข้ากับวิถีชีวิตได้อย่างเหมาะสม

คนไทยส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธโดยนำหลักธรรมคำสอนทางศาสนามาปรับใช้ในชีวิตได้อย่างเหมาะสม จึงทำให้เป็นผู้อ่อนน้อมถ่อมตน เอื้อเฟื้อ เผื่อแผ่ ประณีตระมัดระวัง รักสวย ใจเย็น อ่อนน้อม อยู่อย่างเรียบง่ายปกติสุข ทำให้คนในชุมชนพึ่งพาซึ่งกันและกันได้

4. สร้างความสมดุลระหว่างคนกับสังคม และธรรมชาติได้อย่างยั่งยืน

ภูมิปัญญาไทยมีความเด่นชัดในการยอมรับนับถือและให้ความสำคัญแก่คน สังคม และธรรมชาติ เช่น ประเพณีต่างๆ วันสำคัญและพิธีกรรม มีความเคารพนับถือสัมพันธ์กันแนบแน่น ไม่ทำลายธรรมชาติ ซึ่งถือเป็นภูมิปัญญาที่สร้างความสมดุลระหว่างคนกับสังคม และธรรมชาติให้อยู่ร่วมกันได้อย่างยั่งยืน

5. เปลี่ยนแปลงปรับปรุงได้ตามยุคสมัย

แม้กาลเวลาจะเปลี่ยนไป ความรู้สมัยใหม่หลังไหลเข้ามามาก แต่ภูมิปัญญาท้องถิ่นก็สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับยุคสมัย เช่น การรู้จักทำการเกษตรแบบผสมผสาน การรู้จักใช้ภูมิปัญญาออมเงินสะสมทุนตามแบบสมัยใหม่ ถือเป็นการใช้ภูมิปัญญาปรับปรุงประยุกต์ใช้ได้ตามยุคตามสมัย

นอกจากนี้ ความสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่นยังทำให้เกิดผลดี และเป็นประโยชน์ต่อชุมชนหรือท้องถิ่นหลายประการ คือ (ชลทิพย์ เอี่ยมสำอางค์ และ วศิณี ศีลตระกูล, 2533 : 211 - 213)

1. ช่วยให้สมาชิกในชุมชนหมู่บ้านดำรงชีวิตร่วมกันอยู่ได้อย่างสงบสุข

2. ช่วยสร้างความสมดุลระหว่างคนกับธรรมชาติแวดล้อม

3. ช่วยให้ผู้คนดำรงตนและปรับเปลี่ยนให้ทันต่อความเปลี่ยนแปลง และผลกระทบอันเกิดจากสังคมภายนอก

4. เป็นประโยชน์ต่อการทำงานพัฒนาชนบทของเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานต่างๆ สามารถกำหนดท่าทีการทำงานให้กลมกลืนกับชาวบ้านมากยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของแต่ละสังคม ทั้งยังเป็นสิ่งที่มีคุณค่าและมีความสำคัญใช้เป็นแนวทางในการทำงานให้สอดคล้องผสมกลมกลืนกับวิถีชีวิตชาวบ้าน ทำให้การดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันได้อย่างมีความสุขมากขึ้น

1.6 การถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น

การถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นจากบรรพบุรุษให้กับชาวบ้านรุ่นหลังโดยมีสถาบันต่างๆ เป็นแหล่งรวบรวมภูมิปัญญาเหล่านั้นไว้ และพร้อมที่จะถ่ายทอดซึ่งอาจใช้วิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่นทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยจำแนกวิธีการถ่ายทอดได้ คือ (สามารถ จันทสุรย์. 2534 : 88 - 94)

1. วิธีการถ่ายทอดภูมิปัญญาแก่เด็ก

เด็กโดยทั่วไปมีความสนใจในช่วงเวลาสั้นในสิ่งที่ใกล้ตัวได้แก่ การละเล่น การเล่นหัตถกรรม การลงมือทำ การเล่นปริศนาคำทาย เป็นต้น

2. วิธีการถ่ายทอดภูมิปัญญาแก่ผู้ใหญ่

ทำได้หลายรูปแบบเช่นวิธีบอกเล่าโดยตรง หรือบอกเล่าโดยผ่านพิธีสู่ขวัญ พิธีกรรมทางศาสนา พิธีกรรมตามขนบธรรมเนียมประเพณีของท้องถิ่นต่างๆ

ภาวดี เกตุกุล (2541 : 56) กล่าวว่า ถ้าจะแบ่งลักษณะการถ่ายทอดภูมิปัญญาในอดีตตามรูปแบบใหญ่ๆ อาจได้ 2 แบบ คือ แบบไม่เป็นลายลักษณ์อักษร กับแบบเป็นลายลักษณ์อักษร

แบบไม่เป็นลายลักษณ์อักษรได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนแบบเป็นลายลักษณ์อักษรนั้นในอดีตส่วนใหญ่ใช้จารึกหรือเขียนใส่ใบลาน หรือสมุดข่อยที่ชาวภาคใต้เรียก บุคดำ บุคขาว เพื่อให้ผู้สนใจศึกษาเล่าเรียนสืบต่อมาได้วิธีหนึ่ง

และในยุคปัจจุบันมีการสื่อสารมวลชน การคมนาคม เทคโนโลยี ความเจริญก้าวหน้าทันสมัยและรวดเร็ว ก็มีการถ่ายทอดภูมิปัญญาผ่านทางสื่อสารมวลชนทุกสาขาไม่ว่าจะเป็นหนังสือ เอกสาร สิ่งพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ และอื่นๆ จนทำให้เกิดการคัดสรรรับ หรือไม่รับการถ่ายทอดด้วยรูปแบบที่หลากหลายออกไป

ดังนั้น การที่จะทำให้การถ่ายทอดแบบภูมิปัญญาท้องถิ่นเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเป็นการสืบทอดสิ่งที่มีคุณค่าจึงต้องใช้วิธีการหลายวิธีดังกล่าวควบคู่กันไป

1.7 แนวทางการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

แหล่งวิทยาการในท้องถิ่นที่เป็นแหล่งความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีคุณค่า และสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตในโรงเรียนมีอยู่มากมาย ซึ่งควรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเรียนการสอนมากที่สุด โดยแนวทางการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้นมีผู้เสนอดังนี้

รัตน์ บัวสนธ์ (2531 : 12-17) ได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ว่า

1. ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเป็นตัวแทนของปราชญ์ชาวบ้าน ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาชาวบ้านที่ได้รับการกำหนดเป็นหลักสูตรท้องถิ่นแล้ว

2. ปราชญ์ชาวบ้านเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาชาวบ้าน รวมทั้งทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนของนักเรียน โดยมีครูเป็นผู้ดูแลสนับสนุนอยู่ภายนอกเท่านั้น ทั้งนี้ต้องพิจารณาเงื่อนไขความเหมาะสมในเรื่องของเวลาและความสะดวกของปราชญ์ชาวบ้านด้วย

ชลทิพย์ เอี่ยมสำอางค์ และ วิศนีย์ ศีลตระกูล (2533 : 201-248) ได้เสนอแนวทางการนำภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ในการศึกษานอกระบบโรงเรียน ดังนี้

1. นำไปเป็นองค์ประกอบของหลักสูตร การจัดการศึกษาหรือจัดการเรียนรู้ในเรื่องชุมชน หากเราศึกษาค้นคว้าเรื่องของภูมิปัญญาชาวบ้านและนำไปเป็นองค์ประกอบของหลักสูตรการเรียนการสอน

สามารถช่วยให้ชาวบ้านได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมาย มีความสัมพันธ์กับท้องถิ่นมากขึ้นเมื่อเรียนแล้วนำไปใช้ประโยชน์กับชีวิตจริง

2. เชิญผู้อาวุโส หรือปราชญ์ชาวบ้านผู้ทรงภูมิปัญญาในด้านต่างๆ มาเป็นวิทยากรเพื่อถ่ายทอดความรู้ และประสบการณ์แก่ชนรุ่นหลังหรือผู้สนใจ ความรู้และประสบการณ์เหล่านั้นควรมีการบันทึกไว้ด้วยสื่อต่างๆ เพื่ออนุรักษ์ของดีที่มีอยู่ และสามารถเผยแพร่ในแนวกว้างต่อไป

3. นำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน เช่น ปัญหาที่เกิดจากการอยู่ร่วมกัน ปัญหาในด้านสุขภาพอนามัย การรักษาพยาบาล ปัญหาด้านอาชีพ และการผลิตหรือปัญหาอันเกิดจากการขาดความสมดุลในธรรมชาติเนื่องจากสิ่งแวดล้อมถูกทำลาย เนื้อหาภูมิปัญญาชาวบ้านครอบคลุมสาระต่างๆ ในการดำเนินชีวิต คือ สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

4. นำไปใช้เพื่อกำหนดนโยบายและแผนพัฒนาต่างๆ เช่น กระทรวงสาธารณสุขกำหนดนโยบาย ที่จะประยุกต์ใช้แพทย์แผนโบราณในงานสาธารณสุขมูลฐาน เรื่องสมุนไพร และหมอด่าแย่งกำลัง ได้รับการส่งเสริมและฟื้นฟู

ศูนย์พัฒนาภูมิปัญญาไทย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540 : 43) ได้ให้ข้อเสนอเชิงนโยบายของการนำภูมิปัญญาไทยมาใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. ต้องรวบรวม ศึกษา และเก็บรักษาภูมิปัญญาที่เหลืออยู่อย่างเร่งด่วน
2. สนับสนุนการจัดระบบความรู้ระบบสารสนเทศของผู้ทรงภูมิปัญญา และหน่วยงานที่ทำหน้าที่ประสานงานรวมทั้งการผลิตสื่อ กระบวนการเผยแพร่ และการใช้สื่อมวลชนในการเผยแพร่
3. สนับสนุนให้ชาวบ้าน และชุมชนเป็นศูนย์กลางด้านการศึกษา การเก็บรักษา การใช้ การถ่ายทอด และการจัดการกับงานด้านพันธุกรรมด้วยตนเอง เช่น ภูมิปัญญาด้านสมุนไพร แพทย์พื้นบ้าน เรื่องพันธุกรรมที่สูญหายไป เพราะปัจจุบันชาวบ้านมีสิทธิน้อยมากในการเข้าไปจัดการเรื่องเหล่านี้
4. สนับสนุนให้ผู้ทรงภูมิปัญญาถ่ายทอดไปสู่คนใกล้ชิด บุตรหลาน รวมทั้งนักวิชาการที่มีเวลาเรียนรู้วิถีชีวิต และองค์ความรู้
5. หน่วยงาน และสถาบันต่างๆ ทั้งของรัฐและเอกชนต้องเปิดโอกาสให้ประชาชน ชุมชนมีทางเลือกของตนเอง เช่น ด้านการดูแลสุขภาพ การศึกษา และการจัดการทรัพยากร ฯลฯ
6. ปรับปรุงระบบการศึกษาให้เอื้อต่อวิถีชีวิตของชุมชน ทั้งในส่วนของสถานบันการศึกษา ในส่วนของชุมชน และการศึกษาตามอัธยาศัย โดยการกระจายอำนาจการบริหารและการจัดการศึกษา
7. ปลุกฝังแนวคิดให้เด็ก และเยาวชนเห็นคุณค่าของภูมิปัญญา
8. สร้างความเข้มแข็งให้กับองค์กรชุมชนทั่วประเทศ โดยการรับรองสิทธิในการรวมกลุ่มของคนในชุมชน ตลอดจนสนับสนุนให้กลุ่มและองค์กรเป็นเครื่องมือส่งเสริมวัฒนธรรมและความสัมพันธ์ของคนทุกกลุ่มในชุมชน
9. รณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้คนในชุมชนมีความเข้าใจในคุณค่า และประยุกต์ภูมิปัญญามาใช้ในการดำเนินชีวิต
10. สนับสนุนเครือข่ายระหว่างผู้ทรงภูมิปัญญา บุคคล องค์กรต่างๆ เพื่อสร้างความร่วมมือ และการเรียนรู้ร่วมกัน
11. ยกย่องให้เกียรติ จัดสวัสดิการ จัดการเรียนรู้ และเครื่องมือให้แก่ผู้ทรงภูมิปัญญาได้ทำงานเต็มตามศักยภาพ

แนวคิดและนโยบายตามที่กล่าวข้างต้น นับเป็นแนวทางที่สำคัญในการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการศึกษา อันเป็นผลให้การศึกษามีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการและศักยภาพของท้องถิ่นด้วย

จะเห็นได้ว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นความรู้แนวคิดวิธีการที่บรรพบุรุษสั่งสมมาเป็นเวลาอันยาวนาน และมีการถ่ายทอดสืบต่อกันมาโดยตลอด ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของคนไทยในทุกๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของอาหาร ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค และเครื่องนุ่งห่มดังเช่น ผลิตภัณฑ์ปลาหมักเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สำคัญประการหนึ่งซึ่งทำให้คนเราได้มีกินมีใช้จนถึงทุกวันนี้สมควรให้นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ จึงต้องสอดแทรกชี้ประเด็นให้เห็นถึงความสำคัญ และตระหนักถึงคุณค่าของภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยอาศัยการปฏิบัติ จึงทำให้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ที่สร้างเสริมให้นักเรียนตระหนักในคุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนเอง ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และรู้จักผสมผสานความรู้ที่เป็นสากลเข้ากับภูมิปัญญาท้องถิ่นได้

2. เอกสารเกี่ยวกับเทคโนโลยีท้องถิ่น

2.1 ความหมายของเทคโนโลยีท้องถิ่น

จากการนำคำว่า เทคโนโลยี มาผนวกเข้ากับคำว่า พื้นบ้าน เป็น “เทคโนโลยีพื้นบ้าน” หรือเรียกอีกอย่างว่าเทคโนโลยีท้องถิ่น ซึ่งมีความหมายเดียวกับเทคโนโลยีเหมาะสม เพราะการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเป็นทั้งการใช้เทคโนโลยีในท้องถิ่นที่ประชาชนคิด หรือประดิษฐ์ขึ้นมาให้เหมาะสมกับท้องถิ่น เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ สอดคล้องกับความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ สภาพสังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อมและกำลังทางเศรษฐกิจของผู้ใช้ในท้องถิ่นของตนเอง (สมชัย อุ่นอนันต์. 2539 : 17) อย่างไรก็ตาม มีผู้ให้ความหมายของเทคโนโลยีพื้นบ้านหรือเทคโนโลยีท้องถิ่นหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมไว้หลายท่าน ดังนี้

ชลทิพย์ เอี่ยมสำอางค์ และ วิศนี ศีลตระกูล (2533 : 212) ให้ความหมายของเทคโนโลยีพื้นบ้านว่าเป็นสิ่งที่มนุษย์คิด ค้นคว้าและประดิษฐ์ขึ้น สืบทอดต่อกันจากในอดีตโดยมุ่งหวังแก้ปัญหาให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในระดับและสังคมต่างๆ กัน ในกรณีของเทคโนโลยีพื้นบ้านจัดเป็นสิ่งที่ชาวบ้านอาศัยวิธีการทางธรรมชาติ สิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติเป็นพื้นฐานในการคิดและประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อใช้ให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันของชาวบ้านในท้องถิ่นนั้นๆ

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เทคโนโลยีท้องถิ่น หมายถึง เครื่องมือ เครื่องใช้ที่ประชาชนคิดหรือประดิษฐ์ขึ้นมาให้เหมาะสมกับท้องถิ่น เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆ สอดคล้องกับความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ สภาพสังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อมและกำลังทางเศรษฐกิจของผู้ใช้ในท้องถิ่นของตนเอง

2.2 ความเป็นมาของเทคโนโลยีท้องถิ่นหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม

ได้มีนักวิชาการหลายท่านที่กล่าวถึงความเป็นมาของเทคโนโลยีท้องถิ่นหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมไว้ว่า ผู้ที่ก่อตั้งกลุ่มพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมคนแรกในประเทศอังกฤษ คือ ดร.ชูมาเกอร์ (Schumacher) นักเศรษฐศาสตร์ชาวอังกฤษ ทำการเขียนเผยแพร่ไว้ในหนังสือจิ๋วแต่แจ๋ว (Small is beautiful) โดยใช้ชื่อว่า เทคโนโลยีระดับกลาง ซึ่งเขาเห็นว่าเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับท้องถิ่น ผลผลิตอันเกิดจากเทคโนโลยีนี้ใช้ประโยชน์จากวัสดุทรัพยากรและแรงงานในท้องถิ่นทั้งสิ้น ไม่จำเป็นต้องนำเอาวัสดุหรือแรงงานจากต่าง

ประเทศเข้ามา หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า สามารถดำรงอยู่ได้ด้วยตนเอง (self – reliant) ไม่ต้องอาศัยสิ่งใดจากภายนอกหรืออาศัยสิ่งเหล่านั้นจากภายนอกน้อยที่สุด (พรประชา ปสันธัมโม. 2524 : 12 – 13)

ศิริ ฮามสุโพธิ์ (2536 : 12 – 13) ได้กล่าวถึงความเป็นมาของคำว่า เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพิ่มเติมว่า โดยทั่วไปเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะเกี่ยวข้องกับภาษาอังกฤษที่ใช้กันคือคำว่า appropriate technology แปลได้ว่า “วิทยาการที่เหมาะสม” หรือบางแห่งใช้คำว่า intermediate technology แปลว่า “วิทยาการระดับกลาง” หรือบางแห่งใช้คำว่า rural technology แปลว่า “วิทยาการชนบท” แต่นักวิชาการบางท่านใช้คำว่า “วิทยาการชาวบ้าน” หรือ “เทคโนโลยีชนบท” เป็นต้น ถึงแม้ว่าหลายฝ่ายจะเรียกชื่อต่างกันก็ตามแต่ก็อาจหาคำจำกัดความได้ว่า วิทยาการใดๆ ก็ตามที่มีมนุษย์สามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นนั้นๆ โดยมีคุณสมบัติที่สะดวก ใช้ง่าย ประหยัด ง่ายต่อการบำรุงรักษาและจัดหา

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เทคโนโลยีท้องถิ่นหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมเป็นวิทยาการชาวบ้านที่มีมานานแล้วแต่เรียกชื่อต่างกันออกไปเพื่อความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น

2.3 ลักษณะของเทคโนโลยีท้องถิ่นหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม

ลักษณะเทคโนโลยีที่เหมาะสมมีหลายลักษณะโดยมีผู้เสนอไว้ ดังนี้ (มงคล ชาวเรือ. 2528 : 138–139 ; ประกอบ ระกิติ. 2532 : 10–11 ; ศิริ ฮามสุโพธิ์. 2536 : 14)

1. เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ทรัพยากรมนุษย์ หรือแรงงานคนเป็นจำนวนมาก
2. เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่น้อยหรือหายากให้พอเหมาะ
3. เป็นเทคโนโลยีที่เงินลงทุนน้อยหรือเหมาะสมกับสภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ
4. เป็นเทคโนโลยีที่สามารถรองรับผู้มีความรู้ความชำนาญ ซึ่งจัดหาได้หรืออาจฝึกอบรมขึ้นได้ภายในประเทศ
5. เป็นเทคโนโลยีซึ่งสามารถใช้วัสดุก่อสร้างภายในประเทศได้
6. เป็นเทคโนโลยีซึ่งสามารถจะจัดหาบริการซ่อมบำรุงภายในประเทศได้โดยไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ
7. เป็นเทคโนโลยีที่มีการเสี่ยงต่อการเลิกล้มกิจการน้อย
8. เป็นเทคโนโลยีที่ใช้งานง่าย ราคาถูก และเป็นอิสระมากกว่าเทคโนโลยีประเภทยุ่งยากสลับซับซ้อน
9. เป็นเทคโนโลยีที่มุ่งรับใช้มนุษยชาติมากกว่าที่จะทำให้มนุษย์กลายเป็นทาสของเครื่องจักรกล
10. เป็นเทคโนโลยีที่ส่งเสริมประชาธิปไตยหรือการช่วยตนเอง ซึ่งทุกคนหรือส่วนใหญ่ยอมรับและสามารถนำไปใช้ได้ มิใช่มีใช้ได้เฉพาะผู้ที่ร่ำรวยหรือมีอำนาจเท่านั้น

2.4 ประเภทของเทคโนโลยีท้องถิ่น

สำหรับประเภทของเทคโนโลยีพื้นบ้านอาจแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังที่ ชลทิตย์ เอี่ยมสำอางค์ และวิศนี ศีลตระกูล (2533 : 216) ได้เสนอไว้ดังนี้

1. เทคโนโลยีพื้นบ้านประเภทพลังงาน โดยอาศัยพลังงานตามธรรมชาติมาใช้ ได้แก่ แสงอาทิตย์ กระแสลม ความร้อน ชีวะมวล (แก๊ส) ที่ได้จากมูลสัตว์และวัชพืช เป็นต้น

2. เทคโนโลยีพื้นบ้านประเภทวัสดุเหลือใช้ โดยนำวัสดุที่เหลือใช้ในท้องถิ่นมาประดิษฐ์ และใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ เศษไม้ ฟืน ถ่านไม้ ฟางข้าว แกลบ ชี้เลื้อย ช้างข้าวโพด ผักตบชวา มูลสัตว์ต่างๆ เป็นต้น

3. เทคโนโลยีพื้นบ้านประเภททรัพยากรในท้องถิ่น เป็นการศึกษาและสร้างเทคโนโลยีที่อาศัยทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาเป็นวัตถุดิบในการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และช่วยลดต้นทุนในการผลิต

2.5 ความสำคัญของเทคโนโลยีท้องถิ่น

ในปัจจุบันเทคโนโลยีท้องถิ่นในประเทศไทยนับเป็นมรดกอันล้ำค่า เป็นสิ่งที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ มนุษย์ชาติเป็นผู้คิดค้นคว้าและพัฒนาให้เหมาะสมแก่การใช้งาน เรียบง่าย ใช้พลังงานและทรัพยากรที่มีอยู่แล้วในท้องถิ่น ทำให้เกิดการประหยัดและคุ้มค่าในการลงทุนที่จะผลิตสิ่งต่างๆ อีกทั้งยังมีความคล่องตัวต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับการใช้งานตามเวลาและสถานการณ์ต่างๆ ได้ สิ่งสำคัญจัดได้ว่าสามารถเกิดการสร้างงานในท้องถิ่นโดยฝีมือแรงงานในท้องถิ่น อีกทั้งยังง่ายต่อการใช้งาน การควบคุม การดูแลรักษา และไม่ต้องอาศัยช่างเทคนิคหรือผู้ชำนาญการพิเศษเฉพาะด้าน คอยแนะนำการใช้และดูแลรักษาประจำอีกด้วย (วีระพงษ์ แสง-ชูโต. 2544 : 33)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เทคโนโลยีท้องถิ่นมีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของมนุษย์มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มีความสำคัญต่อการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง สร้างสิ่งที่เหมาะสมกับกาลเวลาและสถานการณ์ เพื่อพัฒนาชีวิต ความเป็นอยู่ในท้องถิ่นของตนได้

2.6 การเลือกใช้เทคโนโลยีท้องถิ่น

ปัจจัยสำคัญที่จะเลือกใช้เทคโนโลยีท้องถิ่นกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่นต่างๆซึ่ง มงคล ชาวเรือ (2535 : 30) ได้เสนอถึงแนวทางที่ควรพิจารณาเลือกใช้ ดังนี้

1. ลงทุนน้อย เข้าใจได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน
2. สามารถใช้วัสดุพื้นบ้านหรือท้องถิ่นได้มากที่สุด
3. สร้างโดยแรงงาน และความสามารถของคนในท้องถิ่น
4. เป็นลักษณะของงานที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น ปรับปรุงให้เข้ากับวัฒนธรรม สภาพเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมได้ดี มีข้อจำกัดน้อยที่สุด
5. เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นซึ่งมีลักษณะง่ายต่อการใช้และควบคุมดูแลรักษา
6. ทำได้ในท้องถิ่นนั้นๆ มิใช่สั่งมาจากต่างประเทศ
7. สามารถนำแหล่งทรัพยากรและพลังงานธรรมชาติมาใช้ได้อย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ และสนองการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น
8. เป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยาก สามารถนำไปดัดแปลงได้กับสิ่งแวดล้อมใหม่ หรือสอดคล้องกับของเก่าที่ท้องถิ่นเคยใช้อยู่
9. ไม่มีปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ต่างๆ
10. ต้องดำเนินการและควบคุมได้ด้วยคนในท้องถิ่นนั้นๆ
11. ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากเทคโนโลยีจะต้องตกอยู่กับผู้ใช้เทคโนโลยีนั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า เทคโนโลยีท้องถิ่นหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ มนุษย์เป็นผู้คิดค้นและพัฒนาให้เหมาะสมกับการใช้งาน เรียบง่าย ใช้พลังงานและทรัพยากรที่มี

อยู่แล้วในท้องถิ่น โดยเทคโนโลยีท้องถิ่นที่มีความเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ปลาหมัก อาจมีหลายอย่าง เช่น ฝาปิดและไม้ขัดปากไหปลาหมักซึ่งทำจากไม้ไผ่ กระซอนไม้ไผ่ตักปลาหมัก กระซอนกะลามะพร้าว และ ภาชนะบรรจุปลาหมักเป็นโอ่งดินเผา หรือถังไม้เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีท้องถิ่นดังกล่าวได้มีการอธิบายให้เห็นถึงความจำเป็น และประโยชน์ในการนำมาใช้ ซึ่งจะส่งผลต่อความปลอดภัย ความสะดวกและทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้โดยสอดคล้องกิจกรรมส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและเจตคติให้กับนักเรียน ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังนั้น บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยเสริมสร้างและพัฒนาให้นักเรียนตระหนักในคุณค่าของเทคโนโลยีท้องถิ่นของตนเองมากขึ้น

3. เอกสารเกี่ยวกับอาหารหมัก

3.1 ความหมายของอาหารหมัก

อาหารหมัก (fermented food) หมายถึง กลุ่มของอาหารที่พิเศษกลุ่มหนึ่ง ซึ่งส่วนประกอบของอาหาร (คาร์โบไฮเดรต โปรตีน หรือไขมัน) ถูกเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในสภาพที่ตีเหมาะสมต่อผู้บริโภค โดยอาศัยการหมักแต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้ คือ สภาพธรรมชาติของอาหาร ชนิดของจุลินทรีย์ ที่มีอยู่รวมถึงสภาพแวดล้อมที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตและเมตาบอลิซึม (metabolism) ของจุลินทรีย์ (วรารุณี, 2538)

เปรมจิตร์ บุญสาย (2541 : 623) กล่าวว่า อาหารหมักโดยปกติทั่วไปมักจะเติมเกลือ และอาจเติมวัตถุติดบางอย่างลงไปในการหมักด้วย เช่น ข้าวคั่ว ข้าวสุก ยางมะละกอ สับปะรด ข้าวแดง เป็นต้น ในระหว่าง การหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารจำพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และสารอินทรีย์ชนิดอื่นๆ โดยการกระทำของจุลินทรีย์ และ / หรือจากการกระทำของเอนไซม์จากอาหารที่ใช้ในการหมัก ผลจากการหมักจะเกิดกรดแลคติก ทำให้อาหารหมักมีสภาพเป็นกรดมีรสเปรี้ยว สามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานาน

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า อาหารหมัก หมายถึง อาหารที่แปรรูปมาจากวัตถุดิบหรืออาหารสด ไปเป็นผลิตภัณฑ์โดยผ่านกระบวนการหมัก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักจะมีรสชาติ ที่แปลกออกไปตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งมักจะมีการกลั่นและรสชาติเฉพาะตัว การทำอาหารหมักในแต่ละท้องถิ่นมีวิธีการทำต่างกันออกไป และผลิตภัณฑ์อาหารหมักในแต่ละท้องถิ่นก็แตกต่างกันด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุดิบหรืออาหารที่จะทำอาหารหมักในแต่ละท้องถิ่นนั้นว่ามีชนิดใด และนับได้ว่าอาหารหมักเป็นวิธีการหนึ่งในการถนอมอาหารเพราะสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานานโดยไม่เสีย

3.2 ประเภทของอาหารหมัก

นภา โล่ห์ทอง (2543 : 9) กล่าวว่า ประเทศไทยมีอาหารหมักพื้นบ้านไม่น้อยกว่า 80 ชนิด และสุภาพ อัจฉริยศรีพงษ์ (เปรมจิตร์ บุญสาย. 2541 : 627 ; อ้างอิงจาก สุภาพ อัจฉริยศรีพงษ์. 2536) กล่าวว่า อาหารหมักของประเทศไทยแบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. อาหารหมักต้องประเภทผักและผลไม้ ได้แก่ ผลไม้ดอง ผักดอง เกี่ยมฉ่าย กุ้งฉ่าย ซีอิ๊วฉ่าย ดองฉ่าย หัวไชโป๊ ใบเมี่ยง เป็นต้น
2. อาหารหมักประเภทข้าวและเมล็ดพืช ได้แก่ ขนมจีน ขนมตาล ขนมถ้วยฟู ข้าวหมาก น้ำข้าว กระแช่ น้ำส้มสายชู ซีอิ๊ว ถั่วเน่า เต้าหู้ยี้ เต้าเจี้ยว
3. อาหารหมักประเภทเนื้อสัตว์ ได้แก่ แหนม เนื้อเค็ม หมูสับ ไส้กรอกเปรี้ยว เป็นต้น

4. อาหารหมักดองประเภทสัตว์น้ำ ได้แก่ หอยดอง กะปิ กุ้งเจ้า กุ้งส้ม หนูดู น้ำเคย น้ำปลา ปลาเจ้า ปลาจ่อม ปลาส้ม ปลาแป้งแดง ปลาแป้งขาวหมาก ปลาร้า ปลาทุเค็ม ส้มผัก ไตปลา

เปรมจิตร์ บุญสาย (2541 : 623) กล่าวว่า อาหารหมักพื้นเมืองสามารถแบ่งตามลักษณะของการหมักออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. อาหารหมักพื้นเมือง ที่อาศัยเอนไซม์จากเนื้อสัตว์เครื่องในสัตว์ และมีกิจกรรมของจุลินทรีย์เป็นตัวการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการหมัก ได้แก่ กะปิ น้ำปลา ไตปลา

2. อาหารหมักพื้นเมืองที่อาศัยเอนไซม์จากเนื้อสัตว์ และจากจุลินทรีย์ร่วมกัน โดยเติมเกลือและวัตถุดิบบางชนิด เช่น ข้าวต้ม ข้าวคั่ว น้ำผึ้ง น้ำตาล โคจิ ข้าวแดง เป็นต้น ลงไปด้วยได้แก่ ปลาร้า ปลาแป้งแดง ปลาเจ้า ปลาจ่อม

3. อาหารดองไม่ใช่พื้นเมืองเป็นอาหารดองที่เติมสารเคมีลงไปหรืออาศัยกรรมวิธีอื่นๆ นอกเหนือจากกรรมวิธีแบบพื้นเมือง

วรวิมล ครูสง และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต (2532 : 60 - 61) สรุปว่า อาหารหมักตามพื้นบ้านของชาวเอเชียแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มตามลักษณะของการหมักได้ดังนี้

1. การหมักที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายโปรตีน (proteolysis) ของพืชโดยอาศัยเอนไซม์ของจุลินทรีย์ ในสภาพที่มีการเติมเกลือและ/หรือกรด ผลของการหมักจะได้ส่วนผสมของกรดอะมิโน หรือเพปไทด์ซึ่งให้รสชาติคล้ายสัตว์ (meat-like flavor) ดังเช่น อาหารหมักพวก Chinese soysauce, Japanese Shoyu, Indonesian Keep, และ Japanese Miso เป็นต้น

2. การหมักที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายปลา กุ้งหรือสัตว์น้ำต่างๆโดยอาศัยกิจกรรมของเอนไซม์ และจุลินทรีย์ในสภาพที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง เช่น น้ำปลาจากปลาหรือกุ้ง (fish or shrimp sauces) และกะปิจากปลาหรือกุ้ง (fish or shrimp pastes)

3. การหมักที่ทำให้เกิดรวมตัวของเมล็ดธัญพืชหรือเมล็ดถั่วโดยอาศัยเส้นใยของเชื้อราทำให้อาหารหมักที่ได้มีลักษณะเป็นก้อน และมีลักษณะคล้ายเนื้อสัตว์ (meat-like texture) เช่น Indonesian or Malaysian Temp Kedele, Indonesian Oncom (ont jom) และ Tempe Bongkrek เป็นต้น

4. การหมักที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโคจิ ซึ่งเป็นการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ เช่น เชื้อราบนเมล็ดธัญพืชหรือเมล็ดถั่วเพื่อผลิตเอนไซม์ที่ต้องการ และใช้ในการย่อยสลายส่วนประกอบที่ต้องการในวัตถุดิบในระหว่างการหมัก อาหารหมักประเภทนี้ ได้แก่ ซีอิ้ว (soysauce), เต้าเจี้ยว (miso), เทมเป้ (tempe), อองจอม (Oncom), tape และไวน์จากข้าว (rice wines) เช่น สาเก

5. การหมักเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทกรดอินทรีย์ ได้แก่ Korean Kim chi, เนย, Indian Idli ผักดอง (sauerkraut), นมหมัก (fermented milk) หรือ Dosai, Indonesian Tape เป็นต้น

6. การหมักเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ขาว เบียร์ อุ สาโท น้ำข้าว น้ำแดง น้ำตาลเมามากปาล์ม (palm toddys) เป็นต้น

อาหารหมักตามพื้นบ้านที่แบ่งออกตามลักษณะของการหมักจะเห็นได้ว่าอาหารหมักที่ได้ อาศัยระบบการหมักทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบการหมักในสภาพอาหารเหลว (submerged fermentation system) หรือระบบการหมักในสภาพอาหารแห้ง (solid-state fermentation system)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า อาหารหมักแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ อาหารหมักที่แบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก และแบ่งตามลักษณะของการหมัก

ผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่า เป็นอาหารหมักประเภทสัตว์น้ำโดยอาศัยเอนไซม์จากเนื้อสัตว์ และจากจุลินทรีย์ในการช่วยย่อยสลายสารที่มีอยู่ในอาหารหมักนั้น

สำหรับกระบวนการผลิตอาหารหมักนั้นจัดว่าเป็นกระบวนการหนึ่งที่ใช้ระบบการหมักในสภาพอาหารแห้ง (วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2532 : 25 - 32) ซึ่งรายละเอียดของระบบดังกล่าวมีดังนี้

3.3 ระบบการหมักในสภาพอาหารแห้ง (Solid-State Fermentation Systems)

ระบบการหมักในสภาพอาหารแห้ง หมายถึง ระบบการหมักที่อาศัยการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนอาหารแห้งในสภาพซึ่งไม่มีน้ำอิสระ (free liquid) อยู่ในระบบ อย่างไรก็ตามน้ำที่อยู่ในระบบจะอยู่ในสภาพความชื้น (moisture) ที่ถูกดูดซับอยู่กับวัตถุดิบเท่านั้น ดังนั้นระบบการหมักในสภาพอาหารแห้งนี้จึงไม่รวมถึงการหมักของแข็ง (solids) ในอาหารเหลวหรือการหมักในรูปของเหลวข้น (slurries : ของเหลวซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายน้ำอยู่ในปริมาณสูง)

3.4 ลักษณะของการหมักในสภาพอาหารแห้ง (characteristic of solid-state fermentation)

จากที่กล่าวมาถึงระบบการหมักในสภาพอาหารแห้ง ซึ่งมีความสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์ในอดีต ดังนั้นจึงสมควรจะทราบถึงลักษณะทั่วไปของการหมักดังกล่าว แบ่งออกได้ตาม Hesseltine. (1977) ดังนี้คือ

1. วัตถุดิบที่นิยมใช้ในการหมักในสภาพอาหารแห้ง มักเป็นพวกธัญพืช (cereal grain) ถั่ว (legumes) และผลิตภัณฑ์จากพืชและสัตว์ซึ่งมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและ / หรือโปรตีนสูง
2. วัตถุดิบที่ใช้ต้องควบคุมขนาดให้เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้เกิดช่องว่างในระหว่างอนุภาคของวัตถุดิบเพียงพอให้อากาศถ่ายเทหมุนเวียนได้เป็นอย่างดี
3. ส่วนประกอบอาหารเลี้ยงเชื้อที่สำคัญ ได้แก่ น้ำ นอกจากนี้จำเป็นต้องเติมสารอาหารอื่นๆ เช่น แหล่งไนโตรเจนหรือเกลือแร่ เป็นต้น
4. การปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียในระหว่างการหมักในสภาพอาหารแห้งลดน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากความชื้นในระบบค่อนข้างต่ำและไม่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรีย
5. ในระหว่างการหมักในสภาพอาหารแห้ง มักเกิดปัญหาความร้อนสะสม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกินระดับที่จะเป็นอันตรายต่อเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ นอกจากนี้แล้วยังอาจต้องควบคุมออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซระเหยต่างๆ เป็นต้น

นอกจากลักษณะของการหมักในสภาพอาหารแห้งดังกล่าวถึงแล้ว ยังจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ดังนี้

1. หัวเชื้อจุลินทรีย์ (inoculums) ซึ่งจำเป็นต้องเตรียมให้อยู่ในรูปของสปอร์ของเชื้อ อย่างไรก็ตามสปอร์ที่ใช้จำเป็นต้องมีอัตราในการงอก (germinate) ที่รวดเร็วและมีลักษณะเดียวกัน (uniform) ในระดับสูงกว่า 95% ขึ้นไป
2. ระดับความชื้นของอาหารแห้ง จำเป็นต้องปรับให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ และต้องควบคุมให้อยู่ในระดับที่กำหนดตลอดระยะเวลาการหมัก นอกจากนี้แล้วถ้าความชื้น

ของอาหารแห้งสูงเกินไปก็จะเกิดปัญหาการถ่ายเทอากาศภายในวัตถุดิบไม่ดีพอ ผลของการหมักก็จะลดต่ำลงไปด้วย

3. การเคลื่อนที่ของจุลินทรีย์และสารอาหารที่จำกัด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างช้าไม่รวดเร็วเท่ากับอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารเหลว

3.5 กระบวนการผลิตอาหารหมัก (fermented food production process)

เมื่อกล่าวถึงอาหารหมักของชาวตะวันออก (oriental fermented foods) อาจนึกถึงซีอิ้ว (soy sauce) เต้าเจี้ยว (miso) ซึ่งเป็นอาหารหมักที่ใช้ระบบการหมักในสภาพอาหารแห้ง ผลิตขึ้นมาในช่วงระยะแรกราวๆ 500-1,000 ปีก่อนคริสตกาล ดังนั้น จะเห็นได้ว่าระบบการหมักระบบนี้เป็นระบบพื้นฐาน และทำได้ง่ายโดยชนทุกยุคทุกสมัย นอกจากผลิตภัณฑ์ทั้งสองแล้วในปัจจุบันยังมีผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้แก่ ฮามานัตโต (hamanatto) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากหมักถั่วเหลือง เทมเป้ (tempeh) อาหารหมักจากถั่วเหลืองด้วยเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* ซูฟู (sufu) หรือเรียกว่า "chinese cheese" ทำมาจากถั่วเหลือง

ที่กล่าวมาเป็นเพียงตัวอย่างของอาหารหมักของชาวตะวันออกเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีอาหารหมักต่างๆ ของแอฟริกา และอเมริกาใต้ ซึ่งใช้การหมักวัตถุดิบพวกธัญพืช ถั่ว และพืชตระกูลถั่ว (ที่มีแบ่งเป็นองค์ประกอบหลัก)

ตามปกติแล้วอาหารตามพื้นบ้านที่เตรียมขึ้นมาโดยอาศัยระบบการหมักในสภาพอาหารแห้ง มักจะไม่ช่วยทำให้วัตถุดิบมีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้น เช่น ในถั่วเหลืองซึ่งเป็นพืชที่มีโปรตีนสูงหลังจากการหมักอาจจะสูญเสียสารอาหารไปได้บางส่วน แต่อย่างไรก็ตาม อาหารที่ผ่านการหมักจะได้รับคุณภาพเพิ่มขึ้นดังนี้

1. อาหารหมักช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายของร่างกายสูงขึ้น ทำให้ร่างกายสามารถดูดซับอาหารต่างๆ หลังผ่านการย่อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการบริโภควัตถุดิบที่ผ่านการแปรรูปโดยวิธีอื่น

2. สารพิษถูกทำลายไป หรือความเป็นพิษถูกทำให้ลดน้อยลง

3. เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจน (ในรูปของสารอินทรีย์) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรสชาติของอาหารดีขึ้น

3.6 วิธีการผลิตอาหารหมักจากปลา

อาหารหมักพื้นเมืองประเภทปลาของคนไทยนั้นมีหลายชนิด โดยแต่ละภาคจะมีอาหารหมักพื้นเมืองของตนเอง เช่น ภาคใต้มีบูดู และไตปลาที่มีชื่อเสียงทั่วไป ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปลาร้า ปลาจ่อม ปลาเฒ่า เป็นต้น สำหรับน้ำปลาจัดเป็นอาหารยอดนิยมของคนไทยทั่วไปซึ่งแทบทุกครัวเรือนจะต้องมีผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ไว้สำหรับปรุงรสอาหาร นอกจากนั้นยังมีรายงานว่าประเทศเพื่อนบ้านไทย เช่น ลาว เวียดนาม พม่า และมาเลเซีย ต่างก็รับประทานกะปิ น้ำปลา เช่นเดียวกัน

ราว (Rao, 1967); จีรวัดน์ เจริญอารีย์ (2533 : 3); บุษกร อุตสาหกิจ และมาณี แก้วชนิด (2542 : 5) ได้สรุปว่า อาหารปลาหมักแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. Fermented Fish ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ได้จากการนำปลาทั้งตัวหรือเพียงบางส่วนมาหมัก การหมักอาจใช้เวลา 2-3 วัน หรือมากกว่า 1 ปี อาจมีการเติมหรือไม่เติมเครื่องปรุงแต่งบางอย่าง เช่น ข้าวคั่วบด ยีสต์ สับปะรด และมะละกอก็ได้ อาหารชนิดนี้ได้แก่ ปลาร้า ปลาเฒ่า ปลาส้ม ปลาแป้งแดง เป็นต้น

2. Fermented Fish Paste ผลิตภัณฑ์นี้อาจใช้ ปลา กุ้ง หรือหอย ใส่เกลือผึ่งแดดและบดให้ละเอียด แล้วนำไปหมักไว้ระยะเวลาหนึ่งอาจกินเวลาหลายเดือนจนมีกลิ่นรสตามต้องการ อาจมีการเติมเครื่องปรุงหรือไม่เติมก็ได้ เช่น กะปิ , Padec ของลาว และ mam-ca-sat ของเขมร เป็นต้น

3. Fermented Fish Sauce ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ได้จากการนำปลามาหมักเกลือแล้วปล่อยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลาหลายเดือน จนกระทั่งเกิดการย่อยสลายเนื้อปลาเป็นของเหลวที่มีโปรตีนสูงแยกเอาเฉพาะส่วนที่ใส อาจปรุงหรือไม่ปรุงแต่งรสก็ได้ ปลาหมักประเภทนี้นอกจากนำปลาแล้ว ยังมีน้ำบูดู และ Patis ของฟิลิปปินส์ เป็นต้น

อะมานโน (Amano. 1962) กล่าวว่า ในเอเชียอาคเนย์มีอาหารสัตว์น้ำหมักเชื้อที่มีชื่อที่แตกต่างกันออกไปประมาณ 60 กว่าชื่อ และได้จำแนกผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำหมักเชื้อเหล่านี้ออกเป็น 3 ประเภท โดยอาศัยชนิดของเอนไซม์ ที่มาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในกระบวนการหมักเชื้อดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำหมักเชื้อพื้นเมืองที่มีเอนไซม์จากเนื้อปลาและจากอวัยวะภายในปลา ซึ่งเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการหมักเชื้อ เพราะเอนไซม์จากระบบทางเดินอาหารสามารถสลาย (Disintegrate) โปรตีนในเนื้อปลาได้เร็วกว่าเอนไซม์จากเนื้อปลา ปลาบางชนิด เช่น ปลาน้ำดอกไม้ ปลาอินทรี ปลากระตัก ปลามงโกรย ซึ่งเป็นปลาผิวน้ำมีเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนสูงกว่าปลาที่อาศัยอยู่ตามผิวน้ำดิน เช่น ปลา Haddock ทำให้เชื่อว่าปลาเหล่านี้จะนำมาใช้ทำสัตว์น้ำหมักเชื้อได้ผลดี

2. ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำหมักเชื้อพื้นเมืองที่มีเอนไซม์จากจุลินทรีย์และจากปลา เป็นตัวการสำคัญ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการหมักเชื้อพร้อมทั้งเติมเกลือลงไปด้วย ผลลัพธ์สำคัญที่ได้จากกระบวนการหมักเชื้อนี้ คือ กรดแลคติก (Lactic acid) ถ้ามีข้าวผสมลงไปด้วยจะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการหมักเชื้อเร็วขึ้น กรดแลคติกในผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งๆจะมีประมาณร้อยละ 7

3. ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำหมักเชื้อที่ทำโดยการเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการหมักเชื้อโดยใช้เอนไซม์จากจุลินทรีย์อย่างหนึ่งอย่างใดแต่อย่างเดียว เช่น สัตว์น้ำหมักเชื้อของญี่ปุ่นชื่อ Katsuobushi ซึ่งมีลักษณะคล้ายกะปิของไทย โดยใช้รา(Mold) ชนิดหนึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Aspergillus oryzae* ช่วยทำให้ย่นระยะเวลาในการหมักให้น้อยลง

จากการจำแนกปลาหมักที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ปลาหมักแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะของวัตถุดิบและลักษณะการหมักโดยอาศัยชนิดของเอนไซม์ ดังนี้

1. แบ่งตามลักษณะของวัตถุดิบ ได้แก่ ปลาหมักทั้งตัว ปลาหมักบดละเอียด และปลาหมักเป็นน้ำปลา

2. แบ่งตามลักษณะการหมักโดยอาศัยชนิดของเอนไซม์ ได้แก่

2.1 ปลาหมักที่อาศัยเอนไซม์จากเนื้อปลาและจากอวัยวะภายในปลา

2.2 ปลาหมักที่อาศัยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ และจากปลา

2.3 ปลาหมักที่อาศัยเอนไซม์จากจุลินทรีย์อย่างหนึ่งอย่างใดเพียงอย่างเดียว

ปลาหมักที่เกี่ยวข้องในการวิจัยครั้งนี้ เป็นปลาหมักทั้งตัวทำการหมักโดยอาศัยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ และจากปลา

สำหรับรายละเอียดกรรมวิธีการผลิตอาหารหมักจากปลา ประเภทนิยมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยมีดังต่อไปนี้

3.6.1 วิธีการผลิตปลาร้า

การผลิตปลาร้า มีวิธีการ 2 อย่าง คือ

ปลาร้าสด

โดยทั่วไปมีกรรมวิธีอยู่ 2 ระยะ ระยะที่หนึ่งเป็นระยะที่ต้องปลากับเกลือ เพื่อให้ปลานุ่มเนื้อ และระยะต่อมาเป็นการนำปลาได้ที่แล้วไปดองกับข้าวคั่วบดหรือรำคั่ว เพื่อให้อาหารแบงเหล่านี้อย่างปรุงแต่ง ให้ปลาที่ดองเกลือไว้ดีแล้วมีรสหวานและมีกลิ่นหอม มีรสเปรี้ยวของกรดแลคติกที่เกิดจากบทบาทของแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก (นฤตม บุญ-หลง และ เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2528 : 2 - 3) ทำได้ดังนี้

ระยะแรก

1. สำหรับปลาขนาดใหญ่ต้องขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ออก ตัดเป็นชิ้นขนาดพอเหมาะ ถ้าเป็นปลาที่มีไขมันมากต้องเอาไขมันออก โดยนำปลาใส่ภาชนะแล้วใช้คนยำไปจนไขมันทะลักออกมาช้อนเอาไขมันออกไว้ทำประโยชน์

2. ล้างน้ำให้สะอาด ทั้งให้สะอาด

3. เคล้ากับเกลือในอัตราส่วน ปลา 7 ส่วน ต่อเกลือ 3 ส่วน โดยน้ำหนัก (กรมประมง. 2513 : 13) ปลา:น้ำเกลือ เท่ากับ 1 กิโลกรัม: 3 ปี๊ป : 5 กิโลกรัม (กรมวิทยาศาสตร์. 2521 : 2) หลังจากใส่เกลือทิ้งไว้นาน 1 คืน

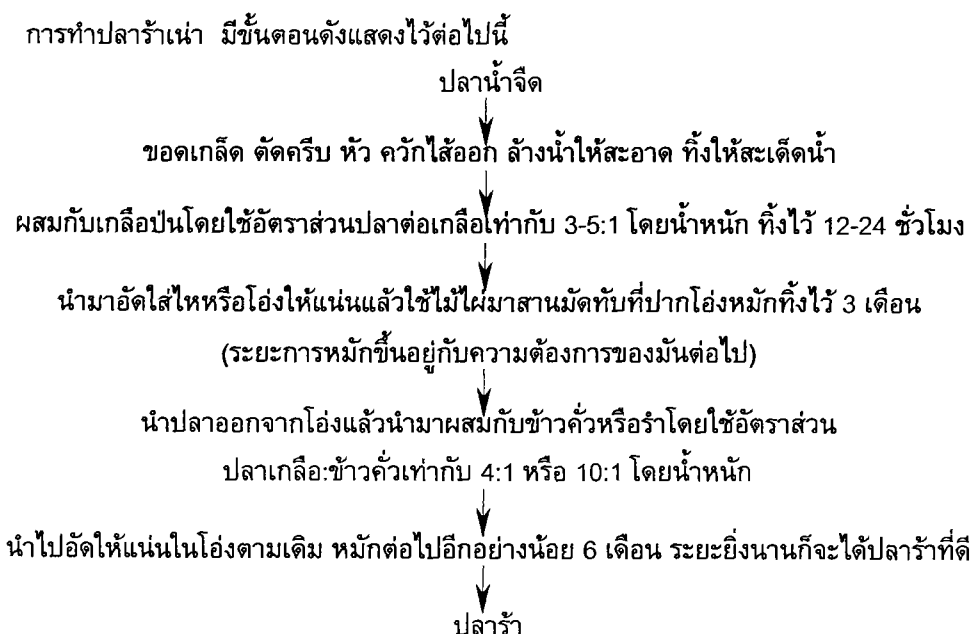
4. หลังจากนั้น จึงเอาปลาออกจากโถหรือถังไม้ อัดเรียงใส่ไหให้แน่น เอาไม้ไผ่ขัดปากไว้แล้วเอาน้ำเกลือที่ออกมาจากตัวปลาและได้กรองสะอาดแล้วเติมลงไป ถ้าน้ำเกลือไม่พอท่วมตัวปลาควรเติมน้ำเกลือเข้มข้นลงไปอีกเพื่อให้ท่วมตัวปลา ปิดทับด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันแมลงวันลงไปไข่ทำให้เกิดหนอน ทิ้งไว้ 3 เดือน (กรมประมง. 2513 : 13)

ระยะที่ 2

นำปลาจากระยะแรก มาผสมกับข้าวคั่วบดหรือรำ โดยใช้อัตราส่วน ปลา ต่อ ข้าวคั่ว เท่ากับ 4 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก หมักต่อในลักษณะเดิม ทิ้งไว้อีกอย่างน้อยประมาณ 2 เดือน (กรมประมง. 2513 : 13)

ปลาร้าเน่าหรือปลาร้าปลาล่ม

ปลาล่ม คือ ปลาที่มีลักษณะเกือบเน่ามีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย มีวิธีการทำเหมือนกับการทำปลาสด จะแตกต่างตรงที่การใช้ปลา ปลาร้าเน่าจะใช้ปลาที่ตายแล้วเป็นเวลานานจนเกิดการ autolysis มีกลิ่นเหม็นหรืออาจใช้ปลาสดแช่น้ำทิ้งไว้ 12-24 ชั่วโมง ปลาจะมีลักษณะเนื้อนุ่ม มีกลิ่นไม่ดีและแตกต่างกันตรงช่วงที่ผสมข้าวคั่วหรือรำ โดยที่ปลาร้าเน่าอาจมีการเติมลงในช่วงที่เริ่มหมักเกลือ หรืออาจใช้ผสมเมื่อต้องการจะขาย ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการผลิตปลาร้า (นฤตม บุญหลง และเพ็ญขวัญ ชมปริดา. 2528 : 11)

3.6.2 วิธีผลิตปลาส้ม

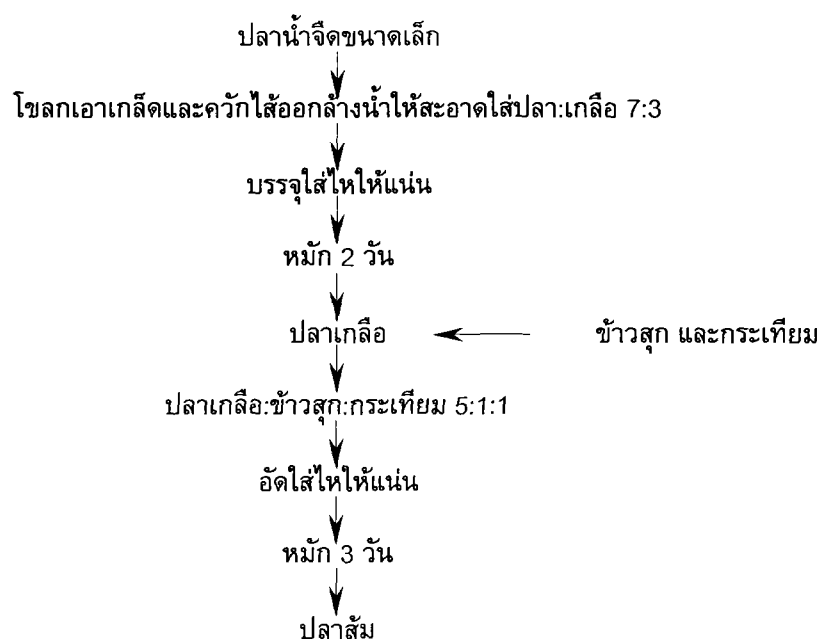
ปลาส้มเป็นอาหารหมักพื้นเมืองประเภทปลาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับปลาจ่อม โดยมีวัตถุดิบในการหมักปลา ดังนี้ (บุษกร อุดรวิชาติ และ มาณี แก้วชนิด. 2542 : 4 - 5)

วัตถุดิบในการหมักปลาส้ม

1. ปลา ปลาที่นิยมใช้ในการทำปลาส้มมักใช้เป็นปลาขนาดเล็ก เช่น ปลาสวาย ปลามอเทศเล็ก แต่บางแห่งอาจใช้ปลานขนาดกลาง เช่น ปลาดุก เป็นต้น
2. ข้าวสุก อาจเป็นข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวก็ได้ บางแห่งใช้น้ำตาลทรายแทนข้าวสุก
3. เกลือแกง
4. กระเทียม

วิธีการหมักปลาส้ม

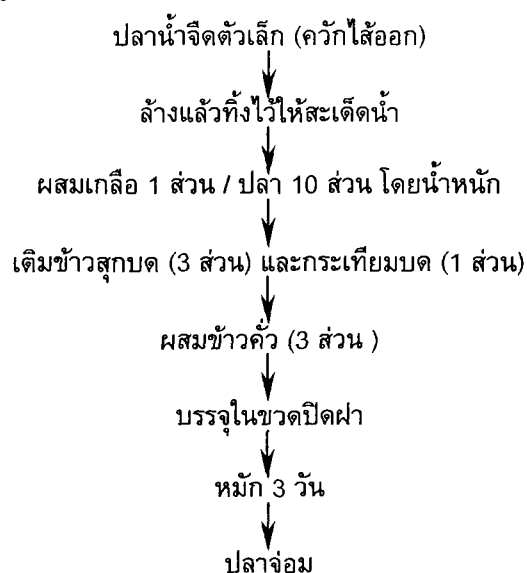
นำปลามาใส่ครกโขลกเอาเกล็ดและไส้ออกล้างน้ำให้สะอาด เมื่อสะเด็ดน้ำนำไปคลุกเคล้ากับเกลือในอัตราส่วน ปลา 7 ส่วนต่อเกลือ 3 ส่วน อัดใส่ไหให้แน่น ใช้ไม้ไผ่ขัดด้านบนให้ตัวปลาจมในน้ำเกลือหมักไว้ 2 คืน นำออกมาผสมกับข้าวสุกและกระเทียมในอัตราส่วน ปลา 5 ส่วน ต่อข้าวสุก 1 ส่วน และกระเทียม 1 ส่วน อัดใส่ไหใช้ไม้ไผ่ขัดด้านบน หมักไว้ประมาณ 3 วัน จนน้ำมีสีขาวจึงใช้ได้ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการผลิตปลาสาม (บุษกร อุตริชาติ และ มาณี แก้วชนิด. 2542 : 5)

3.6.3 วิธีการผลิตปลาจ่อม

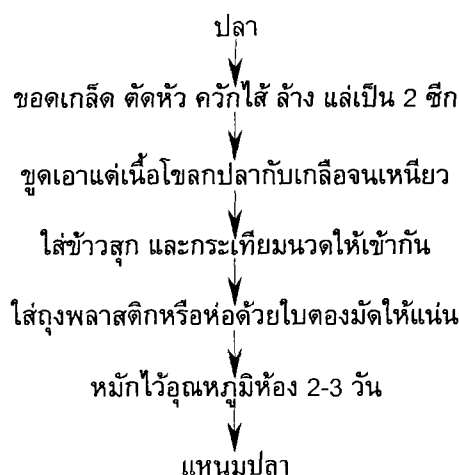
ใช้เนื้อปลา 10 ส่วนต่อเกล็ด 1 ส่วน ผสมกับข้าวสุก 3 ส่วน กระเทียม 1 ส่วน และข้าวคั่ว 3 ส่วน คลุกให้เข้ากันบรรจุในขวดปิดฝาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 3 วัน เมื่อมีรสเปรี้ยวจึงรับประทานได้ (วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร. 2529 : 159) ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการผลิตปลาจ่อม (วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร. 2529 : 59)

3.6.4 วิธีการผลิตแหนมปลา

นำปลามาขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ ล้างให้สะอาดแล้วเป็น 2 ซีก ขูดเอาแต่เนื้อ โขลกปลากับเกลือจนเหนียวโดยใช้ปลา 1 กิโลกรัมต่อเกลือ 2 ช้อนโต๊ะ ใส่ข้าวสุก 2 ถ้วยตวง และกระเทียม 3 ช้อนโต๊ะ นวดให้เข้ากัน แล้วห่อด้วยถุงพลาสติกหรือใบตอง มัดให้แน่นหมักไว้ในอุณหภูมิห้อง 2-3 วัน ก็ใช้ได้ถ้าจะเก็บ ต้องใส่ตู้เย็น (กรมประมง. 2544 : 48) ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการผลิตแหนมปลา (กรมประมง. 2544 : 48)

วิธีการผลิตปลาหมักที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เป็นการผลิตปลาหมักที่นิยมผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะมีการผลิตปลาหมักทั้ง 4 ชนิด โดยใช้อัตราส่วนของวัตถุดิบต่างๆใกล้เคียงกันกับที่กล่าวมาแล้ว

3.7 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารหมัก

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า อาหารหมักเป็นกลุ่มของอาหารที่พิเศษกลุ่มหนึ่ง ซึ่งส่วนประกอบของอาหารถูกเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในสภาพที่ดีเหมาะสมต่อผู้บริโภคโดยอาศัยการหมัก และการหมักก็เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของสารประกอบอินทรีย์ โดยอาศัยกิจกรรมของเอนไซม์ (หรือตัวเร่งทางชีวเคมี) ซึ่งผลิตขึ้นมาจากจุลินทรีย์ชนิดที่จำเพาะ และเอนไซม์ดังกล่าวจะก่อให้เกิดผลต่อวัตถุดิบ ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร
2. ทำลายส่วนประกอบที่ไม่ต้องการ
3. ช่วยปรับปรุงรสชาติคุณสมบัติในการเก็บรักษารวมถึงความสามารถในการถูกย่อยสลาย

(digestibility)

ดังนั้นกระบวนการหมักที่ใช้ในการทำอาหารหมักตามพื้นบ้านจึงเป็นวิธีการหนึ่งในการถนอมอาหารได้

สำหรับคุณค่าทางอาหารที่มีในอาหารหมักแต่ละประเภทจะแตกต่างกันไป เช่น ในปลาร้า, น้ำปลาร้า, ปลาส้ม ดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยของสารอาหารต่างๆ ในปลาร้า และปลาส้ม

สารอาหาร	ปลาร้า	น้ำปลาร้า	ปลาส้ม
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	8.9	0.0	8-30
ไขมัน (กรัม)	4.7	0.6	2-10
โปรตีน (กรัม)	13.9	3.2	25-40
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	134	18.2	240-320
วิตามินเอ (หน่วยสากล)	-	-	-
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	tr.	-	-
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.09	-	-
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	-	-	2-10
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	581	76.5	50-1,000
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	336	42.9	50-500
เหล็ก (มิลลิกรัม)	-	-	-

ที่มา: จีรวัฒน์ เจริญอารีย์ (2533 : 10) ; บุษกร อุตริชาติ และ มาณี แก้วชนิด (2542 : 6)

3.8 คุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพของอาหารหมัก

3.8.1 คุณภาพของอาหารหมัก

อาหารหมักมีหลายประเภทแต่ละประเภทมีคุณภาพแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาผลิต เนื่องจากคุณภาพความสดของวัตถุดิบเป็นหัวใจสำคัญที่จะได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ดี (วรรณวิบูลย์ กาญจนบุญชร.2529 : 84) รวมทั้งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ คือ ธรรมชาติของอาหาร ชนิดของจุลินทรีย์ที่มีอยู่รวมถึงสภาพแวดล้อมที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโต และเมตาบอริซึมของจุลินทรีย์ตลอดจนต้องควบคุมชนิดของจุลินทรีย์อีกด้วยจึงจะทำให้อาหารหมักนั้นมีคุณภาพตามที่ต้องการ

คุณภาพของอาหารหมัก ที่มีการศึกษา มี 3 ทาง ดังนี้

- 1 คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ คุณภาพเกี่ยวกับ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม
- 2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ความชื้น ไขมัน เถ้า ไฟเบอร์ เกลือ ความเป็นกรด-เบส กรดแลกติก และปริมาณน้ำอิสระ
- 3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมักอาหาร

3.8.2 การตรวจสอบคุณภาพของอาหารหมัก

การตรวจสอบคุณภาพของอาหารหมักในแต่ละทางจะใช้วิธีการ อุปกรณ์สารเคมีและเครื่องมือแตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1 การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เป็นการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอาหารหมัก เช่น สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยใช้ประสาทสัมผัส

2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีหรือคุณสมบัติทางเคมีของอาหารหมัก โดยวิธีของ Association Official Analytical Chemist (AOAC) ประกอบด้วย

2.1 โปรตีน

ชั่งตัวอย่าง 1 กรัมใส่ใน Digestion flask (จดน้ำหนักตัวอย่าง)

↓
เติม 10 ml. Potassium sulphate

↓
เติม 10 ml. H_2SO_4

↓
นำไปย่อยจนเป็นสีใส

↓
ทิ้งให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่น 70-80 ml.

↓
เติม 25 ml. Boric acid ใน Erlenmeyer ขนาด 250 ml.

↓
นำเข้าเครื่องกลั่น กลั่นจนได้ 150 ml. (สีเขียว)

↓
นำมา Titrat กับ H_2SO_4 0.2 N จนได้สีเทา (จดค่าที่ Titrat ได้)

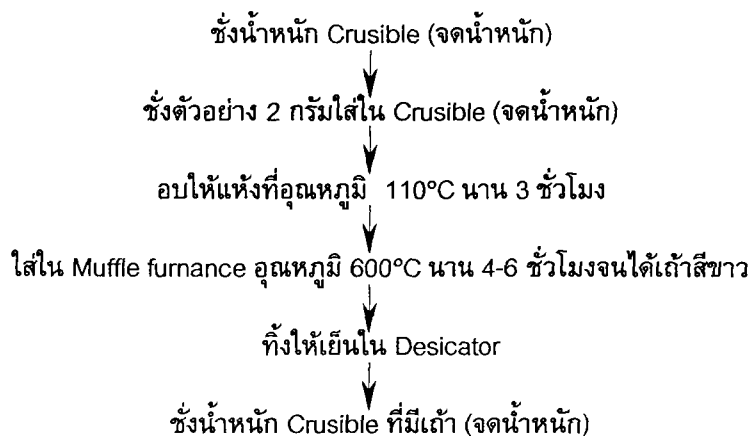
สูตรการคำนวณ

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{14.01 \times (\text{ml. Titrat} - \text{ml. Blank}) \times \text{Normality ของ } H_2SO_4}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Protein} = 6.25 \times \% \text{ Nitrogen}$$

ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์โปรตีน

2.2 เถ้า

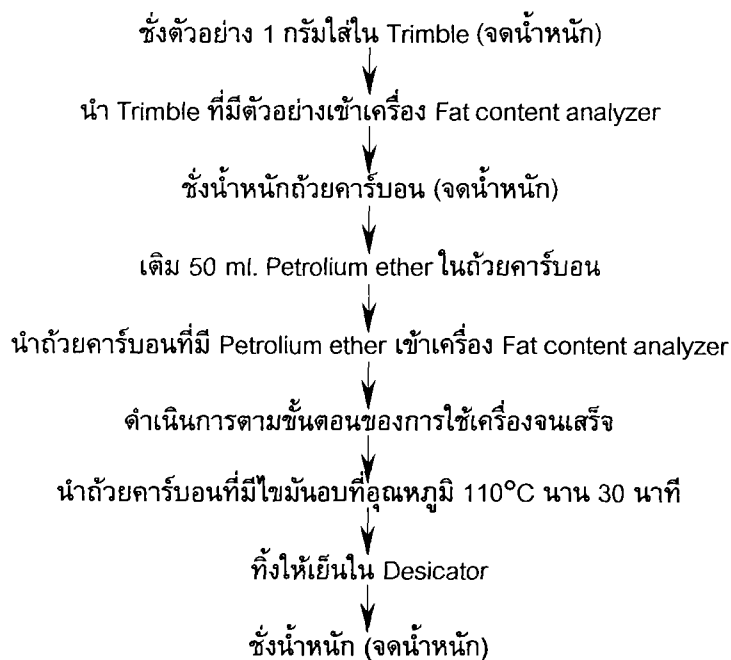


สูตรการคำนวณ

$$\text{เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนัก Crucible ที่มีเถ้า} - \text{น้ำหนัก Crucible}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์เถ้า

2.3 ไขมัน



สูตรการคำนวณ

$$\text{ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยคาร์บอนที่มีไขมัน}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ไขมัน

2.4 Water activity (Aw)

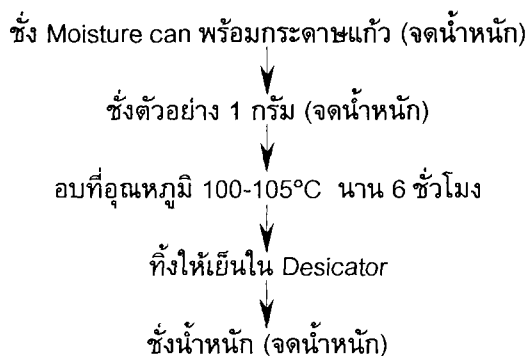


สูตรการคำนวณ

$$Aw = \frac{\text{ค่าที่วัดได้}}{100}$$

ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ

2.5 ความชื้น



สูตรการคำนวณ

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนัก Moisture can} + \text{น้ำหนักตัวอย่าง}) - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ความชื้น

2.6 ไฟเบอร์

ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ Crucible ที่มี filter (จดน้ำหนัก)

↓
นำเข้าเครื่อง Fiber system (ส่วนที่ 1)

↓
เติม 50 ml. H_2SO_4 1.25%

↓
หยด Octanol 2-3 หยด

↓
ต้มน้ำเดือด นาน 30 นาที

↓
กรอง

↓
ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ร้อน 30 ml. แล้วกรอง (ล้าง 3 ครั้ง)

↓
เติม 50 ml. NaOH 1.25%

↓
หยด Octanol 2-3 หยด

↓
ต้มน้ำเดือด นาน 30 นาที

↓
กรอง

↓
ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ร้อน 30 ml. แล้วกรอง (ล้าง 3 ครั้ง)

↓
นำเข้าเครื่อง Fiber system (ส่วนที่ 2)

↓
ล้างด้วย Acetone 30 ml. แล้วกรอง (ทำ 3 ครั้ง)

↓
นำเข้าอบที่อุณหภูมิ $130^{\circ}C$ นาน 3 ชั่วโมง

↓
ทิ้งให้เย็นใน Desicator

↓
ชั่งน้ำหนัก (จดน้ำหนัก W_1)

↓
ใส่ Muffle furnace อุณหภูมิ $500^{\circ}C$ นาน 4 ชั่วโมง

↓
ทิ้งให้เย็นใน Desicator

↓
ชั่งน้ำหนัก (จดน้ำหนัก W_2)

สูตรการคำนวณ

$$\text{Fiber} = \frac{W_1 - W_2}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ภาพประกอบ 11 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ไฟเบอร์

2.7 วิธีการหาปริมาณกรดแลคติก

2.7.1 สารเคมี

1) เตรียมน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการนำน้ำกลั่นมาต้มเดือด 20 นาที

2) สารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 4 กรัม ที่เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดพลาสติกก่อนใช้นำมาหาความเข้มข้นมาตรฐานก่อน

การหาความเข้มข้นมาตรฐานของ 0.1 N NaOH ทำได้โดยชั่ง acid potassium phthalate (อบ 2 ชั่วโมง ที่ 120 องศาเซลเซียส แล้วทำให้เย็นในโถอบแห้ง) อย่างละเอียดประมาณ 0.3 กรัม เติมน้ำในฟลาสขนาด 250 มิลลิลิตร จึงเติมน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ 50 มิลลิลิตร เมื่อ acid potassium phthalate ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) ละลายจึงเติมสารละลายฟีนอล์ฟทาเลอิน 3 หยด แล้วไตเตรทด้วยสารละลาย 0.1 N NaOH จดบันทึกค่ามิลลิลิตร NaOH ที่ใช้ไป และคำนวณความเข้มข้นมาตรฐาน

จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นมาตรฐาน (N)} = \frac{\text{กรัม KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4 \times 1,000}{\text{มิลลิลิตร NaOH} \times 204.229}$$

3) สารละลายฟีนอล์ฟทาเลอิน (phenolphthalein) ชั่งฟีนอล์ฟทาเลอิน 1 กรัม ละลายในเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2.7.2 วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรเจือจางด้วยน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ 49 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอล์ฟทาเลอิน 3 หยด แล้วไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH จนกระทั่งถึง สมดุล (end point) จะมีสีชมพู ปริมาณกรดคำนวณเป็นกรดแลคติกตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก} = \frac{N \times V \times 90.01 \times 100}{1,000 \times 1}$$

$$\text{กำหนดให้ N} = \text{ความเข้มข้นมาตรฐาน 0.1 N NaOH}$$

$$V = \text{จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH}$$

2.8 วิธีการวัดพี เอช

2.8.1 เปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 15-30 วินาที

2.8.2 Set เครื่องด้วย บัฟเฟอร์ พีเอช 4 และ 7 ตามลำดับ

2.8.3 จุ่มเครื่องวัดในน้ำตัวอย่างที่เทใส่บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ให้ห่างจากหัวเครื่องวัดประมาณ 1 นิ้ว พยายามอย่าให้หัวเครื่องวัดกระทบกับก้นบีกเกอร์ เครื่องจะทำการขึ้นค่าพีเอช จนมีคำว่า "stable" ขึ้นหลังค่า พีเอช จึงทำการบันทึกค่า

2.8.4 ล้างหัวเครื่องวัดด้วยน้ำกลั่นและซับกับกระดาษทิชชูเบาๆให้สะอาด

2.8.5 เก็บหัวเครื่องวัดโดยสวมปลอกพลาสติกที่มีอยู่ในปลอกนั้น

2.9 วิธีการวัดปริมาณเกลือ (ppt)

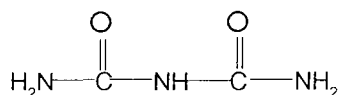
ก่อนวัดเปิดฝาเครื่อง refractometer บริเวณที่จะหยดตัวอย่างที่จะวัด และล้างด้วยน้ำกลั่น จากนั้นซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูแล้วหยดตัวอย่าง 1-2 หยด ปิดฝานำไปส่องดูค่าปริมาณเกลือในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ (แถบสีฟ้า) ดูค่าทางด้านขวาจะมีหน่วยเป็น ppt แต่ด้านซ้ายหน่วยจะเป็นเปอร์เซ็นต์ (ดูค่าทางด้านขวา)

2.10 การทดสอบโปรตีน

โดยทั่วไปแล้วการทดสอบโปรตีนนั้นสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดและสมบัติของโปรตีนที่ต้องการทดสอบและวัดปริมาณ อีกทั้งยังขึ้นกับสภาวะของสารละลายที่มีโปรตีนนั้นด้วย ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีที่นิยมใช้โดยทั่วไป

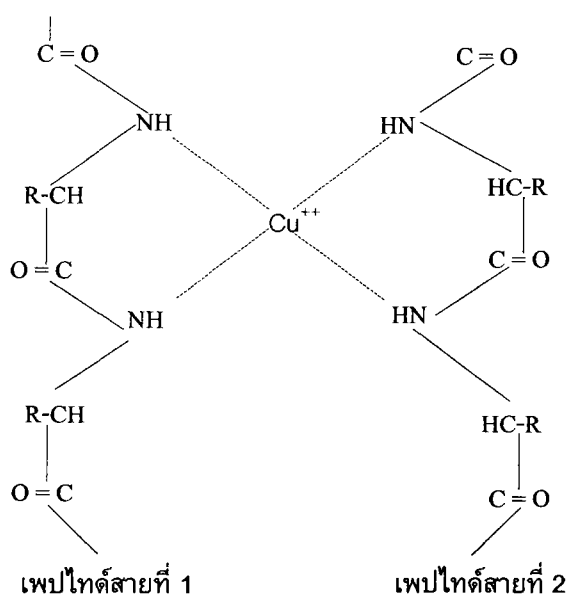
2.10.1. วิธีไบยูเรต (Biuret method)

สารประกอบใดที่มีพันธะเพปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป ตัวอย่างเช่น โปรตีน พอลิเพปไทด์ หรือ สารประกอบไบยูเรต ดังภาพประกอบ 12 สามารถให้สีม่วงกับสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต เจือจางที่มีฤทธิ์เป็นด่าง



ภาพประกอบ 12 สารประกอบที่มีพันธะเพปไทด์

สีม่วงที่เกิดขึ้นได้จากสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอะตอมของทองแดง และ ไนโตรเจน 4 อะตอม ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 สารประกอบเชิงซ้อนระหว่าง Cu^{++} และสารประกอบที่มีพันธะเพปไทด์
ที่มา: คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2536 : 93)

วิธีไบยูเรตมีข้อดีที่ว่าให้ผลได้แน่นอนเหมือนกันทุกครั้ง (reproducible) แต่มีข้อเสีย คือ ต้องใช้ปริมาณโปรตีนมากคือประมาณ 1-20 มิลลิกรัม และสามารถหาปริมาณโปรตีนโดยวัดความเข้มของสีม่วงที่เกิดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่มีความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (calibration curve)

2.10.2 วิธีของโฟลีน - ซีออลโท

การวัดปริมาณโปรตีนด้วยวิธีนี้มีดีกว่าวิธีไบยูเรต เพราะสามารถใช้วัดโปรตีนในสภาพของแข็งได้ด้วย และวัดปริมาณโปรตีนน้อยๆได้ คือ ประมาณ 5 ไมโครกรัมเท่านั้น หลักการคล้ายกับวิธีไบยูเรต โดยจะทำให้เกิดสีของสารประกอบเชิงซ้อนของโปรตีนและสารละลายคอปเปอร์ที่มีฤทธิ์เป็นด่าง แต่เพิ่มปฏิกิริยารีดักชันของกลีโอฟอสโฟโมลิบเดต ฟอสโฟทังสเตนในสารละลาย โดยกรดอะมิโนไทโรซีนและทริปโทเฟนในโปรตีนนั้น

2.10.3. การวัดการดูดกลืนแสง

วิธีนี้ใช้สมบัติการดูดกลืนแสงของกรดอะมิโนไทโรซีนและทริปโทเฟน ที่ความยาวคลื่น 275 และ 280 นาโนเมตรตามลำดับ เนื่องจากปริมาณของกรดอะมิโนทั้ง 2 ตัวนี้ค่อนข้างคงที่ในโปรตีนส่วนใหญ่หลายชนิด ปริมาณของโปรตีนจึงเป็นสัดส่วนกับค่าของการดูดกลืนแสงที่ 280 นาโนเมตร โดยถือว่า โปรตีนบริสุทธิ์หลายชนิดที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 280 นาโนเมตรประมาณ 1 วิธีนี้ให้ผลเร็วนิยมใช้กับโปรตีนที่เป็นเอนไซม์เพราะไม่มีการทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่นใดซึ่งจะทำให้เอนไซม์เสียสภาพธรรมชาตินอกจากนี้ยังสามารถนำเอาเอนไซม์นั้นไปศึกษาต่อได้อีก

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาหมักสรุปได้ว่า ทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมต่อการวิเคราะห์แตกต่างกัน และมีข้อดีข้อเสียไม่เหมือนกัน

3 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ เป็นการตรวจปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมัก โดยใช้วิธีการย้อมสีแกรม (Gram's stain)

จากการประมวลเอกสารการตรวจสอบคุณภาพอาหารหมักสรุปได้ว่า อาหารหมักแต่ละประเภทจะมีการตรวจสอบที่คล้ายกัน กล่าวคือ การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพโดยใช้ประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รส ลักษณะเนื้อสัมผัส การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี โดยใช้วิธีของ AOAC วิเคราะห์หาโปรตีน ไขมัน เถ้า เกลือ ไฟเบอร์ ความชื้น ความเป็นกรด-เบส กรดแลกติก และปริมาณน้ำอิสระ การตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา โดยใช้วิธีย้อมสีแกรม วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก ดังนั้นเมื่อมีการตรวจสอบคุณสมบัติดังกล่าวแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาสรุปและลงความเห็นว่าคุณภาพอาหารหมักนั้น มีคุณภาพอย่างไร ซึ่งอาหารหมักแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติบ่งบอกถึงคุณภาพแตกต่างกันออกไป ดังต่อไปนี้

1. คุณภาพของปลาร้า (ระยะหมักตั้งแต่ 18 สัปดาห์ขึ้นไป)

1) คุณภาพทางด้านกายภาพ ปลาร้าที่ดีมีลักษณะค่อนข้างเหลวสีเหลืองเข้มหรือน้ำตาล (นฤตม บุญ-หลง และคณะ.2528 : คำนำ) กลิ่นจะต้องไม่มีกลิ่นคาว และมีกลิ่นหอมของน้ำปลาและข้าวคั่วหรือรำ ต้องไม่มีกลิ่นของไขมันปลา (กลิ่นหืน) ต้องไม่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว โดยเนื้อของปลาจะต้องมีสภาพผิวดูรูปหนังไม่ฉีกขาด เนื้อปลาเป็นสีชมพูอ่อนๆ และจะต้องมีลักษณะที่นุ่มอยู่ภายในตัวปลาโดยน้ำจะต้องเข้ากับเนื้อปลาพอดีไม่แห้งหรือละจนเกินไป รสชาติจะต้องเค็มแต่มีความหวานของเนื้อปลาผสมอยู่ ซึ่งทั้งหมดนี้ถือเป็นมาตรฐานของปลาร้าในภาพรวม (อำนาจ ยอดแสง.2544 : 20)

2) คุณภาพทางด้านเคมี ปลาว่า มีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ โปรตีน 11-15 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1-5 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 20-30 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 0.9-0.4 เปอร์เซ็นต์ เกลือ 11-20 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-เบส 5-6 กรดแลกติก 1-3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) 0.6-0.7 (อำนาจ ยอแสง.2544 : 17)

3) คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ปลาว่าที่ดีเมื่อทำการตรวจคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์จะต้องไม่พบซัลโมเนลลา (*Salmonella sp.*) (ทำให้ท้องเสีย) ในตัวอย่าง 25 กรัม วิบริโอ คลอโรลา (*Vibrio cholerae*) (เชื้ออหิวาต์) ในตัวอย่าง 25 กรัม สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) (ทำให้ท้องร่วง) MPN ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม คลอสทริเดียม เพอร์ฟิงเจน (*Clostridium perfringens*) ต้องตรวจไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม ราและยีสต์รวมทั้งพยาธิต้องไม่เกิน 100 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (อำนาจ ยอแสง.2544 : 14)

2. คุณภาพของปลาสด (ระยะหมักระหว่าง 4-10 วัน)

1) คุณภาพทางด้านกายภาพ ปลาสดที่หมักได้ที่เหมาะสมสำหรับการรับประทานคือ เนื้อปลาจะมีลักษณะนุ่ม และ ข้าวสุกจะละลายจนละลายรวมไปกับน้ำทำให้มีลักษณะคล้ายน้ำแป้งข้นๆ สีขาวขุ่น แต่ก็ยังมีส่วนที่เป็นเมล็ดข้าวอยู่บ้าง ชิมดูจะมีรสเปรี้ยว และ มีรสเค็ม หวานเล็กน้อย มีกลิ่นหอมของกรดระเหยและกระเทียมปนกัน (นางสุตา วิสววงศ์.2522 : 95-96)

2) คุณภาพทางด้านเคมี ปลาสดมีค่าความเป็นกรด-เบส 4.10-4.30 กรดแลกติก 2.42-3.36 เปอร์เซ็นต์ เกลือ 4.09-4.62 เปอร์เซ็นต์ (นางสุตา วิสววงศ์.2522 : 97-98)

3) คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ตรวจวิเคราะห์พบแบคทีเรียรูปกลมแกรมบวกประมาณ 60-65 เปอร์เซ็นต์ของจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งส่วนมากมีลักษณะโคโลนีกลมมน สีขาวหรือเหลืองทึบแสงผิวเรียบเป็นมัน เซลล์มักอยู่เป็นกลุ่มแบบพวงองุ่นซึ่งภายหลังจำแนกได้เป็น สตาฟิโลค็อกคัส (*Staphylococcus*) และพบพวกไมโครค็อกคัส (*Micrococcus*) เพดิโอค็อกคัส ซีรีวีซี (*Pediococcus cerevisiae*) บาซิลลัส (*Bacillus*) แลคโตบาซิลลัส แพลนทาลัม (*Lactobacillus plantarum*) และแลคโตบาซิลลัส บรีวิส (*Lactobacillus brevis*) (นางสุตา วิสววงศ์.2522 : 105)

3. คุณภาพปลาจ่อม (ระยะหมัก 3-5 วัน)

1) คุณภาพทางด้านกายภาพปลาหมักที่หมักได้ที่จะมีลักษณะสีเหลืองอมน้ำตาลเนื้อปลานุ่ม ข้าวสุกจะละลายจนมีสีขาวเหมือนน้ำข้าว มีรสเปรี้ยว และเค็ม มีกลิ่นหอมของข้าวคั่วและกลิ่นของกรด (ลูกจันทร์ ภาคพันธ์.2524)

2) คุณภาพทางด้านเคมีจากการวิเคราะห์ทางเคมี ปลาจ่อมมีค่าความเป็นกรด-เบส 5.0-6.1 กรดแลกติก 2.0-4.4 เปอร์เซ็นต์ เกลือ 3.8-4.8 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 11-29 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 10-14 เปอร์เซ็นต์ (สิริรัตน์ ศรีสวัสดิ์.2544 : 21)

3) คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา จากการตรวจสอบจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ปลาจ่อม ส่วนใหญ่เป็นพวกแบคทีเรีย ได้แก่ เพดิโอค็อกคัส ซีรีวีซี (*Pediococcus cerevisiae*) แลคโตบาซิลลัส บรีวิส (*Lactobacillus brevis*) สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) (มัทนา แสงจินดาวงษ์ .2538 : 28)

4. คุณภาพของแหนมปลา (ส้มผัก) (ระยะหมัก 3-7 วัน)

1) คุณภาพทางด้านกายภาพ แหนมปลาที่ได้จะมีลักษณะสีขาวคล้ำลูกขึ้นปลา เนื้ออาหารรัดตัวแน่นและเหนียวมากขึ้น แต่จะมีส่วนร่วนพรุนแทรกอยู่บ้างและมีน้ำเหนียวๆซึ่งอยู่โดยรอบอาหารเล็กน้อย มีรสเปรี้ยว เค็ม และหวานพอเหมาะ มีกลิ่นหอมของกรดระเหย (นาถสุดา วิตวงศ์.2522 : 125-126)

2) คุณภาพทางด้านเคมี แหนมปลาวันที่รับประทานได้จะมีความชื้น 76.21 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 17.01 เปอร์เซ็นต์ สารเยื่อใย 0.29 เปอร์เซ็นต์ เกลือแกง 3.63 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 4.48 เปอร์เซ็นต์ ไขมันเล็กน้อย กรดแลคติก 1.27 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-เบส ประมาณ 5 (กุลธิดา ถาวรกิจการ.2528 : 8)

3) คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ตรวจวิเคราะห์หมักจะพบแบคทีเรียพวก สตาฟฟิโลค็อกคัส (*Staphylococcus*) แลคโตบาซิลลัส บรีวิส (*Lactobacillus brevis*) และเพดิโอค็อกคัส ซีรีวีซี (*Pediococcus cerevisiae*) (สิริรัตน์ ศรีสวัสดิ์.2544 : 16)

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ความรู้และทักษะเรื่องอาหารหมัก วิธีการหมักและการตรวจสอบ คุณภาพอาหารหมักที่ได้นำเสนอมาข้างต้น มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ซึ่งผลิตภัณฑ์ปลาหมักจัดเป็นอาหารหมักประเภทหนึ่งที่ได้จากการแปรรูปปลาโดยอาศัยกระบวนการหมัก และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะและคุณภาพแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักและกระบวนการของการหมัก ซึ่งรายละเอียดดังกล่าว หากศึกษาเฉพาะทฤษฎีอย่างเดียว อาจทำให้นักเรียนไม่เข้าใจ และไม่สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เมื่อได้ทำการทดลองปฏิบัติจริงจะมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นสามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนจึงเป็นเครื่องมือช่วยพัฒนาและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นได้มากขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยทดสอบทางประสาทสัมผัส ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส และตรวจสอบลักษณะทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-เบส (pH) วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน วิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติก ด้วยวิธีของ AOAC และตรวจสอบโปรตีนด้วยวิธีไบยูเรต ตรวจสอบลักษณะทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแลคติก และจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติก

4. เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการ

4.1 ความหมายของบทปฏิบัติการ

"ปฏิบัติการ" ตามความหมายในพจนานุกรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525 (2531 : 494) หมายถึง การทดลอง พิสูจน์ข้อเท็จจริง ตามทฤษฎี แต่ยังไม่เคยมีผู้ใดให้คำนิยามเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่มักจะให้ความหมายในลักษณะของวิธีสอนวิธีหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เช่น

อรอุมา ละมุล (2541:14) ให้ความหมายดังนี้ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการอันเป็นหัวใจวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะได้มีโอกาสปฏิบัติกรร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง มีโอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ของวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

เปรมจิตร บุญสาย (2541 : 145) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้จากการทดลองด้วยตนเอง เพื่อมุ่งให้นักเรียนได้มีเสรีภาพทางความคิดและได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ฐาปนีย์ เมธิพลกุล (2542: 47) ได้ให้ความหมายว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งจัดให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติภายใต้สภาวะการณ์ที่ควบคุมโดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

สมเกียรติ แก้วจรัสสุขสันติ (2544 : 25) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การสอนโดยให้นักเรียนได้ลงปฏิบัติด้วยตนเอง ใช้เครื่องมือทดลองต่างๆ ด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงให้คำปรึกษาและแนะนำ เมื่อนักเรียนได้ประสบการณ์ตรง จะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางด้านต่างๆ มากขึ้น และยังเป็นการพัฒนาทักษะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการที่ได้ศึกษามา

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นประมวลสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หมายถึง ชุดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีอิสระในการคิดภายใต้หลักเกณฑ์และคำแนะนำปรึกษาของครูอย่างใกล้ชิด

4.2 จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

ฮอฟสไตน์ และนูเนตตา (Hofstein and Lunetta. 1982 : 203) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจ เจตคติ ความพึงพอใจ ความมีใจกว้าง และความอยากรู้อยากเห็นในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหา
3. เพื่อส่งเสริมความคิดแบบวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และความสามารถทางสติปัญญา
5. เพื่อพัฒนาความสามารถทางการปฏิบัติ

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1976 : 60 - 79) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกิจกรรมของมนุษย์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. เพื่อปลูกฝังทักษะการสืบเสาะ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ ได้
3. เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความซาบซึ้ง และเลียนแบบบทบาทของนักวิทยาศาสตร์
4. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทั้งทางด้านความรู้ลึกซึ้งซึ่งต่อความมีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทางด้านความเข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปได้ว่า การเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมพัฒนาและช่วยเหลือให้นักเรียนมีทั้งความรู้ ความคิดเข้าใจธรรมชาติของโลกวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการและเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

4.3 ความสำคัญของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนนิสิตวิทยาศาสตร์ก็คือ กิจกรรมการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1976 : 59 - 60) ได้สรุปความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า กิจกรรมปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้มีการเรียนรู้วิธีการคิดอย่างมีหลักเกณฑ์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ช่วยให้เกิดความรู้สึกรับรู้ซึ่งต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ และเข้าใจถึงขอบข่ายของวิชาวิทยาศาสตร์

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2524 : 95 - 96) และเออร์วิน (Irwin. 1986 : 321) สรุปความสำคัญของการสอนแบบปฏิบัติการเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความสำคัญในแง่ของการศึกษา การสอนแบบฝึกปฏิบัติทำให้การศึกษาเป็นการศึกษาที่สมบูรณ์ ผสมผสานกันระหว่างทฤษฎีและปฏิบัติ เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนเรียนจากของจริงและลงมือทำด้วยตนเอง ผู้เรียนจะรู้ว่าสิ่งที่เรียนเป็นอย่างไร มีปัญหาอะไร บางครั้งจะแก้ปัญหาด้วยตนเองพร้อมกันไปแล้วแต่รูปแบบของการฝึกปฏิบัติ ถือเป็นการให้ประสบการณ์ตรง (Direct experiences) กับผู้เรียน

2. ความสำคัญในแง่ของผู้เรียนผู้สอน การสอนแบบฝึกปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ดี มีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ในแง่การนำไปใช้ ในขณะที่ผู้สอนมีโอกาสเห็นผลการสอนของตนในทันทีว่าหลังการสอนผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้หรือไม่ แล้วทั้งผู้เรียนและผู้สอนยังมิโอกาสได้ผู้ติชมในทันที ซึ่งจะส่งผลให้การเรียนรู้อัตโนมัติ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นับเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่สำคัญยิ่งต่อการศึกษาค้นคว้าทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้

4.4 การจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้น มีหัวข้อที่เสนอดังต่อไปนี้

4.4.1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

4.4.2 ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

4.4.3 ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

4.4.4 ประโยชน์ของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

4.4.1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

โฮฟ (Hoff. 1950 : 173 - 175) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูไว้ว่า “ ครูทำหน้าที่เป็นผู้คอยดูแล และช่วยเหลือนักเรียนเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ โดยครูจะอยู่ในห้องที่นักเรียนทำการทดลองตลอดเวลาและควรยืนอยู่ในตำแหน่งที่นักเรียนทุกคนสามารถมองเห็นได้ทั่วถึง ”

ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 5 - 6) และ อรุณมา ละมุล (2541 : 14 - 15) ได้กล่าวถึงเกี่ยวกับบทบาทของครูว่ามี 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-lab discussion)

ผู้สอนจะต้องพยายามเตรียมคำถามต่างๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิดสงสัยหรือแนะแนวทางเพื่อผู้เรียนจะได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไปตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ ในการทำการทดลอง อาทิ ควรทำอะไรก่อนหรือไม่ควรทำอะไร ตลอดจนเตือนเรื่องความปลอดภัย เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 การให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment period)

ผู้สอนจะต้องคอยดูแล ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย มิใช่ให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองกันตามลำพังฝ่ายเดียว

ขั้นตอนที่ 3 การอภิปรายหลังการทดลอง (Post-lab discussion)

ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามต่างๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองที่รวบรวมได้ในตอนที่ 2 สรุปเป็น กฎ เกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่างๆ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วย

4.4.2 ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

น้อมฤดี จงพยัพพะ สมใจ ฤทธิสนธิ์ และพยอม ดันมณี (2519 : 44 - 46); สมจิต สวชนไพบุลย์ (2541 : 61) กล่าวว่า ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง ควรมีลำดับขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาถึงหัวข้อที่จะทำการทดลอง การจัดแบ่งกลุ่ม นักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ อธิบายถึงระเบียบในการปฏิบัติการทดลอง ให้นักเรียนอ่านสมุดปฏิบัติการ มาล่วงหน้าและอธิบายให้นักเรียนรู้จักอุปกรณ์ชนิดต่างๆ ครูควรให้คำแนะนำเพราะสารบางอย่างอาจทำให้เกิดอันตราย

ขั้นเตรียมการนี้เป็นขั้นที่จะพัฒนาความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ครูควรจะระลึกเสมอว่าสิ่งที่ทดลองพยายามให้เกิดจากความต้องการของนักเรียนโดยตรงจะเป็นการกระตุ้นให้ นักเรียนดำเนินการทดลองในลำดับต่อไป

2. ขั้นดำเนินการทดลอง นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ได้เตรียมการไว้ โดยครูคอยดูแลอย่างใกล้ชิดและพยายามให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมอย่างทั่วถึง

3. ขั้นสรุปและประเมินผลการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลของการทดลองโดยนักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกได้รายงานเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มรวมถึงร่วมกันประเมินวิธีการทำงานร่วมกัน การเก็บรักษาเครื่องมือ ประโยชน์ที่ได้รับจากการทดลอง

4.4.3 ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สุวัณท์ นิยมคำ (2517 : 143 - 144) ได้แบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทดลอง ออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory)

การทดลองแบบนี้ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา บอกวิธีการแก้ปัญหาและอื่นๆไว้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งชี้แจงในคู่มือการทดลอง (lab direction) ก็สามารถได้คำตอบออกมา ซึ่งการสอนแบบนี้ไม่ส่งเสริมความคิดเป็นของนักเรียนเท่าที่ควร

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory)

การทดลองแบบนี้ให้นักเรียนค้นหาคำตอบเองโดยครูกำหนดปัญหาให้ เมื่อนักเรียนทราบปัญหาแล้ว ครูจะให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหา เมื่อได้แนวทางแล้วก็จะให้นักเรียนแยกกันทำการทดลองต่อไป แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายหน้าชั้นอีกครั้งหนึ่ง

การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางเป็นการส่งเสริมสมรรถภาพทางความคิด ซึ่งเป็นแนวทางการทดลองที่ควรนำมาปฏิบัติ โดยเริ่มต้นจากการทดลองแบบสำเร็จรูปก่อนแล้วค่อยๆลดการกำหนดแนวทางของครูเรื่อยๆ จนในที่สุดนักเรียนสามารถที่จะแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

การทดลองแบบนี้ควรให้นักเรียนวางแผนการทดลองก่อน แล้วจึงลงมือทำการทดลองตามแบบที่กำหนดไว้ การวางแผนการทดลองของครูอยู่ในฐานะเป็นพี่เลี้ยง การวางแผนการทดลองประกอบด้วยกำหนดปัญหาตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีการที่เหมาะสมที่จะทำการทดสอบสมมติฐานและสร้างแบบการทดลอง

การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางนี้ ตรงตามเจตนารมณ์ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เพราะเป็นการส่งเสริมความคิดขั้นสูงสุด การทดลองที่ยังไม่ทราบคำตอบล่วงหน้าบางที่เรียกว่า Open-ended experiment

จากแบบการทดลองที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการทดลองมี 2 แบบ ซึ่งมีความแตกต่างกันคือ การทดลองแบบสำเร็จรูป จะกำหนดวิธีการปฏิบัติการทดลองมาให้และนักเรียนทำตามคำสั่งที่กำหนดในคู่มือการทดลอง ส่วนการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางนั้นไม่กำหนดวิธีการปฏิบัติการทดลอง ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนและกำหนดวิธีการเอง ซึ่งในประเทศไทยการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มักจัดเป็นการทดลองแบบสำเร็จรูป

4.4.4 ประโยชน์ของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การที่ผู้สอนจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเลือกใช้วิธีการสอนปฏิบัติการหรือการทดลอง จำเป็นต้องทราบถึงประโยชน์ของการทำปฏิบัติการหรือการทดลองนั้นๆก่อน ซึ่งมีผู้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หรือการสอนแบบทดลองไว้ในแนวใกล้เคียงกัน เช่น น้อมฤดี จงพยุงะ (2526 : 35 - 36) ; สุเทพ อุตสาหะ (2526 : 68) ; บุญชม ศรีสะอาด (2528 : 278 - 279) ; ภาพ เลหาไพบุลย์ (2534 : 141) สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
2. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง
3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์เหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง
4. ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน
5. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากประโยชน์ที่กล่าวมา ประมวลสรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และการสอนแบบการทดลองมีประโยชน์ คือ ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การใช้เครื่องมือ ได้ฝึกการแก้ไขปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความสนใจใฝ่รู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จะเห็นได้ว่า ลักษณะและรูปแบบของบทปฏิบัติการที่นำเสนอมาข้างต้นมีความเกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะจัดกิจกรรมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ศึกษาสำรวจภาคสนามและอภิปรายหลังปฏิบัติการ เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการใช้ประสาทสัมผัส ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นบทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นจะมีลักษณะเฉพาะต่างจากบทปฏิบัติการอื่น เพราะว่าเป็นบทปฏิบัติการที่มีกิจกรรมปฏิบัติเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ให้ผู้เรียนมีความรู้สึกรู้ว่าเป็นเรื่องน่าสนใจ เรียนสนุก ง่าย ตื่นเต้นและเมื่อเรียนจากบทปฏิบัติการนี้แล้ว นักเรียนจะตระหนักในคุณค่าของภูมิปัญญาท้องถิ่น มีความภาคภูมิใจและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

5. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้แสดงความคิดเห็นและได้ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา สิมานูเคราะห์ (2524 : 76) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าทดลองปฏิบัติการ เพื่อค้นหาความจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง ซึ่งในขณะที่ทำการค้นคว้าทดลองหรือปฏิบัติการนั้น ผู้ทำการทดลองย่อมใช้ทักษะทั้งในด้านการปฏิบัติ และการนึกคิดควบคู่กันไป

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 14) และศิริภรณ์ เม่นม้น (2543 : 48) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทำการทดลอง เป็นต้น เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้แก้ปัญหา และศึกษาค้นคว้า

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : ค) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ

จากความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ จนเกิดความคล่องแคล่ว ความชำนาญ

5.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science – AAAS) (ภพ เลหาไพบูลย์, 2537 : 14 - 30) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skills) มี 8 ทักษะ ได้แก่
 - 1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
 - 1.2 ทักษะการวัด (Measuring)
 - 1.3 ทักษะการคำนวณ (Using Numbers)
 - 1.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
 - 1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา
(Space/ Space Relationship and Space / Time Relationship)
 - 1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
(Organizing Data and Communication)
 - 1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)
 - 1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) มี 5 ทักษะ ได้แก่
 - 2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
 - 2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
 - 2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
 - 2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)
 - 2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น 13 ทักษะ สามารถเสนอรายละเอียดได้ดังนี้ (สมจิต สวชนไพบุลย์.2526:64-73; วรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว.2532:5-8; ภาพ เลหาไพบุลย์. 2537 : 15 - 29)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)

หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุ โดยการกะประมาณ

1.3 การบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measuring)

หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด
- 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
- 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆ ได้ถูกต้อง
- 2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

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 คิดคำนวณได้ถูกต้อง
 - 3.2.3 แสดงวิธีการคิดคำนวณได้
- 3.3 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่
 - 3.3.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย
 - 3.3.2 หาค่าเฉลี่ย
 - 3.3.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
- 4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้
- 4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปสกับเวลา

(Space / Space Relationship and Space / Time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 5.1 ชีบรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 5.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้
- 5.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ ได้แก่

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

5.4.2 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

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

5.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกเงาว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

5.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้นโดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนหรือบรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของภาพ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูล ที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุปการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือ กราฟ ซึ่งทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป

8.1.1 ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้าแล้วไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม ซึ่งวิธีหนึ่งที่จะใช้พิจารณาว่าข้อความใดเป็นสมมติฐานหรือไม่ ก็โดยนำข้อความนั้นมาเรียงให้อยู่ในรูปของประโยค ถ้า.....แล้วจะ..... หรือ เมื่อ.....แล้วจะ.....ถ้าเขียนได้ ข้อความนั้นก็จะเป็นสมมติฐาน

สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งจะทราบได้ภายหลังโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้แจงและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงๆ เพื่อกำหนดสิ่งต่างๆ ได้แก่

12.1.1 วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. ออกแบบการทดลองโดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

1.2 ระบุอุปกรณ์ หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองได้และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่สำคัญทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ แบ่งเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะที่ 1-8 และทักษะขั้นบูรณาการหรือขั้นผสม ได้แก่ ทักษะที่ 9-13 ดังนั้นในการสอนจึงต้องปลูกฝังให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมให้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทางสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาศักยภาพของตนเองให้คิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาเป็น น้อมฤดี จงพยุงะ (2526 : 35-36); สุเทพ อุตสาหะ (2526 : 68); บุญชม ศรีสะอาด (2528 : 278 - 279); ภพ เลหาไพบูลย์ (2534 : 141)

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งทำการศึกษา 10 ทักษะ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ และทักษะขั้นบูรณาการ 2 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง

6. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติเป็นองค์ประกอบสำคัญด้านหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ เจตคติอาจมีชื่อเรียกต่างๆ กันออกไป เช่น ทศคติ หรือเจตคติ มาจากภาษาอังกฤษ คำว่า Attitude ซึ่งมีความหมายกว้าง มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

อัลลพอร์ต (Allport. 1935 : 417) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง สภาพความพร้อมทางจิตที่ก่อตัวขึ้นจากประสบการณ์ และเป็นตัวกำหนดทิศทางที่บุคคลจะตอบสนองต่อวัตถุหรือสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้อง

เชดคัทซ์ โฆวาลินส์ (2520 : 41); ปารีชาติ แก่นสำโรง (2541 : 32); นุศรา เอี่ยมนวลรัตน์ (2542 : 52); กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น ท่าทีที่มีต่อสิ่งต่างๆ ที่เป็นสภาพแวดล้อมภายนอก อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งสามารถสร้างให้เกิดได้ มีอิทธิพลทำให้บุคคลนั้นพร้อมที่จะมีปฏิกิริยาเฉพาะอย่าง ตอบสนองต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันออกไป

ทิพาพรรณ ก.บัวเกษร (2542 : 44) กล่าวว่า เจตคติเป็นระบบที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งรวมถึงส่วนของการรับรู้อันประกอบด้วยสภาพความโน้มเอียงของความรู้สึกภายในจิตใจ ค่านิยม ความเชื่อ ความคิดเห็นของบุคคล ที่มีต่อสถานการณ์หรือสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งเป็นผลมาจากการประสบการณ์การเรียนรู้ และแนวโน้มที่เกี่ยวกับการแสดงพฤติกรรม หรือการตอบสนองต่อสิ่งนั้นในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ในลักษณะเชิงนิมาน (ทางบวก) หรือในลักษณะเชิงนิเสธ (ทางลบ)

จากความหมายของเจตคติข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ อันเป็นผลมาจากการประสบการณ์การเรียนรู้ ซึ่งอาจเป็นไปในเชิงบวกหรือเชิงลบ สามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อม

6.2 องค์ประกอบของเจตคติ

เจตคติเป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective domain) ตามทฤษฎีของบลูมและคณะ เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ เริ่มตั้งแต่มีการรับรู้ในสิ่งนั้น การตอบสนอง การสร้างคุณค่า การจัดระบบคุณค่า จนในที่สุดสร้างเป็นลักษณะนิสัยของบุคคล เจตคติไม่สามารถแยกออกมาอย่างชัดเจนว่าอยู่ในขั้นใดของพฤติกรรมด้านความรู้สึก แต่เจตคติจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้ (เชดคัทซ์ โฆวาลินส์. 2520 : 40 – 41; ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2526 : 3 – 4; ศักดิ์ สุนทรเสณี. 2531 : 4 – 5; รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 75)

1. องค์ประกอบทางความรู้เชิงประเมินค่า (Cognitive Component) เป็นเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นเป็นอันดับแรก และเป็นความรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นทางด้านที่ว่าสิ่งนั้นมีคุณหรือโทษ มากน้อยเพียงใด เป็นความรู้หรือความเชื่อถือที่ใช้ประเมินค่าสิ่งนั้นได้

2. องค์ประกอบทางการรู้สึก (Affective Component) องค์ประกอบนี้ก็ถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของเจตคติ จึงสำคัญมากในการวัดเจตคติ มีลักษณะที่สำคัญคือ เป็นความรู้สึกหรืออารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจสิ่งนั้น ความรู้สึกนี้จะเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ เมื่อบุคคลมีความรู้เกี่ยวกับคุณหรือโทษของสิ่งนั้นแล้ว บุคคลนั้นจะต้องมีความรู้ว่สิ่งใดดีหรือไม่ดี ก่อนที่เขาจะมีความรู้สึก ชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น นอกจากนี้อองค์ประกอบทางการรู้สึกยังสอดคล้องกับองค์ประกอบทางการรู้ด้วย กล่าวคือ ถ้าบุคคลรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางดีก็ย่อมจะชอบสิ่งนั้น แต่ถ้ารู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางไม่ดี ก็ย่อมจะไม่ชอบไม่พอใจสิ่งนั้น

3. องค์ประกอบทางการพร้อมกระทำ (Action Tendency Component) คือ เมื่อบุคคลมีความรู้เชิงประเมินค่า และมีความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้นแล้ว สิ่งที่สอดคล้องกันซึ่งติดตามมาคือ ความพร้อมที่จะกระทำการให้สอดคล้องกับความรู้สึกของตนต่อสิ่งนั้นด้วย เช่น การที่บุคคลหนึ่งมีความรู้ว่า คนบ้าเกิดจากการเป็นโรคชนิดหนึ่งมิใช่ความผิดของผู้ป่วยจึงย่อมจะลดความรู้สึกในทางที่ไม่ดีต่อคนเป็นโรคนี้อย่างจะเกิดความรู้สึกสงสารและเห็นใจจึงพร้อมที่จะบริจาคเงินหรือให้ความอนุเคราะห์แก่คนบ้ามากขึ้นกว่าแต่ก่อน เป็นต้น

ดังนั้นในการวัดเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ผู้วัดอาจเลือกวัดองค์ประกอบทางความรู้เชิงประเมินค่า องค์ประกอบทางการรู้สึก หรือองค์ประกอบทางการพร้อมกระทำ หรือทั้งสามองค์ประกอบพร้อมกันก็ได้ สำหรับผู้วิจัยได้วัดเจตคติที่มีต่อทบทปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์ โดยได้วัดทั้งสามองค์ประกอบ

6.3 ลักษณะของเจตคติ

เชดคัทท์ โฆวาสน์ (2520 : 40) และปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2539 : 211-213) กล่าวว่า เจตคติมีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

1. เจตคติเกิดจากประสบการณ์ สิ่งเร้าต่างๆรอบตัวบุคคล การอบรมเลี้ยงดู การเรียนรู้ขนบธรรมเนียมประเพณีและวัฒนธรรมเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดเจตคติ แม้ว่าบุคคลจะมีประสบการณ์ที่เหมือนกัน ก็จะมีเจตคติที่แตกต่างกันได้ด้วยสาเหตุหลายประการ เช่น อายุ สติปัญญา เป็นต้น

2. เจตคติเป็นการเตรียมหรือความพร้อมในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า เป็นการเตรียมความพร้อมภายในของจิตใจมากกว่าภายนอกที่จะสังเกตได้ สภาวะความพร้อมที่จะตอบสนองมีลักษณะที่ซับซ้อนของบุคคลที่จะชอบหรือไม่ชอบ ยอมรับหรือไม่ยอมรับ และเกี่ยวเนื่องกับอารมณ์ด้วย เป็นสิ่งที่อธิบายได้ยากและบางครั้งไม่ค่อยมีเหตุผล

3. เจตคติมีทิศทางของการประเมิน หมายถึง ลักษณะความรู้สึกหรืออารมณ์ที่เกิดขึ้น ถ้าเป็นความรู้สึกหรือการประเมินว่าชอบ พอใจ เห็นด้วยก็คือเป็นทิศทางในทางที่ดี หรือทิศทางในทางบวก และถ้าการประเมินออกมาในทางไม่ดี เช่น ไม่ชอบ ไม่พอใจ ก็มีทิศทางในทางลบ

4. บุคคลแต่ละคนย่อมมีเจตคติต่อสถานการณ์เดียวกันหรือบุคคลเดียวกัน แตกต่างออกไปได้หลายลักษณะแล้วแต่ประสบการณ์ของบุคคลนั้น

5. เจตคติของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอาจเป็นสิ่งถาวรหรือชั่วคราวได้เจตคติที่อยู่ในสภาพไม่มั่นคงก็พร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงได้ ส่วนเจตคติที่มั่นคงถาวร เป็นสิ่งที่บุคคลยึดมั่นถือมั่น และมีส่วนในการกำหนดพฤติกรรมของคนนั้น การยึดมั่นในเจตคติต่อสิ่งใด ทำให้การเปลี่ยนแปลงเจตคติเกิดขึ้นได้ยาก แต่อย่างไรก็ดีการแนะนำตลอดจนวิธีสอนที่เหมาะสมของครู ย่อมทำให้เด็กเปลี่ยนเจตคติไปในทางพึงประสงค์ได้

6. เจตคติมีทั้งพฤติกรรมภายในและพฤติกรรมภายนอก พฤติกรรมภายในเป็นสภาวะทางจิตใจซึ่งหากไม่ได้แสดงออกก็ไม่สามารถจะรู้ได้ว่าบุคคลนั้นมีเจตคติอย่างไรในเรื่องนั้น เจตคติที่เป็นภายนอกจะแสดงออกเนื่องจากถูกกระตุ้น และการกระตุ้นนี้ยังมีสาเหตุอื่นๆ ร่วมอยู่ด้วย

7. เจตคติจะต้องมีสิ่งเร้าจึงมีการตอบสนองขึ้นแต่ก็ไม่จำเป็นว่าเจตคติที่แสดงออกจากพฤติกรรมภายในและพฤติกรรมภายนอกจะตรงกัน เพราะก่อนแสดงออก บุคคลนั้นได้ปรับปรุงให้เหมาะสมกับปทัสถานของสังคมแล้ว จึงแสดงออกเป็นพฤติกรรมภายนอก

ลักษณะของเจตคติโดยทั่วไปเกิดจากประสบการณ์และการเรียนรู้ของบุคคล มีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะเปลี่ยนแปลงได้ยาก เจตคติมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมและบุคลิกภาพ ดังนั้นการสร้างเจตคติในเด็กจะต้องอาศัยการเรียนรู้และประสบการณ์ที่ได้จากสิ่งแวดล้อม ทั้งทางสังคม ครอบครัว โรงเรียน การจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมของครู ย่อมสามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงเจตคติให้กับเด็กไปในทางที่พึงประสงค์ได้

6.4 ประเภทของเจตคติ

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528 : 230) ได้แบ่งเจตคติออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. เจตคติทางบวก หรือเจตคติที่ดี หมายถึง แนวโน้มที่อินทรีย์จะเข้าหาสิ่งเร้าหรือสถานการณ์นั้น เนื่องจากความชอบหรือความพอใจ
2. เจตคติทางลบหรือเจตคติที่ไม่ดี หมายถึง แนวโน้มที่อินทรีย์จะถอยหนีจากสิ่งเร้าหรือสถานการณ์นั้นเนื่องจากความไม่ชอบหรือไม่พอใจ

6.5 มิติของเจตคติ (Dimension of Attitude)

ศักดิ์ สุนทรเสณี (2531 : 6 - 7); รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์ (2533 : 13 - 14) กล่าวถึงมิติของเจตคติว่าโดยทั่วไปแล้ว “เจตคติ” มีคุณสมบัติมากมายหลายอย่าง ถ้าเรามองเจตคติในแง่ของมิติต่างๆ จะสามารถมองเจตคติได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นและเข้าใจเจตคติได้ดีขึ้น การมองเจตคติในแง่มุมต่างๆ ทำให้หลายวิธีมิติที่น่าสนใจและควรกล่าวถึงมี 7 ประการ คือ

1. ด้านความเข้มข้น (Intensity) คือ มีลักษณะอื่นๆ ของเจตคติเข้ามาประกอบทำให้เกิดความเข้มข้น ส่วนมากจะมีสิ่งอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ความมั่นใจ ความสำคัญของจุดมุ่งหมายที่มีต่อวัตถุประสงค์ของเจตคติ เช่น เจตคติที่มีต่อบิดามารดาของเราย่อมเข้มข้นกว่าเจตคติที่มีต่อบิดามารดาของบุคคลอื่น
2. ด้านขนาดหรือปริมาณ (Magnitude) คือ ปริมาณการชอบ หรือไม่ชอบ ว่ารุนแรงเพียงใด คือ ชอบมาก ชอบน้อย หรือไม่ชอบเลย
3. ด้านความเด่น (Salience) คือ ความพร้อม ที่จะแสดงเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น เราเป็นคนไทยนับถือพุทธศาสนา เมื่อมีคนมาว่าพุทธศาสนาไม่ดีเราพร้อมที่จะตอบโต้
4. ด้านความเป็นแกนสำคัญของชีวิต (Centrality) เจตคติบางอย่างมีสถานภาพที่สูงมาก การที่บุคคลมองโลกมองชีวิตจะใช้เจตคตินี้เป็นหลักในการมอง เจตคตินี้เป็นส่วนหนึ่งของความคิดรวบยอดของมนุษย์ (Self - Concept)
5. ด้านมิติทั้งสามขององค์ประกอบเจตคติ คือ ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านความรู้สึกและด้านการกระทำ (The Cognitive, Affective and Action Tendency Trichotomy) การมองเจตคติทั้งสามนี้เป็นการมองในด้านความเชื่อความคิดเห็น ในความรู้สึกและในด้านการกระทำหรือพฤติกรรมนั่นเอง
6. ด้านจิตสำนึก (Consciousness) ตามมิตินี้เจตคติจะถูกมองว่า เจตคตินั้นอยู่ในภาวะจิตสำนึกหรือจิตไร้สำนึก หรืออยู่ในสำนึกเพียงบางส่วนหรือไม่อย่างไร
7. ด้านความมั่นคง (Stability) การพิจารณาเจตคติตามมิตินี้ก็ดูได้จากการที่เจตคตินั้นๆ มีความทนทานหรือยืดหยุ่นหรือง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงมากน้อยขนาดไหน อย่างไร

6.6 การเกิดเจตคติ

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520 : 64 - 65) และพรณี ข. เจนจิต (2539 : 543) ได้กล่าวถึงการเกิดเจตคติไว้ ดังนี้

1. เจตคติเป็นเรื่องของการเรียนรู้ ซึ่งบุคคลที่ผ่านขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ก็ย่อมตระหนักและมีความเข้าใจถึงความสำคัญและคุณค่าของสิ่งที่เรียน มีเจตคติต่อสิ่งนั้นไปในทางที่ถูกต้อง
2. เจตคติเกิดจากประสบการณ์ของบุคคล ประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้รับจะมีผลเป็นอย่างมากต่อการเกิดเจตคติ
3. เกิดจากการติดต่อข่าวสารกับบุคคลอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ ที่เด็กได้รับในครอบครัว การบอกเล่าของครู ผู้ปกครอง เจตคติในวัยเด็กมักจะเกิดขึ้นโดยปราศจากเหตุผล แต่เมื่อใดเกิดความคิดเห็น เจตคติบางอย่างก็อาจเปลี่ยนไป

4. เจตคติบางอย่างเกิดจากการเลียนแบบคนอื่นที่ตนชื่นชอบ และจะปฏิบัติตามความเชื่อของบุคคลนั้น

5. เจตคติเกิดจากอิทธิพลของสื่อมวลชน

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเจตคติ

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2540 : 76) กล่าวว่า เจตคติเกิดจากปัจจัย 4 ประการ ได้แก่

1. ปัจจัยในการปรับตัว (Adaptive function) บางคนมีเจตคติไม่ต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ ภายหลังน้ำท่วมบ้าน จึงเห็นความสำคัญในการอนุรักษ์ป่าไม้
2. ปัจจัยในการใช้วิจารณ์ (Cognitive function) คือ การส่งถ่าย (Transfer) เจตคติที่มีต่อสิ่งหนึ่งไปยังอีกสิ่งหนึ่ง ที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือลักษณะคล้ายคลึงกับคนอื่น เช่น คนอื่นคิดว่าแม่น้ำเจ้าพระยามีสารพิษมากขึ้น ตัวเราเองก็มองว่ามีสารพิษมากขึ้นเช่นกัน เป็นต้น
3. ปัจจัยที่เป็นความต้องการ (Need gratification function) เช่น มีเจตคติที่ต้องการพัฒนาหมู่บ้านให้เกิดความสวยงาม เพื่อให้บ้านที่ตั้งอยู่จะได้สวยงามไปด้วย
4. ปัจจัยในการป้องกันตัว (Ego-defends function) คือ เจตคติที่เคยมีประสบการณ์ในทางที่ไม่ดีเกี่ยวกับไฟฟ้าช็อตตอนน้ำท่วมบ้าน เมื่อเห็นฝนตกมากๆ ก็กลัวว่าจะถูกไฟฟ้าช็อตอีก

6.7 เทคนิคการวัดเจตคติ

ในการสร้างเครื่องมือวัดเจตคตินั้นสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้ (อมรา เขียวรักษา. 2540 : 57 - 58)

1. วิธีของเทอร์สโตน ได้ใช้วัดเจตคติของบุคคลโดยอาศัยกฎแห่งการเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจ (Law of Comparative Judgement) คือให้ผู้ตอบตัดสินข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อสิ่งหนึ่งว่าเห็นด้วย (Accepted) หรือไม่เห็นด้วย (Rejected) ในข้อความเหล่านั้นมากนักน้อยเพียงใด โดยให้กลุ่มผู้ตัดสินพิจารณาว่าข้อความที่เสนอนั้น ควรจะอยู่ตรงไหนเมื่อแบ่งความคิดเห็นทั้งหมด ตั้งแต่เห็นด้วยมากที่สุดไปจนถึงไม่เห็นด้วยมากที่สุดออกเป็น 11 กลุ่มเท่าๆกัน เมื่อกลุ่มผู้ตัดสินได้พิจารณาตัดสินหมดทุกข้อความแล้ว ก็นำแต่ละค่ามาหาค่าสเกล (Scale Value) นั่นคือ หาค่าตำแหน่งมัธยฐานของแต่ละสเกลสำหรับวัดเจตคติต่อไป (Thurstone. 1970 : 128)

2. วิธีวัดทัศนคติโดยใช้ความหมายทางภาษา ซึ่งใช้วิธีนี้เพื่อวัดความหมายของมโนทัศน์ (Concept) ในรูปความหมายของศัพท์ (Adjectives) โดยให้บุคคลทำเครื่องหมายแสดงความคิดเห็นลงในสเกลซึ่งอยู่ระหว่างคำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงข้ามกับคู่หนึ่งๆ เช่น ดี-ไม่ดี ชอบ-ไม่ชอบ ฯลฯ ผู้ตอบจะต้องพิจารณาว่ามโนทัศน์ที่ตนเห็นมีความหมายสอดคล้องกับคุณศัพท์ในแต่ละสเกลอย่างไร มากน้อยแค่ไหน แล้วกรอกความเห็นลงในสเกล (Osgood, 1957 : 189)

3. วิธีของลิเคิร์ต เป็นวิธีการวัดเจตคติโดยการนำเอาข้อความที่จะใช้วัดเจตคติไปให้ผู้ตอบลงความเห็นว่ามีความรู้สึกต่อข้อความเหล่านั้นอย่างไรบ้าง เห็นด้วยอย่างยิ่ง แล้วมีการกำหนดคะแนนให้อาจเป็น 5,4,3,2 หรือ 1 ตามลำดับ หากเป็นข้อความในทางบวก (Positive Statement) จากนั้นนำข้อความทั้งหมดไปวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Item Analysis) โดยเลือกข้อความที่สามารถจำแนกกลุ่มที่มีเจตคติที่ดีและเจตคติที่ไม่ดีได้ เพื่อนำไปใช้วัดเจตคติต่อไป (Likert, 1970 : 150 – 151)

ในการวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 118 – 119; อ้างถึง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 29 – 30) ได้กล่าวถึงการวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ลักษณะ คือ

1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด ประกอบด้วยพฤติกรรมดังนี้
 - 1.1 พอใจในประสบการณ์เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
 - 1.2 ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3 เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 1.4 ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออก ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 2 ส่วน คือ
 - 2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียน ประกอบด้วยพฤติกรรมดังนี้
 - 2.1.1 ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.1.2 เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
 - 2.1.3 เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
 - 2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้ ประกอบด้วยพฤติกรรมดังนี้
 - 2.2.1 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
 - 2.2.2 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและ

ผลเสีย

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มี 2 ลักษณะ คือ พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด และพฤติกรรมในระดับการแสดงออก

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีวัดเจตคติตามกรอบแนวคิดของ ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 118 – 119; อ้างถึง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538 : 29 – 30) และ ใช้แบบสอบถามวัดเจตคติต่อทฤษฎีการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบสอบถามเจตคติต่อ การเรียนการสอน ทฤษฎีการวิทยาศาสตร์ของอรอุมา ละมุล (2541 : 304 – 307) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ได้แก่ 5, 4, 3, 2, และ 1

- 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- 4 หมายถึง เห็นด้วย
- 3 หมายถึง ไม่แน่ใจ
- 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

6.8 ประโยชน์ของเจตคติ

เจตคติมีประโยชน์แก่คนเราดังนี้ (ประภาเพ็ญ สุวรรณ.2526 : 5 – 6)

1. ช่วยทำให้เราเข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว โดยการจัดระบบสิ่งของต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา
2. ช่วยให้มี Self – esteem โดยช่วยให้บุคคลหลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่ดี หรือปกปิดความจริงบางอย่าง ซึ่งนำความไม่พอใจมาสู่ตัวเขา
3. ช่วยในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน ซึ่งการมีปฏิกิริยาโต้ตอบหรือกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกไปนั้น ส่วนมากทำให้สิ่งที่นำความพอใจมาให้ หรือเป็นบำเหน็จรางวัลจากสิ่งแวดล้อม
4. ช่วยให้บุคคลสามารถแสดงออกถึงค่านิยมของตนเอง ซึ่งแสดงว่าเจตคตินั้นนำความพอใจมาให้บุคคลนั้น

6.9 หลักการสร้างเจตคติที่ดีต่อเด็ก

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาต่างๆ นั้น นอกจากจะมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนแล้ว ก็ยังต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาเหล่านั้นด้วย เพราะเจตคติในวิชาที่เรียนมีความสำคัญ เป็นสิ่งที่ผู้ตั้งใจเรียนสนใจเรียน หมกมุ่นในการเรียน และแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดี ถ้าหากว่านักเรียนมีเจตคติต่อผู้สอน ต่อกิจกรรมการเรียนการสอน ต่อวิชาที่เรียน ก็จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงด้วย (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์.2524 : 7)

ทวี ท่อแก้ว และ อบรม สนิทपाल (2530 : 56) ได้กล่าวถึงการสร้างเจตคติที่ดีแก่เด็ก ดังนี้

1. ให้นักเรียนทราบจุดมุ่งหมายในเรื่องที่เรียน
2. ให้นักเรียนเห็นประโยชน์ในวิชานั้นๆ โดยแท้จริง
3. ให้นักเรียนได้มีโอกาสหรือส่วนร่วมในการเรียนการสอน
4. ให้นักเรียนได้เรียนสอดคล้องกับความสามารถ ความถนัด เพื่อจะได้เกิดผลสำเร็จในการเรียน อันเป็นผลให้มีเจตคติที่ดีต่อไป

5. การสอนของครูจะต้องมีการเตรียมตัวอย่างดี ใช้วิธีสอนที่ดี เด็กเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง
6. ครูจะต้องสร้างความอบอุ่นใจและความเป็นกันเองกับนักเรียน
7. ครูจะต้องสร้างเสริมบุคลิกภาพให้เป็นที่น่าเลื่อมใสแก่เด็ก
8. จัดสภาพแวดล้อมต่างๆ ของโรงเรียน ห้องเรียน ให้มีบรรยากาศที่น่าอยู่และน่าสนใจ

6.10 การพัฒนาเจตคติ

บลูมและคณะ (เชิดศักดิ์ โฆवासินธุ์. 2525 : 134 – 136) ได้แบ่งเจตคติออกเป็น 5 ระดับ และการพัฒนาเจตคติควรพัฒนาไปตามลำดับขั้น ดังนี้

1. การรับหรือการเอาใจใส่ (Receiving or Attending) หมายถึง สภาพที่ผู้เรียนเริ่มที่จะเตรียมตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่อยู่รอบตัว ดังจะเห็นได้จากพฤติกรรมที่แสดงออก โดยแสดงความตั้งใจที่จะยอมรับรู้หรือรับฟัง

2. การตอบสนอง (Responding) หมายถึง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยความเต็มใจหรือแสดงความพอใจในการตอบสนอง

3. การเห็นคุณค่า (Valuing) หมายถึง การที่ผู้เรียนมีพฤติกรรมตอบสนอง เพราะเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียนด้วยตนเอง

4. การรวบรวมค่านิยม (Organization) เมื่อผู้เรียนยอมรับค่านิยมหลายอย่างเข้าเป็นส่วนหนึ่งของความคิด ผู้เรียนจะพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ผู้เรียนจะรวบรวมค่านิยมเข้าด้วยกัน หรืออาจจะเปรียบเทียบกันว่าค่านิยมใด มีความสำคัญตามความคิดของตนแล้วยึดถือเป็นอุดมการณ์ของชีวิตต่อไป

5. สร้างเป็นลักษณะนิสัยของบุคคล (Characterization) เมื่อนักเรียนมีระบบค่านิยมเกิดขึ้นแล้ว ในขั้นสุดท้ายค่านิยมจะเป็นส่วนหนึ่งของบุคลิกภาพของผู้เรียน ค่านิยมจะเป็นแรงภายในที่กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมจนเป็นธรรมชาติหรือจนเป็นนิสัย

ในการพัฒนาเจตคติให้กับนักเรียนนั้น ควรเริ่มพัฒนาไปตามลำดับขั้น เจตคติในระดับที่ 1,2 และ 3 เป็นเจตคติในระดับความสนใจ ครูผู้สอนสามารถกระตุ้นให้เกิดขึ้นได้ง่าย ส่วนการพัฒนาในขั้นที่ 4 เป็นระดับที่เกิดเจตคติและค่านิยม ซึ่งเป็นเจตคติที่จำเป็นต้องเสริมสร้างให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน การพัฒนาในขั้นที่ 5 เป็นการพัฒนาในระดับที่เกิดเป็นบุคลิกภาพ

6.11 วิธีส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาเจตคติ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนสามารถที่จะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาเจตคติที่ดีให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้ ดังที่กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528 : 233) ได้อธิบายถึง วิธีการสร้างและพัฒนาเจตคติที่ดีต่อการเรียนไว้ ดังนี้

1. จัดประสบการณ์ที่นำความพอใจ นำความสนุกสนานให้แก่ผู้เรียน โดยการสอนวิชาต่าง ๆ ให้เด็กเกิดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง โดย

1.1 ปลุกฝังสิ่งกับอันถูกต้อง (Concept) ครูผู้ทำหน้าที่อบรมสั่งสอน จะต้องสั่งสอนให้เด็กเกิดสิ่งกับที่ถูกต้องต่อสิ่งต่าง ๆ บุคคล สถานการณ์และข้อเสนอแนะใด ๆ โดยให้ข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง ซึ่งข้อเท็จจริงนี้จะเปลี่ยนแปลงเจตคติได้ก็เมื่อข้อเท็จจริงนั้นสามารถช่วยให้บุคคลเข้าใจสถานการณ์ใด ๆ ได้อย่างแจ่มแจ้ง และข้อเท็จจริงจะมีอิทธิพลน้อยถ้าบุคคลนั้นได้ตัดสินใจเรียบร้อยแล้ว

1.2 การอภิปราย (Group Discussion) ถ้าต้องการให้สื่อความคิด มีผลต่อเจตคติของบุคคลมากขึ้น ควรให้บุคคลได้แสดงปฏิกิริยาตอบสนอง

1.3 การเสนอกิจกรรมเร้าอารมณ์ (Emotionality in Presentation) อาจใช้การแสดงละครหรือชมภาพยนตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่เรียกความสนใจ ความตั้งใจ และเป็นการเร้าอารมณ์บุคคลได้ดี เมื่อชมละครและภาพยนตร์จบแล้ว บุคคลจะเกิดการเรียนรู้ความคิดใหม่ (New Ideas) กลายเป็นเจตคติที่ต้องการ

1.4 การอ่าน (Reading) ขณะที่อ่านหนังสือ สมอบุคคลจะแปลความหมายของแนวความคิดต่าง ๆ และเกิดอารมณ์คล้อยตาม ทำให้ได้เรียนรู้แนวคิดใหม่และเกิดความรู้สึกใหม่ ๆ ขึ้นมา กลายเป็นเจตคติที่เราต้องการและปลุกฝังได้

1.5 การจัดกิจกรรม (Activity Program) ประสบการณ์ตรงจะช่วยสร้างเจตคติแก่บุคคลได้ ฉะนั้นการทำกิจกรรมจึงมีความสำคัญ เพราะเด็กได้มีประสบการณ์ตรงซึ่งเป็นแนวทางในการเปลี่ยนแปลง และเสริมสร้างเจตคติให้แก่เด็ก

2. ครูเป็นแบบอย่างที่ดีในเรื่องต่างๆ เช่น ความคิด ความประพฤติ ความมีวินัยต่อตนเองและวินัยทางสังคม ให้ความอบอุ่นและพยายามทำความเข้าใจและรับรู้ปัญหาส่วนตัวของเด็ก เด็กจะเลียนแบบเจตคติบางสิ่งบางอย่างไปจากครูได้

3. จัดสภาพแวดล้อมต่างๆในโรงเรียนให้น่าสนใจ เช่น สภาพของห้องเรียน บรรยากาศในห้องเรียน มีการจัดห้องสมุดศูนย์การเรียนรู้ มุมหนังสือ มุมวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เจตคติคือ ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆที่มากระทบ ความรู้สึกนี้อาจเป็นไปในทางที่ดีหรือไม่ดีก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น เจตคติสร้างหรือปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับบุคคลได้โดยให้ได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ด้วยตัวเองในทุกๆด้าน เจตคติที่เกิดขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยเฉพาะเปลี่ยนจากเจตคติในทางที่ไม่ดีต่อสิ่งหนึ่งให้กลับกลายเป็นทางที่ดี สามารถทำได้ โดยการให้ความรู้ความเข้าใจ และสร้างประสบการณ์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งนั้น ซึ่งบทบาทการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นจะเป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนได้มองเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียนรู้ (เรื่องเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น) อันจะนำมาซึ่งการเกิดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น

7. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

7.1 ความหมายของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

ยงยุทธ ยุทธวงศ์ (2527 : 19) กล่าวว่า การเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญมากของการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เพราะศาสตร์นี้ไม่สามารถจะอยู่ได้ลอยๆโดยตัวของมันเอง ต้องมีการสื่อสารถ่ายทอด และสั่งสมความรู้ ความเข้าใจต่อกันไปซึ่งทำได้หลายรูปแบบ

สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 8) กล่าวว่า วิชาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมในการเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแสดงให้เห็นให้ผู้อื่นได้รับรู้และมีความเข้าใจถึงผลงานนั้น ๆ

ภาวดี เกตุกุ (2541 : 9) กล่าวว่า ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมในการเสนอผลการศึกษาค้นคว้าให้ผู้อื่นเข้าใจถึงการออกแบบประยุกต์นำภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นของตนเอง

จากความคิดเห็นเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ว่า ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมในการเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ผู้อื่นรับรู้เข้าใจถึงกระบวนการและขั้นตอนต่างๆของการศึกษาค้นคว้าในผลงานนั้นๆ

7.2 รูปแบบของการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

การนำเสนอผลงาน เป็นการเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงาน อาจกระทำได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นทราบดีถึงกระบวนการ

และขั้นตอนต่างๆ ของการศึกษาค้นคว้า อาจมีอุปกรณ์หรือสื่อประกอบการอธิบาย มีการสาธิตประกอบหรือแสดงในรูปแบบอื่นๆ เช่น การรายงานปากเปล่า นอกจากนี้ยังมีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบของการนำเสนอผลงาน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

จันทร์ชัย หล้าประยูร (2524 : 38) กล่าวว่า การเสนอผลงานเสนอได้ 2 วิธี คือ เสนอด้วยการทดลอง และเสนอด้วยการบรรยาย

สมหมาย วัฒนศิริ (2533 : 73) ได้กล่าวถึง การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการพูดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า เป็นกิจกรรมหนึ่งซึ่งควรจัดให้มีขึ้น ทั้งนี้เพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการใช้ภาษาไทยบรรยายความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เข้าใจง่ายซึ่งจะเป็นการส่งเสริมการเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2539 : 30 - 31) กล่าวถึงหน้าที่ของพอดโฟลิโอว่า มีหน้าที่ในการแสดงหรือนำเสนอผลงานที่สอดคล้องตามสภาพความเป็นจริง หรืออย่างเป็นธรรมชาติ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า รูปแบบของการนำเสนอผลงานมีหลายรูปแบบ เช่น นำเสนอโดยการจัดนิทรรศการ การทดลอง การบรรยาย การรายงานปากเปล่า การพูดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเขียนรายงาน และแฟ้มสะสมงาน (Portfolios) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้วิธีการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์จาก 3 รูปแบบ คือ การเขียนรายงาน การรายงาน แฟ้มสะสมงาน ซึ่งเห็นว่ารูปแบบการนำเสนอทั้ง 3 นี้ มีความเหมาะสมต่อการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และความสามารถดังกล่าวก็จะส่งผลให้การเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ อันสอดคล้องกับแนวคิดของภาวดี เกตุกุ (2541 : 62) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเขียนและการพูด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะการนำเสนอผลงานที่ดี นักเรียนต้องมีวิธีการดำเนินการที่เป็นระบบ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ดี ตลอดจนการจัดกระทำและตีความหมายข้อมูลเหล่านั้น

7.2.1 การนำเสนอผลงานในรูปแบบการเขียนรายงาน

การเขียนรายงานเป็นสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิด วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า ข้อมูล ผลที่ได้ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่างๆ ควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้นๆ และตรงไปตรงมา ซึ่งมีหัวข้อที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 17-18) ได้เสนอว่า การเขียนรายงานควรมีหัวข้อต่อไปนี้ คือ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้ทำ จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ของการศึกษา ค้นคว้า สมมติฐาน วิธีดำเนินการ อธิบายขั้นตอน ผลการศึกษาค้นคว้า นำเสนอข้อมูล สรุปและข้อเสนอแนะ เอกสารอ้างอิง

นอกจากนี้ การเขียนรายงาน อาจมีข้อย่อยแตกต่างกันบ้าง แต่สิ่งที่ผู้เขียนควรคำนึงถึง คือ การเขียนรายงานควรมีความชัดเจน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และครอบคลุมประเด็นที่สำคัญๆ ทั้งหมด

เกณฑ์ในการพิจารณาการเขียนรายงาน

เอกสารการประกวดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

(สมหมาย วัฒนศิริ.2533 : 67-68; อ้างอิงจาก เอกสารการประกวดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย.2530 : 261-264) ได้กล่าวไว้ว่า ในการเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์อาจพิจารณาจากรายละเอียดดังนี้

1. ความถูกต้องของแบบฟอร์ม ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ แบ่งแต่ละหัวข้อออกอย่างชัดเจน
2. การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ ถูกต้อง ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นลำดับขั้นตอน
3. การใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม สามารถสื่อสารให้ผู้อ่านเข้าใจได้อย่างดี
4. การแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพออย่างต่อเนื่องและเป็นระเบียบ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความละเอียดถี่ถ้วน ความตั้งใจจริงในการทดลองและรวบรวมข้อมูล

6. การอภิปรายผลการทดลองอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์

ความสัมพันธ์ของการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์กับการเขียน

หลักทั่วไปของการเขียน

การเขียนที่จะก่อให้เกิดประสิทธิผลนั้น ผู้เขียนจะต้องมีความสามารถในการเขียน เช่น ทราบวิธีการเขียน รูปแบบต่างๆอย่างถูกต้อง มีศิลปะในการใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสมกับกาลเทศะและฐานะของบุคคล สื่อความหมายได้ตรงตามต้องการ ซึ่งประสิทธิภาพในการเขียนจะอำนวยความสะดวกและผลสำเร็จได้สมเจตจำนงของผู้เขียนนั้น ผู้เขียนต้องอาศัยหลักในการเขียน คือ

1. การคิด วิจิตรภาพ แสงพลสิทธิ์ และคนอื่นๆ (2522 : 270) กล่าวว่า หลักสำคัญของงานเขียนขึ้นได้ก็ตามย่อประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ ความคิด และการถ่ายทอดความคิด

ความคิด เป็นจุดกำเนิดที่ทำให้เกิดงานเขียน ความคิดหรือความในใจของผู้เขียนจะเฉียบแหลม ลึกซึ้ง มีคุณค่าสาระมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับพื้นฐานการศึกษา ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ

การถ่ายทอดความคิด เป็นการนำเอาความคิดออกมาเสนอผู้อ่านโดยใช้ภาษาเขียนเป็นสื่อ

2. การเขียน จัดเป็นขั้นที่ 2 ของงานเขียนที่มีผลมาจากการคิด การเขียนเป็นการแสดงความคิด ความรู้สึกไปสู่ผู้อ่าน ซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

2.1 การใช้คำ ถือเป็นความสำคัญอันดับแรกของการเขียน ผู้เขียนจะต้องมีความรู้เรื่องคำจึงจะสามารถเลือกสรรถ้อยคำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมกับเรื่องได้ เพราะคำแต่ละคำมีความหมายเฉพาะตัว มีโอกาสและความเหมาะสมต่างกันออกไป

2.2 ประโยค คือ กลุ่มคำซึ่งประกอบกันเป็นข้อความ มีภาคประธานและภาคแสดง โดยปกติประโยคในภาษาไทยมีการเรียงลำดับจาก ประธาน กริยา กรรม ส่วนขยายจะอยู่หลังส่วนที่มันขยาย ประโยคจะมีน้ำหนักระชับ หรือคลุมเครือก็ขึ้นอยู่กับวิธีเรียงคำเข้าประโยค

2.3 ย่อหน้า ในการเขียนย่อหน้านั้นผู้เขียนจะต้องสื่อสารอย่างมีความมุ่งหมาย ที่แน่นอนว่าต้องการเสนออะไรต่อผู้อ่านในย่อหน้านั้นๆ ย่อหน้าที่ดีจะช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจความคิดของผู้เขียนแยกขั้นตอนและติดตามการดำเนินเรื่องไปตามลำดับได้สะดวก

2.4 ท่วงทำนองการเขียน หรือลีลาสำนวน คือ การเลือกสรรถ้อยคำและการเรียบเรียงถ้อยคำ วลี ประโยค ให้ความหมายตรงตามต้องการ มีลักษณะเฉพาะตน หรือเป็นแบบแผนของแต่ละบุคคล ท่วงทำนองการเขียนที่ดีต้องมีลักษณะ ดังนี้

2.4.1 ความชัดเจนสามารถใช้ถ้อยคำภาษาที่ทำให้ผู้อ่านเข้าใจได้ชัดเจนตรงตามความต้องการของผู้เขียน ไม่คลุมเครือตีความหมายได้หลายทาง

2.4.2 ความกระชับของถ้อยคำสามารถเลือกคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับความต้องการมากที่สุด

สรุปได้ว่า การเขียนนั้นต้องอาศัยความคิด และความคิดนั้นต้องแจ่มแจ้งต่อเนื่องโดยอาศัยความรู้ในเรื่องที่จะเขียน และมีหลักการเลือกสรรถ้อยคำ ประโยค รูปแบบ และท่วงทำนองการเขียนที่เหมาะสมตรงตามความต้องการที่จะเสนอแก่ผู้อ่าน การเขียนนั้นจึงมีประสิทธิภาพ

7.2.2 การนำเสนอผลงานรูปแบบการรายงานด้วยวาจา

การรายงานด้วยวาจา เป็นสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิด วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่างๆ โดยการใช้วิธีการพูดเล่าเรื่อง หรืออธิบายตามหัวข้อที่กำหนดจากการศึกษาค้นคว้า หรือทดลองเสนอต่อผู้ฟัง ผู้สอน หรือผู้ประเมิน

ความสัมพันธ์ของการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์กับการพูด

สุภาวดี แสดงพลสิทธิ์ และคนอื่นๆ (2526 : 9 - 13) กล่าวว่า การพูดที่สมบูรณ์ประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้

- ผู้พูด
- เนื้อเรื่องที่จะพูด
- ผู้ฟัง
- เครื่องมือสื่อความหมาย
- ความมุ่งหมายและผลในการพูดแต่ละครั้ง

ความมุ่งหมายในการพูด และผลที่เกิดจากการพูดในแต่ละครั้ง

1. ผู้พูด คือ ผู้ที่แสดงความสามารถถ่ายทอดความรู้สึก ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ทศนคติ ตลอดจนความคิดเห็นของตนเองไปสู่ผู้ฟัง โดยการใช้เสียง กิริยาท่าทาง และบุคลิกภาพของตนอย่างมีประสิทธิภาพ

2. เนื้อเรื่องที่จะพูด เป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการพูดทุกครั้ง ผู้พูดที่มีความสามารถจะต้องเลือกพูดในเรื่องที่ตนถนัด เพราะมีความรู้ในเรื่องนั้นจริงๆ และก่อนพูดก็ต้องมีการเตรียมเรื่องให้พร้อม มีคำนำ เนื้อเรื่อง และบทสรุป จะทำให้ผู้ฟังเข้าใจดีขึ้น

3. ผู้ฟัง คือ ผู้รับการสื่อความหมาย ผู้พูดจะประสบผลสำเร็จได้ก็ถ้ารู้จักผู้ฟังว่าผู้ฟังการพูดในแต่ละครั้งๆนั้นเป็นใคร อายุ เพศ การศึกษา และสถานการณ์ทางสังคมเป็นอย่างไร เพราะสิ่งเหล่านี้เมื่อต่างกัน ก็จะทำให้ผู้ฟังมีความเข้าใจและต้องการในสิ่งต่างๆ ต่างกันอีกด้วย

4. เครื่องมือสื่อความหมาย หมายถึง สิ่งที่ช่วยในการถ่ายทอดความรู้สึก ความคิด ของผู้พูดไปสู่ผู้ฟัง เช่น เสียง กิริยาท่าทาง การเน้นหรือย้ำข้อความเพื่อให้ผู้ฟังมองเห็นภาพพจน์ได้ชัดเจน และรวมทั้งความกระตือรือร้นในการพูดด้วย

5. ความมุ่งหมายและผลในการพูดแต่ละครั้ง ผู้พูดจะต้องวางจุดมุ่งหมายในการพูดทุกครั้ง และสามารถวัดผลการพูดว่าได้ตรงตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ จากการแสดงออก (response) ของผู้ฟัง เพราะนักจิตวิทยาการศึกษาได้กล่าวไว้ว่า บุคคลจะแสดงออก (response) ก็ต่อเมื่อได้มีสิ่งเร้า (Stimulate) ฉะนั้นผู้พูดจึงเป็นสิ่งเร้าเพื่อให้ผู้ฟังแสดงออกเพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ผู้พูดต้องการนั่นเอง

ลักษณะการพูดที่ดี

การพูดทุกครั้งควรจะพูดให้ดี แต่การพูดให้ดีนั้นจะต้องมีการเตรียมตัวให้พร้อมตามองค์ประกอบของการพูดดังนี้

1. การพูดมีความมุ่งหมายดี ผู้พูดจะต้องทราบแน่ชัดว่าพูดเพื่ออะไร เพราะจะได้เตรียมการพูดได้ถูกต้อง

ความมุ่งหมายในการพูดจะมีพร้อมกันทั้งสองประการได้กล่าวมาแล้วในข้อความมุ่งหมาย คือ

1) ความมุ่งหมายทั่วไปจะเหมือนกันหมดในการพูดทุกครั้งไม่ว่าจะพูดสั้นหรือยาว คือให้ผู้สนใจและตั้งใจฟัง เข้าใจ ประทับใจ และถูกเร้าใจในเรื่องที่พูดดี

2) ความมุ่งหมายเฉพาะสำหรับการพูดแต่ละครั้ง เพื่อจะได้จัดข้อความถ้อยคำและวิธีการพูดให้สอดคล้องกันไป เช่น พูดเพื่อให้ข่าวสารความรู้ เพื่อให้ความบันเทิง หรือเพื่อเกลี้ยกล่อม เป็นต้น

2. มีความเหมาะสมในการพูด การพูดที่ดีจะต้องเหมาะสมกับกาลสมัย เวลาที่กำหนดให้สถานที่ โอกาส และบุคคล

3. การใช้ถ้อยคำ ถ้อยคำที่ใช้มีอยู่ 3 ชั้น คือ

3.1 ถ้อยคำที่เป็นจริง นับเป็นเบื้องต้นที่สุดของการพูด ต้องเน้นความจริงเพียงเฉพาะการพูดเพื่อถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกนึกคิดอย่างจริงจังในขณะที่พูดเท่านั้น เมื่อมีการเรียนรู้มากขึ้นก็จะได้ทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ มากขึ้นเป็นลำดับไป และการพูดจากใจจริงนี้ จะเป็นสิ่งช่วยสร้างบุคลิกภาพของการพูดให้มีชีวิตชีวาเป็นธรรมชาติ

3.2 การพูดถ้อยคำที่มีประโยชน์คือ นอกจากจะพูดจากใจจริงแล้วก็ควรจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ฟังด้วย อย่าให้เสียเวลาของผู้ฟังไปด้วยการพูดเพื่อเจ้อ เป็นต้น การพูดที่มีประโยชน์นั้น จะต้องพูดในแง่เสนอข้อแนะนำในทางสร้างสรรค์และก่อให้เกิดความคิดไปในทางข้างหน้า ไม่ใช่พูดแบบยอมรับการวิพากษ์สิ่งที่เกิดขึ้นแล้ว

3.3 พูดด้วยถ้อยคำที่เป็นที่พอใจแก่ผู้ฟัง เมื่อผู้พูดกำหนดถ้อยคำอันเกิดจากใจจริง และมีประโยชน์ได้แล้ว ก็จะต้องใช้ชั้นเชิงและความสามารถเพื่อพูดให้ผู้ฟังเกิดความรู้ความเข้าใจตามที่ต้องการหรือสามารถโน้มน้าวให้ผู้ฟังเห็นคล้อยตามได้เป็นดีที่สุด

4. มีบุคลิกภาพดี การพูดก็เหมือนกับการเรียงความ แตต่างกันตรงที่การพูดผู้ฟังจะมีโอกาสได้เห็นตัวผู้พูด ได้เห็นท่าทางกิริยาอาการแสดงออก ฉะนั้น จึงมีข้อแนะนำหลักเกณฑ์เกี่ยวกับการแสดงออก เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกใช้และปรับปรุงให้สอดคล้องกับอุปนิสัย และความเหมาะสมของแต่ละคน คือ ทุกคน จะต้องเป็นตัวของตัวเองในการพูด แต่ก็ควรเป็นตัวของตัวเองตามหลักเกณฑ์ที่ได้ปรับปรุงแล้วโดยตั้งจุดประสงค์ของการปรับปรุงตัวไว้ ดังนี้

4.1 เพื่อให้การพูดเป็นไปแบบธรรมชาติ ไม่ประหม่าและมีความจริงใจน่าเชื่อถือ

4.2 เพื่อช่วยให้ผู้ฟังเข้าใจแจ่มแจ้งยิ่งขึ้น โดยการใช้ท่าทาง

4.3 เพื่อช่วยในการเน้น โดยใช้ น้ำเสียง ท่าทาง สีหน้า แววตา เป็นต้น

4.4 เพื่อช่วยให้เกิดความหลากหลายในการพูด ทั้งมือ ทำทาง น้ำเสียงแสดงประกอบ สลับกันไปมาไม่จำเจ

4.5 เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้พูดกับผู้ฟังให้เกิดขึ้น โดยเฉพาะการประสานตา และการทำท่าทางที่เป็นการเรียกร้องความสนใจ

การใช้ท่าทางทางหน้า

1. การแสดงสีหน้า สร้างอารมณ์บรรยากาศและความสัมพันธ์กับคนฟัง จะต้องแสดงความรู้สึกจริงใจ คือสามารถประสานตากับผู้ฟังอย่างตรงไปตรงมา

2. การวางท่าเป็นหลักให้ดี คือจะยืนหรือนั่งก็ตามจะต้องเป็นไปตามสบายไม่แข็งขึ้นตัวและไม่ปล่อยตัวจนตัวห่อหรือโง่งนงนแอ่นแอ้ง

3. การเคลื่อนไหว เปลี่ยนอารมณ์ ความสัมพันธ์และเรื่องจะทำให้ผู้ฟังเกิดการสนใจ แต่ต้องเป็นไปอย่างเหมาะสม ไม่เคลื่อนไหวมากเกินไปจนผู้ฟังเวียนศีรษะ

4. การแสดงท่าทาง คือการใช้มือประกอบการพูดหรือนั่นเพื่อให้จริงจังกระจำชัด

หลักเกณฑ์ในการวิจารณ์การพูด

พิสมัย ถีตะแก้ว (2524 : 82 - 83) ได้กล่าวว่า การพิจารณาการพูดต้องดูหลาย ๆ ด้าน ดังนี้

1. การแสดงออกขณะที่พูด

ให้สังเกตและพิจารณาบุคลิกภาพทั่วไปอันรวมถึงการแต่งกายและการเดินออกมาปรากฏตัวก่อนพูดด้วย ท่าทางการพูดด้วยความมั่นใจ และพูดเป็นไปแบบธรรมชาติเพียงไร มีความสามารถในการสร้างบรรยากาศให้เหมาะสมกับเรื่องราว มีความกระตือรือร้นที่จะพูดและการพูดคล่องตัวหรือไม่ อย่างไร

2. เสียง

ให้พิจารณาเรื่องระดับเสียง กระแสเสียง สีลาของเสียง (การเล่นเสียง) เหมาะสมกับเรื่องราวอย่างไร น้ำเสียงชัดเจนหรือไม่ การออกเสียงถูกต้องหรือผิดอย่างไร

3. ภาษา

ให้พิจารณาเกี่ยวกับการใช้ภาษาพูด ใช้ถ้อยคำกระชับรัดกุมแต่ได้ความเด่น กินความลึกหรือกำกวม วกไปเวียนมา ขำขากหรือติดอยู่กับคำบางคำ พูดคำที่ไม่มีความหมายอยู่เกือบตลอดเวลา ภาษาที่ใช้เหมาะกับโอกาสและประทับใจผู้ฟังเพียงไร

4. เนื้อหาสาระ

เรื่องที่พูดนั้นมีจุดมุ่งหมายอย่างไรหรือไม่ ความคิดหลักที่นำเสนอชัดเจนถูกต้องตามความเป็นจริงเพียงไร ผู้พูดได้เสนอแนวคิดเชิงสร้างสรรค์หรือไม่ และการลำดับเรื่องราว ผลความที่นำมาประกอบเรื่องที่จะพูดเหมาะสม สอดคล้องกันดีเพียงใด

5. การเรียบเรียงเรื่อง

การเปิดประโยคทักทายผู้ฟังนั้นดึงดูดความสนใจผู้ฟังได้แค่ไหน การเกริ่นนำเข้าสู่เรื่อง ระวังน่าสนใจหรือไม่ การโยงเนื้อเรื่องไปสู่ความคิดหลักนั้นสับสนหรือไม่ และการลำดับเรื่องราวความคิดเป็นไปตามลำดับดีเพียงไร การสรุปเรื่องที่พูดได้เหมาะสมหรือไม่อย่างไร และการปิดประโยคจริงใจผู้ฟังได้หรือไม่

6. อากัปกิริยาท่าทาง

ท่าทางประกอบขณะพูดนั้นเป็นไปตามธรรมชาติและเหมาะสมกับบรรยากาศเพียงไร เช่น การใช้มือ ใช้ศีรษะประกอบการพูด เพื่อเน้นความหมาย การแสดงออกทางสีหน้าแววตาเป็นไปตามเรื่องที่พูดเพียงไร และขณะพูดมีการประสานสายตากับผู้ฟังหรือไม่

7.2.3 การนำเสนอผลงานรูปแบบแฟ้มสะสมงาน (Portfolios)

แฮม และ อัดัม (Hamm and Adams, 1991 : 19 - 20) ได้ให้ความหมาย “พอดโฟลิโอ” ว่า คือ หลักฐานที่รวบรวมทักษะของบุคคลเข้าด้วยกัน ซึ่งเนื้อหาของพอดโฟลิโอขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการทำ เช่น พอดโฟลิโอของนักเรียน คือ ที่รวบรวมผลงานของนักเรียนที่ทำอะไรไปบ้าง และเป็นเอกสารที่ใช้วัดการพัฒนาความเจริญงอกงามของนักเรียน ซึ่งจะรวบรวมความสามารถ ทักษะ ทักษะความชำนาญ ตลอดจนสิ่งที่แสดงออก ผลสะท้อนกลับจากการทำพอดโฟลิโอทำให้ทราบถึงแนวความคิด ความเข้าใจและทิศทาง หรือแนวทางสำหรับอนาคต นำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งนักเรียนและครูผู้สอน

รูปแบบของพอดโฟลิโอ ควรประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. ชิ้นงานของนักเรียน
2. ปฏิกริยาของนักเรียน ผลสะท้อนของตัวนักเรียน ความรู้สึก โครงการสืบค้นหาความจริง ตลอดจนปัญหาต่างๆ

3. ความคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบต่างๆ
4. แผ่นและเครื่องเล่นคอมพิวเตอร์
5. สมุดข้อมูลและสมุดบันทึก
6. งานที่มอบหมาย ตลอดจนแนวคิด
7. โครงร่างของงานและผ่านการปรับปรุงแล้ว
8. ผลงานที่ได้รับเลือกแล้วนำเสนอ

ความสัมพันธ์ของการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์กับแฟ้มสะสมงาน (Portfolios)

คอลลินส์ (Collins, 1992 : 451-462) กล่าวว่าพอดโฟลิโอช่วยให้เห็นทักษะของครูวิทยาศาสตร์ และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นโปรแกรมการศึกษาที่ช่วยให้ทักษะการสอนก้าวหน้า โดยการเลือกผลงานชิ้นที่ดีที่สุดของนักเรียน พอดโฟลิโอจึงเปรียบเสมือนเครื่องบันทึกเหตุการณ์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการประเมินครูและนักเรียน โดยแบ่งพอดโฟลิโอออกเป็น 2 ประเภท คือ พอดโฟลิโอของนักเรียน และพอดโฟลิโอครู พอดโฟลิโอของนักเรียน มีเป้าหมาย คือ จะต้องมีความจริง มีความคิดชัดเจน และแสดงถึงสิ่งที่นักเรียนตระหนักดีว่าวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตอย่างไร การใช้ พอดโฟลิโอของนักเรียน อาจใช้เพื่อประเมินนักเรียน หรือแสดงผลการเรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนคาดหวังต่างๆ ให้ผู้ปกครองทราบ

การประเมินพอดโฟลิโอ มี 2 ลักษณะ คือ การประเมินตนเองของผู้เรียนและการประเมินครู

ชนาธิป พรกุล (2540 : 1) ได้กล่าวว่า พอดโฟลิโอเป็นเอกสารสำคัญที่สรุปข้อมูลของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งสะท้อนให้เห็นความรู้ ความสามารถ ทักษะและพัฒนาการตลอดระยะเวลาที่นานพอจะเห็นความเปลี่ยนแปลง

โครงสร้างของพอดโฟลิโอ

โครงสร้างของพอดโฟลิโอ ประกอบด้วยรูปแบบของข้อมูลหรือหลักฐาน และสิ่งที่เป็ข้อมูลหรือหลักฐาน (Collins. 1992 : 451 - 462)

รูปแบบของข้อมูลหรือหลักฐาน

1. หลักฐานเอกสารจากการเรียน เช่น รายงาน หรือแบบทดสอบ
2. เอกสารเกี่ยวกับเหตุการณ์ประจำวัน เช่น รูปถ่ายจากวารสาร เทปบันทึกการอภิปรายกับผู้ทรงคุณวุฒิ
3. เอกสารเกี่ยวกับผลงานที่ผู้อื่นเป็นผู้จัดทำ เช่น จดหมายชมเชยจากหัวหน้าในวันรักษาสีแวตล้อม หรือจดหมายจากโรงเรียนเดิม ซึ่งแสดงถึงประสบการณ์การสอนของครูคนนั้น
4. เอกสารที่จัดเตรียมเฉพาะในการทำพอดโฟลิโอ ประกอบด้วยข้อความที่แสดงเป้าหมาย บทวิเคราะห์หรือข้อคิดเห็นที่เป็นการสรุปเนื้อหาของเอกสาร และคำอธิบายที่จะช่วยในการแปลความหมายได้

รูปร่างของพอดโฟลิโอ

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2539 : 29 - 30) กล่าวถึงรูปร่างของพอดโฟลิโอว่าอาจเป็นอะไรหรือรูปร่างอย่างไรก็ได้ขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้อะไรเป็นภาชนะเก็บสะสม ในทางปฏิบัติแล้วชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่จะไม่สะดวกที่จะเก็บรวบรวม ครูจึงตัดสินใจควรใช้ตัวพอดโฟลิโออย่างไรขึ้นอยู่กับขนาดห้องเรียน การใช้พอดโฟลิโอในการประเมินผล เป็นความคิดที่ต้องการเสริมการเรียนการสอนในห้องเรียนให้มีความสมบูรณ์ การเลือกใช้พอดโฟลิโอที่มีขนาดและรูปร่างอย่างไร จึงยึดหลักการใช้ได้สะดวกและมีประสิทธิภาพเท่านั้น และไม่ควรมิให้ผู้นำพอดโฟลิโอมาใช้ต้องประสบความยุ่งยากลำบาก โดยทั่วไปพอดโฟลิโอควรบรรจุรายการต่างๆ ให้ครบถ้วนตามจุดมุ่งหมายของการประเมิน และขึ้นอยู่กับครูและนักเรียนพิจารณาตัดสินใจแต่อย่างน้อยต้องประกอบด้วยสามส่วน คือ

1. ส่วนที่เก็บรายการจุดหมายการเรียนรู้
2. ส่วนที่เก็บระบบตัวบ่งชี้ประกอบงาน
3. ส่วนที่เก็บเกณฑ์การตัดสินพอดโฟลิโอ และข้อมูลจากการประเมินตลอดจนหลักฐานในการประเมินตนเอง

หน้าที่ของพอดโฟลิโอ

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2539 : 30 - 31) กล่าวถึง หน้าที่ของพอดโฟลิโอว่า มีหน้าที่ในการแสดง หรือนำเสนอผลงานที่สอดคล้องตามสภาพความเป็นจริง หรืออย่างเป็นธรรมชาติ พอดโฟลิโอ นักเรียนก็มีหน้าที่สำคัญ เพื่อแสดง หรือนำเสนอผลงานของเด็กให้สอดคล้องตามความเป็นจริงเช่นกัน เนื่องจาก พอดโฟลิโอ นักเรียนมีลักษณะเฉพาะอย่าง ดังนั้นจึงสามารถนำพอดโฟลิโอไปใช้ในหน้าที่ต่างๆ ได้มากขึ้น ดังนี้

1. นักเรียนแต่ละคนสามารถเลือกทำงานแต่ละชิ้นได้อย่างอิสระ ตามความสนใจและความสามารถของเด็ก
2. สะท้อนความสามารถรวมออกมาเป็นผลงานชิ้นสุดท้าย และยังทำหน้าที่ในการสะท้อนให้เห็นถึงวิธีการของเด็กได้ทุกขั้นตอน
3. ค้นหาจุดเด่นของนักเรียน

4. ใช้เป็นสื่อแจ้งผลความสำเร็จของนักเรียนให้คนอื่น ๆ ทราบ รวมทั้งสามารถนำไปใช้ในการอภิปรายความก้าวหน้าของนักเรียนกับผู้ปกครองได้

วิธีพัฒนาพอดโฟลิโอ

บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ (2539 : 22 - 29) กล่าวถึง การสร้างพอดโฟลิโอว่าสามารถทำได้หลายรูปแบบ เนื้อหาสาระและจุดมุ่งหมาย ดังนั้นการพัฒนาพอดโฟลิโอ และการนำไปใช้ปฏิบัติจริงจึงมีแนวโน้มในการสร้างได้หลากหลายวิธีแล้วแต่จุดมุ่งหมายแต่ละชนิด ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนไปตามการศึกษาได้ ในการนำพอดโฟลิโอไปใช้นั้นมีจุดมุ่งหมายหลายประการจนสามารถจำแนกต่อเนื่องกัน จากความสลับซับซ้อนน้อยไปมากได้ 6 ระดับ คือ

- C : การเก็บสะสม (Collecting)
- R : การสะท้อนตนเอง (Reflecting)
- A : การตรวจสอบ (Assessing)
- D : การจดบันทึก (Documenting)
- L : การเชื่อมโยง (Linking)
- E : การประเมิน (Evaluating)

ซึ่งเรียกย่อว่า CRADLE Approach โดยมีหลักการทั่วไปในการจัดแบ่งรูปแบบพอดโฟลิโอตามระดับดังกล่าวเป็น 6 ชนิด ไว้ดังนี้

ประการแรก ในการจัดแบ่งเป็น 6 ชนิดนี้ จะไม่ยึดกับขั้นตอนหนึ่งของมาตรฐาน แต่ถือหลักว่าควรมีความต่อเนื่องกันไป โดยมีแต่ละชนิดมีน้ำหนักความสำคัญเท่าเทียมกัน และมีความเที่ยงตรงเท่ากัน ประการที่สอง ส่วนสุดท้ายของมาตรฐานจะมีระบบโครงสร้างและเงื่อนไขบังคับมากกว่าส่วนแรกๆ

ประการที่สาม เนื่องจากการพัฒนาพอดโฟลิโอ เป็นการสร้างที่ใช้กระบวนการที่ต่อเนื่อง (Dynamic) และเป็นธรรมชาติ (Natural) ดังนั้น พอดโฟลิโอแต่ละชนิดจึงมีธรรมชาติไขว้กัน และปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างแต่ละชนิด

ประการสุดท้าย วิธีการ (CRADLE) เป็นวิธีเอื้อให้ครูและผู้บริหาร สามารถกำหนดเป้าหมายที่สอดคล้องกับความเป็นจริง (Realistic) ตั้งแต่การออกแบบตัวพอดโฟลิโอ การนำพอดโฟลิโอไปใช้ ตลอดจนระมัดระวังถึงพารามิเตอร์ (Parameter) และข้อจำกัดของพอดโฟลิโอ

การพัฒนาวิธีการเก็บรวบรวม

การพัฒนา พอดโฟลิโอ ครูผู้สอนควรเริ่มต้นโดยการสำรวจพอดโฟลิโอเป็นขั้นแรก ซึ่งทำได้จากการเก็บรวบรวมงานของนักเรียน (Student Works) วิธีการดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เวลาในการทดลองว่าควรจัดเนื้อหา (Contentas) อะไรบ้าง ควรจัดเป็นส่วนๆ (Organization) และควรใช้วิธีการจัดการอย่างไร จึงจะทำให้เกิดความเหมาะสมกับศักยภาพที่เกิดปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

วิธีการเก็บรวบรวมผลงาน จำเป็นต้องดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นแรก ระดมความคิด (Brainstorm)
2. ขั้นสอง คิดหาวิธีที่นักเรียนสามารถแสดงออกเป็นหลักฐานของการเรียนรู้
3. ขั้นสาม เขียนแนวทางสำหรับใช้เลือกชิ้นงาน

การส่งเสริมให้มีการฝึกหัดสะท้อนภาพตนเอง

เนื่องจากพอดโฟลิโอเน้นความสำคัญที่วิธีการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นการสะท้อนภาพตนเองของนักเรียนจึงเป็นขั้นตอนสำคัญอีกส่วนหนึ่งของพอดโฟลิโอ บทบาทของครูจึงต้องเป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนคิดวางแผนความคิดหรือรู้จักเรียนรู้ที่จะเรียนรู้ (Metacognitive) ตลอดจนกระตุ้นให้เกิดความตระหนักและการรับรู้ที่จะเรียนรู้ จุดสำคัญของพอดโฟลิโอในขั้นตอนนี้ก็คือ การเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การตีความหมายและกลวิธีที่เป็นประโยชน์นำมาใช้ในการค้นหาความรู้ ดังนั้นการที่นักเรียนใช้วิธีการเรียนรู้อย่างไร ตลอดจนเจตคติและการตอบโต้ออกมาของนักเรียน จึงมีความสำคัญและคุณค่าทัดเทียมกับเนื้อหาสาระที่นักเรียนเรียนรู้

วิธีการฝึกหัดให้นักเรียนสะท้อนภาพตนเอง อาจทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1. ให้นักเรียนเขียนตอบลงในแบบฟอร์มแสดงความคิดเห็นของตนเองตามแต่ละชั้น

เป็นต้นว่าเหตุผลของการเลือกชิ้นงาน ถ้าให้มีการเปลี่ยนแปลงจะเปลี่ยนแปลงชิ้นงานเป็นอย่างไรและทำไม นักเรียนอยากให้คุณครูอะไรบ้างเกี่ยวกับงานที่ทำ

2. อาจใช้เกณฑ์การประเมิน (Rubric) ที่วิเคราะห์ส่วนต่างๆไว้ครอบคลุม แล้วสร้างเป็นมาตรวัดแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) หรือมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แล้วให้นักเรียนทั้งชั้นประเมินตนเองตามรายการต่างๆที่กำหนดไว้ เพื่อนำเสนอต่อเพื่อนๆพ่อแม่ ผู้ปกครองและครูได้ทราบความคิดเห็นที่นักเรียนได้วิเคราะห์

การตรวจสอบคุณภาพพอดโฟลิโอ

พอดโฟลิโอเป็นเครื่องมือประเมินผลแนวใหม่ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับเครื่องวัดชนิดอื่นๆ คือ ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพที่สำคัญสองประการ คือ ค่าความเชื่อมั่นและหลักฐานความเที่ยงตรงของรายการเนื้อหาที่อยู่ในพอดโฟลิโอ

การจดบันทึกผลสัมฤทธิ์

การเก็บรวบรวมเลือกสรรและกระทำอย่างเป็นระบบเชื่อถือได้ และตรงตามหลักสูตรไว้ในพอดโฟลิโอ ในขั้นนี้จึงถือว่าพอดโฟลิโอ เป็นแหล่งบันทึกเก็บสะสมงานที่คัดเลือกไว้ ซึ่งอาจจะเป็นการจดบันทึกหลักฐานข้อมูลของนักเรียนเป็นรายบุคคล ของห้องเรียน ของโปรแกรมหรือของทั้งโรงเรียนก็ได้ หลักฐานเอกสารการจดเหล่านี้สามารถเก็บรักษาไว้ เป็นการจดบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างถาวร หรืออาจใช้ผลงานที่เก็บสะสมไว้แล้วอาจมีข้อเสนอสืบค้นอื่นๆ เช่น คะแนนการสอบจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบมาตรฐานที่มีอยู่แล้วก็ได้

ประกันการเชื่อมโยง

เป็นการนำข้อเสนอสืบค้นเหล่านั้นมาใช้เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า ครูได้นำข้อมูลมาใช้ให้เกิดประโยชน์กับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง การนำข้อเสนอสืบค้นในพอดโฟลิโอออกมาใช้ สามารถจัดแบ่งเป็นระบบเชื่อมโยงสองชนิด ชนิดแรกเป็นการเชื่อมโยงระหว่างบุคคลกับบุคคล และชนิดที่สองเป็นการเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานกับหน่วยงาน

การประเมินพอดโฟลิโอ

ขั้นสุดท้ายของความต่อเนื่องของพอดโฟลิโอ ต้องสามารถสะท้อนคุณค่าของโปรแกรม หรือผลการสอนออกมาได้ถูกต้องแม่นยำ โดยเป็นแหล่งสำคัญที่จะให้ข้อมูลสรุปผลทางการศึกษา ดังนั้น การใช้พอดโฟลิโอในขั้นนี้จึงเป็นการกำหนดคุณค่า เป็นภาพรวม เป็นเสมือนการประเมินผลสรุปรวมเมื่อทำงาน

เสร็จครบวงจร หรือเมื่อสิ้นสุดปีการศึกษา พอดโฟลิโอที่นำมาใช้ประเมินผล ควรจะต้องครอบคลุมการสอนตามหลักสูตร การประเมินพอดโฟลิโอมุ่งเน้นที่ประโยชน์และการปฏิบัติจริง (Authentic)

สรุปได้ว่า ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับการเขียนการพูด และแฟ้มสะสมงาน (Portfolios) ถึงแม้ว่าการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในครั้งแรกจะไม่ได้เท่าที่ควร แต่นักเรียนจะมีโอกาสปรับปรุงรูปแบบการนำเสนอผลงานที่ดีในครั้งต่อไป ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการฝึกและพัฒนาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

7.3 การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

ซวาล แพร์ตกุล (2520 : 379 - 405) ให้ความหมายของการประเมินค่าไว้ว่า หมายถึง การตีราคาสິงต่าง ๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่า สิ่งนั้นมีคุณค่าดี-เลว หรือเหมาะสมเช่นไร หลักเกณฑ์การประเมินค่าประกอบด้วย 3 ประการ ดังนี้

1. ลักษณะของการประเมินค่า ได้แก่ การติชมรวบยอดว่าเรื่องใดดี เลว เหมาะสม ควรไม่ควร เชื่อถือได้หรือไม่ได้ หรือสอดคล้องขัดแย้งกับสิ่งใด รวมถึงการวิจารณ์และแสดงความคิดเห็นต่อเหตุการณ์ และการกระทำต่าง ๆ ว่าควรประพฤติปฏิบัติเช่นนั้นหรือไม่

2. สิ่งที่ยับยั้งการประเมินค่า ได้แก่ รูปร่าง ลักษณะที่เป็นรูปธรรมหรือคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เป็นนามธรรม เช่น วินิจฉัยความถูกต้องเหมาะสมตึงามของคุณลักษณะต่างๆของวัตถุสิ่งของ ให้ประเมินสภาพ และฐานะของเหตุการณ์นั้นๆ วิธีปฏิบัติและวิธีใช้ในการแก้ไข

3. การตีราคาอย่างมีหลักเกณฑ์ หมายความว่า จะต้องมึเกณฑ์หรือมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งสำหรับใช้ในการวินิจฉัยสิ่งเหล่านั้นก่อนเสมอ

จะเห็นว่าการประเมินค่าเป็นการตีราคาสິงต่าง ๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าเหมาะสมเพียงใด ในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ จะวัดพฤติกรรมตั้งแต่การเลือกรูปแบบจนถึงนำเสนอผลงานโดยใช้หลักการปฏิบัติจริง ซึ่งในการวัดการปฏิบัติงานจริงนี้มีสิ่งที่วัด 2 ประการ คือ

1. ความสามารถและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลการปฏิบัติงาน สามารถแยกเป็น 2 ส่วน คือ วิธีการ (Procedure) และผลงาน (Product)

- วิธีการ (Procedure) คือ ชุดหรือลำดับขั้นตอนของการกระทำของนักเรียน
- ผลงาน (Product) คือ ผลงานจากการปฏิบัติตามวิธีการนั้น

2. การวัดทางด้านพฤติกรรมนักเรียน นอกจากอยากรู้ว่านักเรียนคิดอย่างไรนักเรียนรู้สึกอย่างไร นักเรียนปฏิบัติได้อย่างไรแล้ว ยังมีพฤติกรรมของนักเรียนบางอย่างที่จะต้องวัดด้วย เช่น ขณะที่อยู่ในห้องเรียน นักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไร นักเรียนมีความตั้งใจในการทำงาน มีความรับผิดชอบ มีความร่วมมือ มีความสนใจ มีวินัยในตนเองหรือไม่

วิธีสังเกตการปฏิบัติงานจริง อาจจะใช้วิธีการต่อไปนี้

1. การสังเกตโดยตรง (Direct Observation) การสังเกตโดยตรงจากผู้สอบทำให้ได้ข้อมูลที่ดีว่านักเรียนมีความรอบรู้ตามจุดประสงค์หรือไม่

2. การสัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ดีที่สุด ทำให้รู้สาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในตอนที่ทำไม่ได้สังเกตด้วยตนเองนั้นเป็นอย่างไร

3. การเขียนรายงาน (Self - Report) เป็นการให้นักเรียนเขียนรายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมของตนเอง

4. นักเรียนสังเกตกันและกัน (Peer Review) การเก็บข้อมูลโดยวิธีการนี้จะขอให้นักเรียนสังเกตซึ่งกันและกัน แล้วรายงานผลการสังเกตโดยการวิจารณ์เปรียบเทียบ

เครื่องมือประเมินการสังเกต

การสังเกตที่ดีจึงต้องมีเครื่องมือด้านต่าง ๆ เหล่านี้ประกอบด้วย

1. แบบสำรวจรายการ (Checklist) ประกอบด้วยรายการที่แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน กิจกรรมต่าง ๆ หรือพฤติกรรมที่ผู้สังเกตทราบว่า การกระทำหรือพฤติกรรมต่าง ๆ เกิดขึ้นตามรายการที่กำหนดไว้หรือไม่เท่านั้น

2. มาตราประมาณค่า (Rating Scale) การวัดความสามารถ และทักษะในการปฏิบัติงานกับพฤติกรรมของนักเรียน จะใช้การสังเกตของครูเข้าร่วมการเก็บข้อมูล ซึ่งก็มีข้อบกพร่องที่เกิดจากการสังเกตของครู

สำหรับมาตราประมาณค่าและระดับของมาตรฐานประมาณค่าทั้งแบบ 3, 5, 7 ระดับ แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1. มาตราประมาณค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scale) เป็นแบบง่ายที่สุด ผู้สังเกตจะทำเครื่องหมายบนตัวเลข หรือวงกลมนอกตัวเลขที่แทนระดับพฤติกรรม

2. มาตราประมาณค่าแบบพรรณนา (Descriptive Rating Scale) แบบนี้จะเขียนคำบรรยายบอกลักษณะนั้น ๆ ไว้ว่าเป็นอย่างไร ระดับคุณลักษณะมักจะเขียนเป็นจำนวนคี่ 3, 5, 7 ระดับ

3. มาตราประมาณค่าแบบกราฟ (Graphic Rating Scale) แบบนี้จะถามคุณลักษณะใดก็จะเขียนคุณลักษณะนั้นไว้ แล้วมีระดับความเข้ม ความถี่ โดยแบ่งเป็นช่วงระดับ

การสร้างมาตราประมาณค่า

1. ชี้แจงจุดหมายในการสอนในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สังเกตได้

2. เลือกลักษณะที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จ เลือกวัดทักษะหรือตัวแปรย่อยที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จหรือล้มเหลวในกิจกรรมนั้น

3. นิยามตัวแปรที่เลือกไว้ในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้

4. กำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร ตัวแปรที่เลือกมาประเมินค่าน้ำหนักของความสำคัญต่างกัน ดังนั้นการให้น้ำหนักคะแนนมักใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5. เลือกและสร้างมาตราประมาณค่าตามแบบที่เหมาะสม

6. เลือกจำนวนระดับของมาตราประมาณค่า การเลือกใช้จำนวนชั้นของมาตราประมาณค่าขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปร

7. ทดลองใช้และปรับปรุงมาตราประมาณค่า

8. ประเมินการใช้อยู่เสมอ

จากเอกสารดังกล่าวจะเห็นว่า การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินทางด้านทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานทั้งในส่วนที่เป็นวิธีการและในส่วนที่เป็นผลงาน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ 3 ลักษณะ คือ

การเขียนรายงาน การรายงานด้วยวาจา และแฟ้มสะสมงาน โดยแบบประเมินเป็นแบบมาตราประมาณค่า แบบพรรณนา มีระดับคุณลักษณะ 3 ระดับ คือ 3, 2, และ 1 โดยรายละเอียดของแต่ละระดับแสดงใน ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินทั้ง 3 ลักษณะ ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอ ผลงานทางด้านวิทยาศาสตร์ ของภาวดี เกตุกุ (254 : 116-118) และแบบประเมินแฟ้มสะสมงานของจิตติพร ศิริदानนท์ (2541 : 41-50) ลักษณะของแบบประเมินดังภาคผนวก ฉ

8. เอกสารเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของจังหวัดมุกดาหาร

จังหวัดมุกดาหารตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนแบ่งการปกครองออกเป็น 7 อำเภอ คือ อำเภอเมืองมุกดาหาร อำเภอดงหลวง อำเภอคำชะอี อำเภอดอนตาล อำเภอโนนคำสร้อย อำเภอหว้านใหญ่ และอำเภอหนองสูง อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครตามระยะทางทางหลวงหมายเลข 2 (มิตรภาพ) ประมาณ 642 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 4,339 ตารางกิโลเมตร อาณาเขตทิศเหนือติดจังหวัดนครพนม ทิศใต้ติด จังหวัดร้อยเอ็ดและยโสธร ทิศตะวันตกติดจังหวัดกาฬสินธุ์ ทิศตะวันออกติดแม่น้ำโขง และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) มีประชากร 334,600 คน (ข้อมูล 30 มีนาคม 2543)

ทรัพยากรธรรมชาติและการใช้ประโยชน์

สำนักงานจังหวัดมุกดาหาร กล่าวถึงทรัพยากรธรรมชาติและการใช้ประโยชน์พอสรุปได้ดังนี้

ทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ ป่าไม้ และทรัพยากรสัตว์น้ำต่างๆ การประกอบอาชีพที่สำคัญ ของประชากรจึงเกิดจากการปรับตัวเอง และการแปรรูปทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น รายได้ส่วนใหญ่จึงมาจากการเกษตรกรรม การประมง และการค้าขาย

1. ทรัพยากรป่าไม้ จังหวัดมุกดาหารมีทรัพยากรป่าไม้สมบูรณ์ มีพื้นที่ป่าถึง 842,000 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 30 ของพื้นที่ทั้งหมด ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกมีเทือกเขาภูพาน สภาพเป็นป่าไม้และดงดิบทางทิศตะวันออกเป็นพื้นที่ราบสลับป่า ฝืนป่าในจังหวัดมุกดาหารได้รับการประกาศให้เป็นป่าสงวนแห่งชาติ จำนวน 13 แห่ง อุทยานแห่งชาติ 3 แห่ง และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และห้ามล่าสัตว์ 2 แห่ง

2. ทรัพยากรแหล่งน้ำ แบ่งออกเป็น

2.1 แหล่งน้ำผิวดิน ได้แก่ แม่น้ำลำคลองต่างๆที่สำคัญได้แก่ แม่น้ำโขง ลำห้วยมุก ลำห้วยบังอี่ ลำห้วยเข้

2.2 แหล่งน้ำใต้ดิน การศึกษาข้อมูลจากแผนที่อุตุนิยมวิทยาพบแหล่งน้ำใต้ดินจากชั้นทรายหรือกรวดที่มีขนาดเล็ก และในหินแข็ง ทั้งชนิดที่เป็นหินอุ้มน้ำที่มีศักยภาพสูง ปริมาณน้ำอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 5-20 ลูกบาศก์เมตร/เซนติเมตร และชนิดที่เป็นหินอุ้มน้ำที่มีศักยภาพต่ำ ปริมาณน้ำอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 5-10 ลูกบาศก์เมตร/เซนติเมตร

3. ทรัพยากรประมง สืบเนื่องจากสภาพพื้นที่ที่ประกอบด้วยลุ่มน้ำอากาศ เหมาะสมทั้งทางด้านการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่ 7 อำเภอของจังหวัดมุกดาหาร มีอาณาเขตติดชายฝั่งแม่น้ำ มีทั้งเกาะแก่ง แก่งหินใต้น้ำ และแม่น้ำลำคลองซึ่งมีต้นกำเนิดจากที่สูงด้านทิศเหนือ นำอาหารและความอุดมสมบูรณ์ทางธรรมชาติไหลลงสู่แม่น้ำ

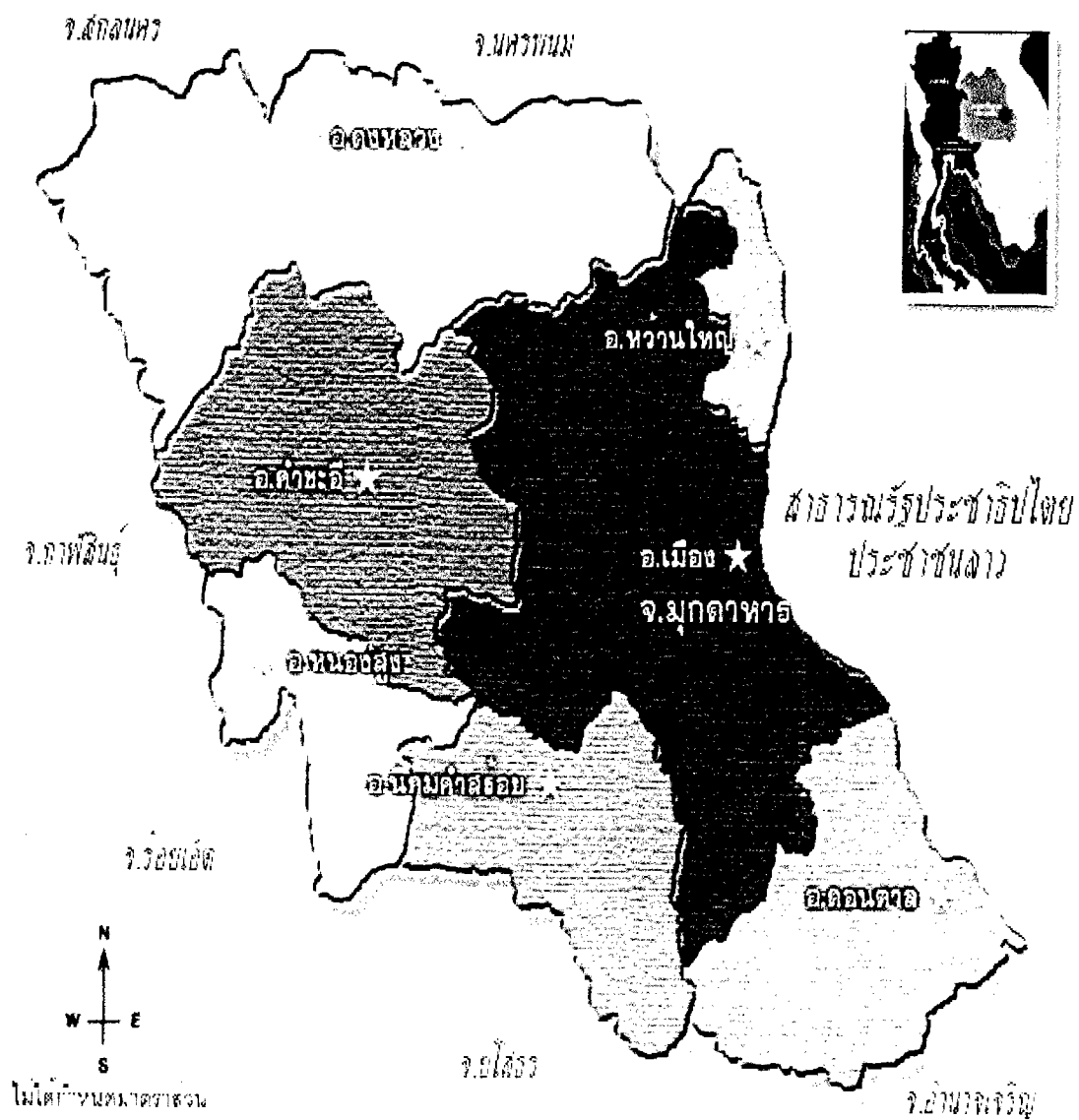
3.1 การทำประมงน้ำจืด ลักษณะการทำประมงเป็นกิจกรรมขนาดเล็ก มีเรือขนาดเล็กจึงไม่มีปัญหาการทำประมงนอกน่านน้ำหรือถูกจับจากประเทศเพื่อนบ้าน เครื่องมือที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ อวนลาก และอวนล้อมจับ ฤดูการทำประมง แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ฤดูน้ำหลาก และฤดูน้ำลด

3.2 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด โดยทั่วไปบ่อน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมีขนาดเล็กเพียง 20-200 ตารางเมตร มีความลึก 3-5 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากเป็นบ่อที่จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ในการเกษตร

3.2.1 การเพาะเลี้ยงกุ้งน้ำจืด ส่วนใหญ่เป็นการเพาะเลี้ยงแบบพัฒนาซึ่งยังมีปัญหาและอุปสรรค

3.2.2 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังการเพาะเลี้ยงในลักษณะนี้มักมีการเปลี่ยนแปลงชนิดของปลาที่เลี้ยงอยู่เสมอ

3.3 อุตสาหกรรม และธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการประมง กิจกรรมที่เอื้ออำนวยต่อการประมงทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ การผลิตปลาร้า การผลิตปลาตากแห้ง ปลารมควัน ปลาจ่อม ปลาต้ม และแหนมปลา



ภาพประกอบ 14 แผนที่จังหวัดมุกดาหาร
ที่มา: สำนักงานจังหวัดมุกดาหาร (2545)

จากการประมวลข้อมูลของจังหวัดมุกดาหาร จะเห็นได้ว่า จังหวัดมุกดาหารเป็นจังหวัดหนึ่งที่อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยซึ่งอยู่ติดแม่น้ำโขง อันเป็นแม่น้ำที่ไหลผ่านจังหวัดมุกดาหาร มีระยะทาง 72 กิโลเมตร ทอดแนวยาวตามพื้นที่ตลอด 3 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอดอนตาลอำเภอ และห้วยใหญ่ โดยเฉพาะบริเวณตัวเมืองมีจุดที่แม่น้ำโขงกว้างถึง 1,800 เมตร ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่กว้างที่สุดในประเทศไทย เป็นทั้งเส้นทางคมนาคม แหล่งอาหาร แหล่งปลาที่ชุกชุม พื้นที่ริมน้ำยังเหมาะแก่การเกษตรกรรม จึงเกิดมีชุมชนตั้งถิ่นฐานมาแต่โบราณ วัดเก่าแก่ที่สำคัญก็ตั้งอยู่ริมโขงทั้งสิ้น พื้นที่แถบนี้เต็มไปด้วยร่องรอยอดีตและภูมิปัญญาท้องถิ่นหลายลักษณะและหลายประเภท ได้แก่ ภูมิปัญญาด้าน ครอบครัวยุคโบราณ การศึกษา การปกครอง ภาษา ศาสนา อนามัยและสาธารณสุข ศิลปะและนันทนาการ การคมนาคมขนส่ง ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจและศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยศึกษาผลิตภัณฑ์ปลาหมัก 4 ชนิด คือ ปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อม และแหนมปลา แล้วนำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และคิดว่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนสร้างความตระหนักในคุณค่าของภูมิปัญญาท้องถิ่นให้กับนักเรียนได้ด้วย

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น

งานวิจัยในประเทศ

ภาวดี เกตุกุ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ภาณุจนา ฉัตรศรีตระกูล (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานภูมิปัญญาไทย การคิดแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทำโครงงานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทำโครงงานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น พบว่า สามารถใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นสื่อประกอบการสร้างชุดการเรียนรู้ได้ และทำให้นักเรียนมีผลการเรียนสูงขึ้นจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวข้องด้วย เพื่อนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน

9.2 งานวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีท้องถิ่น

งานวิจัยในประเทศ

เปรมวดี รักขวลี (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยี ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านการซ่อมแซมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

สมชัย อุ่นอนันต์ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่น ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีท้องถิ่นกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว พบว่า ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยี และชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่น สามารถนำมาใช้เป็นสื่อประกอบการสอนได้ ซึ่งทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่านิยมทางเทคโนโลยีมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและมีความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงขึ้น แต่มีความเหมาะสมเฉพาะด้านแตกต่างกัน ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่มีเทคโนโลยีท้องถิ่นเกี่ยวข้องด้วย เพื่อนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน

9.3 งานวิจัยเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ฐาปนีย์ เมธิ์พลกุล (2542 : บทคัดย่อ) ศึกษาการสำรวจปลาทะเลที่หาเทียบเรือประมงชุมพร เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการเสริมความรู้ชีววิทยาเรื่องการจำแนกอันดับปลาทะเล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำการสำรวจปลานำมาพัฒนาฐานข้อมูลด้านปลาทะเล และพัฒนาบทปฏิบัติการเสริมความรู้ชีววิทยาเรื่องการจำแนกอันดับปลา หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ โดยการทดลองสอน ผลการวิจัยปรากฏว่า ฐานข้อมูลด้านปลาทะเลที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของจุดมุ่งหมาย และเนื้อหาของบทปฏิบัติการเฉลี่ยเท่ากับ 1.0 บทปฏิบัติการมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 86.40/82.67 เมื่อใช้กับแหล่งข้อมูล 10 คน และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 89.58/84.89 เมื่อใช้กับแหล่งข้อมูล 15 คน

สุรพล วิทลไพบูลย์ (2543 : บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทดลองสอนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสอนคือ นักเรียนโรงเรียนวัดรางบัว เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร จำนวน 35 คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ วัดผลการเรียนรู้จากคำถามท้ายบทปฏิบัติการ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80.57/80.06

งานวิจัยต่างประเทศ

บีสลีย์ (Beasley, 1979 : 5428 – A) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะปฏิบัติการเคมีโดยใช้วิธีปฏิบัติจริง และวิธีการคิดต่อการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักศึกษาที่เรียนวิชาเคมีพื้นฐานเพื่อศึกษา

1. ผลของการฝึกทักษะด้วยการปฏิบัติการทดลองอย่างเดียว
2. ผลของการฝึกทักษะด้วยการคิดอย่างเดียว
3. ผลของการฝึกทักษะด้วยการทดลองและการคิดร่วมด้วย

ผู้วิจัยแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย เพื่อศึกษาผลของการฝึกทักษะทั้ง 3 แบบ เกณฑ์ในการประเมินมี 2 เกณฑ์ คือ ความถูกต้อง แม่นยำ (accuracy) และความคงที่แน่นอน (precision) โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะทำการทดลอง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะปฏิบัติการทดลองของนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะแบบต่างๆทั้ง 3 กลุ่มย่อย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
2. นักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ

แพ็พเพลิส โพฮีแมน และ เพ็บ ฮีส (Pappelis, Pohiman and Pape His, 1980 : 307–311) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะภาคปฏิบัติโดยวิธีปฏิบัติจริง และวิธีการคิดต่อการทำการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนวิชาเคมีพื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะภาคปฏิบัติของนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะแบบต่างๆทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน นักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะภาคปฏิบัติการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก ซึ่งแสดงว่าการได้ฝึกทักษะในการปฏิบัติการทดลองทำให้มีเทคนิคการทดลองถูกต้องแม่นยำ

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การศึกษาการทำปฏิบัติการมีหลายรูปแบบ เช่น การเปรียบเทียบการสอนแบบปฏิบัติการกับการสอนแบบอื่นๆและการสอนให้ฝึกทักษะด้วยการปฏิบัติการทดลองอย่างเดียว หรือร่วมกับการคิดด้วย หรือการสอนให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงในสิ่งที่ใกล้ตัว ผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่า การสอนวิทยาศาสตร์โดยการทำปฏิบัติการสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

9.4 งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สุมาลี ดำรงไชย (2537:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

วิโรจน์ เฉลยสุข (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชา

ชีววิทยา ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองสูงกว่าการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

งานวิจัยต่างประเทศ

เกเบิล และรับบา (Gablle and Rubba. 1977 : 503 – 511) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการสอนและประสบการณ์ของการฝึกสอนที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากร เป็นนักศึกษาแผนกวิชาประถมศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 58 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

พาติลลา โอกี และ ดิลลาซอร์ (Okey and Dillashaw.1983 : 239 – 246) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการคิดด้านนามธรรมเพื่อที่จะทดสอบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กับการคิดด้านนามธรรมเพียงใด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7-12 จำนวน 500 คน ใช้แบบทดสอบเขียนตอบ พบว่า ความสามารถในการคิดของนักเรียนในด้านการปฏิบัติการแบบนามธรรม กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าผู้เรียนสามารถฝึกฝนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ โดยผู้สอนได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนอย่างแท้จริง โดยเฉพาะการเรียนรู้การสอนที่เน้นการปฏิบัติการทดลอง

9.5 งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

อรอุมา ละมุล (2541 : บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนักที่ใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทดลองสอนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ ซึ่งแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสอน คือ นักเรียนโรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี จำนวน 30 คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาประกอบด้วยคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ วัดผลการเรียนรู้จากคำถามท้ายการทดลอง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80.11 / 80.27

พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ (2544 : บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทดลองสอนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสอนคือ นักเรียนโรงเรียนคงทองวิทยา จังหวัดนครปฐม จำนวน 40 คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น วัดผลการเรียนรู้จากคำถามท้ายการทดลองแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 81.19/80.33 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 มีความคิดเห็นต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

งานวิจัยต่างประเทศ

แด็พเพอร์ (Dapper.1979 : Abstract) ได้ศึกษาตัวพยากรณ์เจตคติที่ผลต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับปริญญาตรีที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก แต่เคยเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพเป็นวิชาบังคับพื้นฐานมาแล้ว ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่ใช้ในการพยากรณ์ เจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความถนัดทั่วไปของนักศึกษา และพบว่าตัวแปรที่พยากรณ์เจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดคือ ความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

สมิธ (Smith. 1994 : Abstract) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 7 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย และให้ลงมือปฏิบัติ มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าวิธีการสอนแบบบรรยาย หรือให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพียงแบบใดแบบหนึ่ง

จากการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า เจตคติสามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้ โดยการใช้เทคนิควิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติเพื่อเสริมสร้างและพัฒนาเจตคติที่ดีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาให้สูงขึ้น

9.6 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 88) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ภาวดี เกตุกุ (2541 : 136) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน แตกต่างกัน

2. คำนิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุด ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3. คำนิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นอกจากจะมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และรู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้แล้ว ยังต้องฝึกให้ผู้เรียนสามารถเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมานั้นในรูปของการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วย

จากการประมวลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ได้เรียนรู้จากของจริง และเรียนรู้ในสิ่งที่อยู่ใกล้ด้วยย่อมเป็นการส่งเสริมและพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ สามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกและพัฒนาทักษะกระบวนการ การคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ให้เหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบันได้

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนอันจะส่งผลให้นักเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในระดับมาก และมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 80 ซึ่งบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมีเนื้อหา จำนวน 7 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาร้า

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาส้ม

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลากุ้ง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การถนอมอาหาร : แหนมปลา

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7 เรื่อง การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยนำผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานและการทดลองในห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มาพัฒนาเป็นทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เพื่อนำไปใช้ในการทดลองสอนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับดังต่อไปนี้

- ตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน
- ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ตอนที่ 3 การพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ตอนที่ 4 การนำทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2544 โดยดำเนินการดังนี้

1. กำหนดแหล่งข้อมูลที่จะใช้ในการเก็บข้อมูลไว้ 2 ด้าน คือ แหล่งข้อมูลพื้นฐานเชิงบริบท จำนวน 29 คน กับแหล่งข้อมูลพื้นฐานด้านการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก จำนวน 6 คน
2. กำหนดประเด็นที่จะใช้ในการสัมภาษณ์ และใช้ในการตอบแบบสอบถามที่มีการสัมภาษณ์ประกอบไว้ 2 ประเด็น คือ ความคิดเห็นกับข้อเสนอแนะที่เป็นรูปธรรม และปฏิบัติได้จริงในห้องเรียน
3. ผู้วิจัยนัดหมายผู้รู้ที่เป็นแหล่งข้อมูลไว้ล่วงหน้าเป็นรายบุคคล
4. นำแบบสอบถามที่มีการสัมภาษณ์ประกอบดำเนินการเก็บข้อมูลพื้นฐานเชิงบริบทกับผู้รู้เป็นรายบุคคลเพื่อศึกษาสภาพบริบทของชุมชนและนำข้อมูลที่ได้มาใช้พัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยในช่วงแรกผู้วิจัยอธิบายจุดประสงค์ของการสำรวจ จากนั้นจึงได้รับแบบสอบถามที่มีการสัมภาษณ์ประกอบแล้วตอบด้วยตนเองโดยให้เวลาในการตอบประมาณ 10 วันแล้วนัดหมายวันที่ไปรับแบบสอบถามคืน
5. ผู้วิจัยไปขอรับแบบสอบถามที่มีการสัมภาษณ์ประกอบตามวันที่ได้นัดหมายไว้และพิจารณารายละเอียดของคำตอบ ในกรณีที่มีคำตอบไม่ชัดเจนผู้วิจัยสัมภาษณ์รายละเอียดเพิ่มเติม
6. ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ผู้รู้ในชุมชน ด้านการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักเป็นรายบุคคลเพื่อศึกษาวิธีการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก และพิจารณารายละเอียดของคำตอบจากการสัมภาษณ์
7. นำคำตอบที่ได้จากการตอบแบบสอบถามที่มีการสัมภาษณ์ประกอบและการสัมภาษณ์จากผู้รู้แต่ละคนในแต่ละด้านมาวิเคราะห์ประมวลรวมความคิดเห็นกับข้อเสนอแนะที่เป็นรูปธรรม และปฏิบัติได้จริงในห้องเรียนเพื่อสรุปเป็นสาระสำคัญ ผลการตอบแบบสอบถามที่มีการสัมภาษณ์ประกอบและการสัมภาษณ์ ได้ข้อ

มูลอันเป็นพื้นฐานตรงตามความต้องการและตรงตามความเป็นจริง ซึ่งแสดงผลการประมวลรวมความคิดเห็นกับข้อเสนอแนะที่เป็นรูปธรรม และปฏิบัติได้จริงในท้องถิ่นโดยสรุปในบทที่ 4

8. นำสาระสำคัญที่ได้จากการประมวลดังกล่าวมาสรุป เพื่อนำเสนอเป็นแนวทางการพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองศึกษาวิธีการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักเพื่อนำมาใช้ในการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การดำเนินการทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

- 1.1 วิธีการผลิตปลาร้า
- 1.2 วิธีการผลิตปลาต้ม
- 1.3 วิธีการผลิตปลาจ่อม
- 1.4 วิธีการผลิตแหนมปลา

2. ศึกษาการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตขึ้น

2.1 ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยใช้ประสาทสัมผัส

2.2 ตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-เบส (pH) วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน วิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกโดยใช้วิธีของ AOAC และตรวจสอบโปรตีนด้วยวิธีไบยูเรต (Biuret Method)

2.3 ตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรีย แลคติก โดยใช้วิธีของ AOAC และจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติกโดยย้อมสีแกรม

การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้เครื่องมืออุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการแปรรูปสัตว์น้ำ ห้องปฏิบัติการเคมี และห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- 1) เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH meter)
- 2) เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่งและ 4 ตำแหน่ง
- 3) ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (Incubator)
- 4) หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)
- 5) เครื่องปั่นตัวอย่าง (Laboratory Blender Stomacher)
- 6) ชุดเครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (Kjeldahl Nitrogen Apparatus)
- 7) เครื่องเขย่าหลอด (Vortex)
- 8) เครื่องนับโคโลนี (Colony counter)
- 9) กล้องจุลทรรศน์ (Microscope)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 1) บีกเกอร์ขนาดต่างๆ

- 2) ช้อนตักสาร
- 3) หลอดหยด
- 4) ตะกร้าพลาสติก
- 5) กะละมังอะลูมิเนียม
- 6) กระบอกตวง
- 7) โกร่งบดสาร
- 8) ถุงมือ
- 9) แท่งแก้วคน
- 10) ถุงพลาสติก
- 11) ยางรัด
- 12) จานพลาสติก
- 13) หลอดทดลองพร้อมที่ตั้งหลอดทดลอง
- 14) ขวดโหล
- 15) จานเพาะเลี้ยงเชื้อ
- 16) ขวดทนร้อนชนิดฝาเกลียว
- 17) ปิเปตขนาด 1 และ 5 มิลลิลิตร
- 18) บิวเรตพร้อมขาตั้งและที่จับ
- 19) ลูบสำหรับเขี่ยเชื้อ
- 20) แท่งแก้วงอ
- 21) ลูกยาง
- 22) ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร
- 23) ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 24) ขวดพลาสติก
3. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
 - 1) สารละลายบัฟเฟอร์ 4 และ 7
 - 2) น้ำกลั่น
 - 3) สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
 - 4) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.5 นอร์มัล
 - 5) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธีเจลดาล (Kjeldahl Method)
 - 6) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติก
 - 7) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
 - 8) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแลคติก
 - 9) สารเคมีที่ใช้ในการจำแนกแบคทีเรียแลคติก
 - 10) สารเคมีที่ใช้ในการย้อมสีแกรม
4. วัสดุที่ใช้ในการทดลอง
 - 1) ปลาน้ำจืด (ปลากระดี่ ปลาตะเพียน ปลาชิวแก้ว ปลาทราย)

- 2) เกลือ (เกลือสินเฮอร์ เกลือทะเล)
- 3) ข้าวคั่ว
- 4) ข้าวสุก
- 5) กระเทียม

การทดลองดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

1.1 วิธีการผลิตปลาร้า ได้แก่ วิธีการผลิตปลาร้าที่ใช้ส่วนประกอบของปลาน้ำจืดใช้ปลากระตี่ เกลือสินเฮอร์ และข้าวคั่วข้าวเจ้า ในอัตราส่วน ปลา : เกลือ : ข้าวคั่ว เป็น 10 : (1,2,3) : 1 โดยน้ำหนัก กับวิธีผลิตที่เปลี่ยนจากใช้เกลือสินเฮอร์มาเป็นใช้เกลือทะเล ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีดังกล่าวเป็นตัวอย่างในการทดลองนี้ เนื่องจากเป็นวิธีที่สำรวจจากชาวบ้านพบว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมหลายอย่าง เช่น วัตถุดิบหาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาไม่แพง นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในการทดลองแต่ละวิธีผู้วิจัยนำปลาที่ขอดเกล็ด ควักไส้ ตัดหัวและล้างน้ำให้สะอาดแล้ว โดยใช้ปลา 500 กรัมมาคลุกเคล้ากับเกลือให้เข้ากัน บรรจุในขวดโหลปิดฝาให้สนิทหมักทิ้งไว้ประมาณ 21-28 วัน ผลปรากฏว่า ทุกวิธีได้ผลิตภัณฑ์ปลาร้าที่มีลักษณะปรากฏค่อนข้างเหลว สีเหลืองอมน้ำตาล มีกลิ่นคาวปลาผสมกับกลิ่นเค็มและหอมข้าวคั่ว รสชาติเค็ม แต่เค็มมากหรือน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือ และเนื้อสัมผัสนุ่มเล็กน้อยหนึ่งไม่ฉีกขาดเมื่อใช้เกลือสินเฮอร์ เนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็งหนึ่งไม่ฉีกขาดเมื่อใช้เกลือทะเล

1.2 วิธีการผลิตปลาต้ม ได้แก่ วิธีการผลิตปลาต้มที่ใช้ส่วนประกอบของปลาน้ำจืดโดยเลือกใช้ปลาตะเพียน เกลือสินเฮอร์ ข้าวสุกข้าวเจ้าและกระเทียม ในอัตราส่วนปลา : เกลือ : ข้าวสุก : กระเทียม เป็น 10 : (1,2,3) : 1 : 1 โดยน้ำหนัก กับวิธีที่ผลิตที่เปลี่ยนจากใช้เกลือสินเฮอร์มาเป็นใช้เกลือทะเล ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีดังกล่าวเป็นตัวอย่างในการทดลองนี้ เนื่องจากเป็นวิธีสำรวจจากชาวบ้านพบว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมในเรื่องของ วัตถุดิบหาได้ง่ายในท้องถิ่น ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในการทดลองแต่ละวิธีผู้วิจัย นำปลาที่ขอดเกล็ด ควักไส้ ตัดหัวและล้างน้ำให้สะอาดทั้งลำตัวทั้งสองด้านโดยใช้ปลา 500 กรัม มาคลุกเคล้าให้เข้ากันกับข้าวสุกบดและกระเทียมสับละเอียด บรรจุในขวดโหลปิดฝาให้สนิทหมักทิ้งไว้ประมาณ 5-7 วัน ผลปรากฏว่า ทุกวิธีได้ผลิตภัณฑ์ปลาต้มที่มีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบูรณ์ข้าวสุกและสีข้าว กลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่นของกรด รสชาติเค็มแต่เค็มมากหรือน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือ เปรี้ยว เนื้อสัมผัสนุ่มและแต่นุ่มมากเมื่อใช้เกลือปริมาณน้อย และเลี่ยนเล็กน้อยเมื่อใช้เกลือปริมาณมาก

1.3 วิธีการผลิตปลาจ่อม ได้แก่ วิธีการผลิตปลาจ่อมที่ใช้ส่วนประกอบของปลาน้ำจืดโดยเลือกใช้ปลาชิวแก้ว เกลือสินเฮอร์ ข้าวคั่วข้าวเจ้า ข้าวสุกข้าวเจ้า และกระเทียม ในอัตราส่วนปลา : เกลือ : ข้าวคั่ว : ข้าวสุก : กระเทียมเป็น 10 : (1,2,3) : 3 : 3 : 1 โดยน้ำหนัก กับวิธีผลิตที่เปลี่ยนจากใช้เกลือสินเฮอร์มาเป็นใช้เกลือทะเล ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีดังกล่าวเป็นตัวอย่างในการทดลองนี้ เนื่องจากเป็นวิธีที่สำรวจจากชาวบ้าน พบว่า มีความเหมาะสมโดยหาวัตถุดิบได้ง่ายในท้องถิ่น และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในการทดลองแต่ละวิธี ผู้วิจัยนำปลาชิวแก้วที่ควักไส้และล้างน้ำให้สะอาดโดยใช้ปลา 500 กรัม มาคลุกเคล้าให้เข้ากันกับข้าวคั่ว ข้าวสุก และกระเทียมที่บดละเอียด บรรจุในขวดโหลปิดฝาให้สนิทหมักทิ้งไว้ประมาณ 3-5 วัน ผลปรากฏว่า ทุกวิธีได้ผลิตภัณฑ์ปลาจ่อมที่มีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบูรณ์ ข้าวสุกและ

เล็กน้อย สีเหลืองอมน้ำตาล กลิ่นหอมของข้าวคั่วและกลิ่นของกรด รสชาติเค็มแต่เค็มมากหรือน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือ เปรี้ยว เนื้อสัมผัสนุ่มเมื่อใช้เกลือสินเธาว์และเนื้อสัมผัสนุ่มเล็กน้อยเมื่อใช้เกลือทะเล

1.4 วิธีการผลิตขนมปลา ได้แก่ วิธีการผลิตขนมปลาที่ใช้ส่วนผสมของปลาน้ำจืด โดยเลือกใช้ปลากายราย เกลือสินเธาว์ ข้าวสุกข้าวเจ้า และกระเทียม ในอัตราส่วน ปลา : เกลือ : ข้าวสุก : กระเทียมเป็น 10 : (0.1,0.2,0.3) : 1 : 0.3 โดยน้ำหนัก กับวิธีผลิตที่เปลี่ยนจากใช้เกลือสินเธาว์มาเป็นใช้เกลือทะเล ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีดังกล่าวเป็นตัวอย่างในการทดลองนี้ เนื่องจากเป็นวิธีที่สำรวจจากชาวบ้าน พบว่า มีความเหมาะสมโดยวัตถุดิบหาได้ง่ายในท้องถิ่นและได้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในการทดลองแต่ละวิธีผู้วิจัยนำปลากายรายที่ซอดเกล็ด ควักไส้ ตัดหัว ล้างน้ำให้สะอาด แลเป็น 2 ซีกแล้วซูดเอาแต่เนื้อปลา โดยใช้เนื้อปลา 500 กรัม มาคลุกเคล้าให้เข้ากันกับข้าวสุกและกระเทียมบดละเอียด นวดให้เหนียวบรรจุในขวดโหลอัดให้แน่นปิดฝาให้สนิทหมักทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน ผลปรากฏว่า ทุกวิธีได้ผลิตภัณฑ์ขนมปลาที่มีลักษณะปรากฏเป็นก้อน สีขาว กลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่นของกรด รสชาติเค็มแต่เค็มมากหรือน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือ เปรี้ยวและเนื้อสัมผัสเหนียวและแน่นมีรูพรุนแทรกเล็กน้อย

2. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดทุกตัวอย่างที่ผลิตขึ้น การตรวจสอบ

คุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักในครั้งนี้ทำการตรวจสอบ 3 ด้านคือ ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี และตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา ทำการทดลองดังนี้

2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดทุกตัวอย่าง ได้แก่ วิธีการตรวจสอบ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 8 คนที่มาจากกลุ่มนิสิตปริญญาตรีและปริญญาโทคณะประมง โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกของ สุธีรา ผ่องศรี (2540: 127-128) ดังภาคผนวก ข ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีดังกล่าวเป็นตัวอย่างในการทดลองนี้ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกใช้เครื่องมือที่ไม่ยุ่งยากและสภาพผู้ทดสอบมีความพร้อม ในการทดลอง ผู้วิจัยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ทุกชนิดและทุกการทดลองในตอนี่ 1 มาแบ่งเป็น 2 ส่วน นำส่วนที่ 1 ไปอบที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 15 นาที ยกเว้นผลิตภัณฑ์ปลาต้มใช้เวลา 20 นาที ซึ่งส่วนที่ 1 นี้ใช้สำหรับตรวจสอบรสชาติเท่านั้น ตีตรัสผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างทั้งหมดทั้งส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 จากนั้นนำมาให้ผู้ทดสอบที่คัดเลือกไว้ทำการตรวจสอบ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ประเมินผลิตภัณฑ์โดยให้คะแนนความชอบในแบบประเมินดังภาคผนวก ข ซึ่งมีตัวเลขแสดงระดับความชอบไว้ตั้งแต่ 1-9 คะแนน 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด เมื่อผู้ทดสอบตรวจสอบครบทุกตัวอย่าง นำคะแนนประเมินของทุกคนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและแปลผล ผลปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์ปลาร้า ปลาต้ม และขนมปลา ทุกตัวอย่างได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบในคุณลักษณะต่างๆอยู่ในระหว่าง 5-6 ส่วน ผลิตภัณฑ์ปลาจ่อมทุกตัวอย่างได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบในคุณลักษณะต่างๆอยู่ในระหว่าง 6 ผลการประเมิน 8 คน ดังภาคผนวก ข

2.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดทุกตัวอย่าง ได้แก่ วิธีการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดแลกติก และตรวจสอบมีโปรตีน ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีดังกล่าวเป็นตัวอย่างในการทดลองนี้ เนื่องจากเป็นวิธีที่ตรวจสอบเห็นผลได้ง่ายและชัดเจนเชื่อถือได้ มีเครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีพร้อม สะดวกไม่เสียเวลาในการทำทดลองดำเนินการได้ดังนี้

1) การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) โดยใช้เครื่องวัดพี เอช (pH meter) และกระดาษวัดพีเอช ผู้วิจัยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดทุกตัวอย่างมาอย่างละ 9 กรัม บดให้ละเอียดแล้วเติมน้ำกลั่นลงในตัวอย่างละ 30 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันเตรียมไว้ในบีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตรตัวอย่างละ 1 ใบ เซต (Set) เครื่องวัดพี เอช (pH meter) ด้วยบัฟเฟอร์ พี เอช 4 และ พี เอช 7 หลังจากนั้นนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมักแต่ละตัวอย่างมาทำการวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) โดยนำเครื่องวัดพี เอช (pH meter) จุ่มในน้ำตัวอย่าง จะปรากฏค่าพี เอช และมีคำว่า "Stable" ขึ้นหลังค่าพีเอช บนหน้าปัดของเครื่องวัดจึงทำการบันทึกค่า ผลปรากฏว่า ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของผลิตภัณฑ์ปลาร้า ปลาส้ม และปลาจ่อม มีค่าอยู่ระหว่าง 5-6 ส่วนผลิตภัณฑ์แหนมปลามีค่าอยู่ระหว่าง 4-5 และวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมักแต่ละตัวอย่าง โดยนำกระดาษวัดพีเอช ยาว 5 เซนติเมตรจุ่มในน้ำตัวอย่างแต่ละตัวอย่างสังเกตการเปลี่ยนสีของกระดาษ ผลปรากฏว่า ทุกตัวอย่างจะทำให้สีของกระดาษวัดพีเอช เปลี่ยนจากสีเหลืองน้ำตาลไปเป็นสีเหลืองส้ม

2) การตรวจสอบโปรตีนของผลิตภัณฑ์ปลาหมักโดยวิธีไบยูเรต ผู้วิจัยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกตัวอย่าง มาตัวอย่างละ 1 กรัม บดให้ละเอียดแล้วเติมน้ำกลั่นลงในตัวอย่างละ 6 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ตูตเอาน้ำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรใส่หลอดทดลอง ตัวอย่างละ 1 หลอด หลังจากนั้นนำตัวอย่างแต่ละหลอดมาเติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จำนวน 5 หยด และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.5 นอร์มัล จำนวน 10 หยดเขย่าให้เข้ากัน ผลปรากฏว่า สารละลายตัวอย่างในหลอดทดลองทุกหลอดเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สีม่วงอมน้ำเงิน

3) การตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก (กรณีศึกษาปลาร้า) โดยวิธีเจลดาล (Kjeldahl Method) ผู้วิจัยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาร้าทุกตัวอย่างมาอย่างละ 2 กรัม ใส่ลงในขวดย่อยและเติมซิลิเนียม (Selenium reagent mixture) 1 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 98 เปอร์เซ็นต์ 25 มิลลิลิตร หมุนขวดย่อยและกลั่นให้ผสมกัน แล้วนำไปย่อยในตุ้ควันท้มด้วยความร้อนอ่อนๆ ย่อยจนน้ำยาเปลี่ยนเป็นใสแล้วต้มต่อไปอีก 30 นาทีปล่อยให้เย็น จากนั้นนำไปกลั่นในเครื่องกลั่น นำสิ่งที่กลั่นได้มาไทเตรทกับกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ปรากฏว่า เมื่อถึงจุดสมมูล (end point) สารละลายตัวอย่างในขวดรูปชมพู่ทุกขวดเกิดการเปลี่ยนแปลง ได้สีชมพู นำปริมาตรของสารละลายกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไทเตรทมาคำนวณหาปริมาณโปรตีน ซึ่งแสดงผลที่คำนวณได้โดยสรุปในบทที่ 4 ดังตาราง 12

4) การตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก (กรณีศึกษาปลาส้มและแหนมปลา) โดยวิธี AOAC (1995) ผู้วิจัยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาส้มและแหนมปลาทุกตัวอย่างมาอย่างละ 3 กรัม แต่ละตัวอย่างเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือด 2 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่นที่ต้มแล้วจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารฟีนอล์ฟธาไลน์ 6 หยด แล้วนำไปไทเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล ปรากฏว่า เมื่อถึงจุดสมมูล สารละลายตัวอย่างในขวดรูปชมพู่ทุกขวดเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สีชมพู นำปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเตรทมาคำนวณหาปริมาณกรดแลคติก ซึ่งแสดงผลที่คำนวณได้โดยสรุปในบทที่ 4 ดังตาราง 13

2.3 การตรวจคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก (กรณีศึกษาปลาหมัก) โดยวิธีตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแลคติก และจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติก ดำเนินการทดลอง ดังนี้

1) การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ผู้วิจัยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมักตัวอย่างมาอย่างละ 25 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) แล้วเติมสารละลายเจือจาง (peptone water) ที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้วลงไป 225 มิลลิลิตร บั่นตัวอย่างให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่น (stomacher) ได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1 : 10 จากนั้นทำการเจือจางลงครั้งละ 10 เท่าจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม ใช้วิธีพอร์เพลทเทคนิคโดยการปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่างๆ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ค่อยๆ เทอาหารเลี้ยงเชื้อเพลทเคาน์อะการ (Plate count agar) ลงไปประมาณ 18-20 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกัน ทำซ้ำระดับความเจือจางละ 2 ชั้น นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง ปรากฏว่า ใน plate ทุก plate มีลักษณะเป็นจุดๆ สีเหลืองและขาว แต่ละจุดมีสีใสล้อมรอบ คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 30-300 โคโลนี นับจำนวนด้วยเครื่องนับโคโลนี หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่นับได้ในแต่ละระดับความเจือจางคูณด้วยค่า dilution factor ของระดับความเจือจางที่นับได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g) ซึ่งแสดงผลที่คำนวณได้โดยสรุปในบทที่ 4 ดังตาราง 14

2) การตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียแลคติก ผู้วิจัยดำเนินการทดลองทุกขั้นตอนเหมือนกับการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่เปลี่ยนอาหารเลี้ยงเชื้อเป็น MRS Agar + 0.5% CaCO_3 + 0.004% bromocresol purple เมื่อบ่มจานเพาะเชื้อครบ 48 ชั่วโมง ปรากฏว่า สีอินดิเคเตอร์สีม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและปรากฏบริเวณใสรอบโคโลนี นับจำนวนโคโลนีเฉพาะที่สามารถสร้างบริเวณใสและอาหารเลี้ยงเชื้อรอบโคโลนีเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่นับได้ในแต่ละความเจือจางคูณด้วยค่า dilution factor ของระดับความเจือจางที่นับได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียแลคติกต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g) ซึ่งแสดงผลที่คำนวณได้โดยสรุปในบทที่ 4 ดังตาราง 14

3) การจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติก โดยตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมี ด้วยวิธีตรวจสอบการติดสีแกรม ผู้วิจัยทำการเชื้อเชื้อบริสุทธิ์ลงบนแผ่นสไลด์ ย้อมสีด้วยสารละลายคริสตัลไวโอเลตนาน 1 นาที เทสีทิ้งพร้อมหยดสารละลายไอโอดีนนาน 1 นาที เทสารละลายไอโอดีนทิ้งพร้อมหยดโซเดียมแอลกอฮอล์ ล้างแผ่นสไลด์ด้วยน้ำกลั่น แล้วย้อมสีด้วยสารละลายซาฟรานินโอเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นล้างสีด้วยน้ำกลั่นเบาๆ ซับแผ่นสไลด์ให้แห้ง นำไปตรวจสอบลักษณะของเซลล์ และการจัดเรียงตัว โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ผลสรุปในบทที่ 4 ดังตาราง 15 พบว่าทุก isolates เป็นแบคทีเรียแกรมบวก

ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำผลจากการสำรวจข้อมูลพื้นฐานและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มาดำเนินการพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยสร้างบทปฏิบัติการเป็นเอกสาร 2 ชุด คือ

1 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2 คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ดำเนินการดังนี้

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการจุดหมายโครงสร้าง จุดประสงค์รายวิชาวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายรายวิชาเลือกเสรีกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และศึกษาหลักการจุดหมาย มาตรฐานหลักสูตร และการจัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากเอกสารกรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2542 รวมทั้งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เพื่อประกอบในการกำหนดขอบเขตและรายละเอียดของเนื้อหา จุดประสงค์ การวัดผลประเมินผล ของการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

1.2 วิเคราะห์จุดมุ่งหมายและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เพื่อนำมากำหนดจุดมุ่งหมายและกิจกรรมของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่จะสร้างขึ้น

1.3 กำหนดจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบท

1.4 สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จำนวน 7 บทปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาร้า

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาส้ม

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาจ่อม

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การถนอมอาหาร : แหนมปลา

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7 เรื่อง การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และในแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบย่อย ดังนี้

- ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- หลักการ / แนวคิด
- จุดประสงค์
- วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี
- วิธีดำเนินการทดลอง
- แบบรายงานผลการทดลอง

- คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1.5 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 บทปฏิบัติการ ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ แล้วนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งได้แก่ รองศาสตราจารย์มัทนา แสงจินดาวงษ์ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รองศาสตราจารย์สุมาลี เหลืองสกุล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์ ดร. เปรมจิตร์ บุญสาย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยการณธ์ อาจารย์นันทนา ทิพย์ศรี โรงเรียนนวมินทราชูทิศอีสาน จังหวัดมุกดาหาร อาจารย์สุดา เสริมศักดิ์ โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร เพื่อพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับเนื้อหา หลักการ จุดประสงค์ อุปกรณ์ วิธีทดลอง ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินในแบบประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังภาคผนวก ข

ผลการประเมินคุณภาพเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เห็นด้วยกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในระดับดีมาก ซึ่งแสดงผลการพิจารณาสรุปในบทที่ 4 ตาราง 16 และมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น สรุปได้ดังนี้

1. ในส่วนของเนื้อหาความรู้ ควรปรับให้ถูกต้องตามหลักการและเหมาะสมกับระดับของนักเรียน
2. ในส่วนของวิธีการทดลอง ควรปรับปรุงให้มีการทดลองเปรียบเทียบตัวแปรต่าง ๆ มากขึ้น
3. แบบรายงานผลการทดลอง ควรปรับปรุงให้ชัดเจนและเว้นเนื้อที่บันทึกให้มากขึ้น เพื่อให้ นักเรียนบันทึกข้อมูลได้เพียงพอ
4. คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ควรปรับปรุงให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลองและจำนวนข้อคำถามพอเหมาะ

ผู้วิจัยนำผลการประเมินคุณภาพเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำในทุกบทปฏิบัติการ

1.6 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การสร้างคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอน โดยดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคู่มือครูประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่จัดขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 จัดทำคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย

- ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- จุดประสงค์การทดลอง
- เวลาที่ใช้
- วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี
- การเตรียมล่วงหน้า
- การอภิปรายก่อนการทดลอง
- แนวการตั้งสมมติฐาน
- ตัวอย่างผลการทดลอง
- การอภิปรายหลังการทดลอง
- แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.3 นำคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และองค์ประกอบทั้งหมด เช่นเดียวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

ตอนที่ 4 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนกับนักเรียนเพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอน

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 7 ห้อง นักเรียนทั้งหมด 335 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนจำนวน 30 คน ที่มาลงทะเบียนเรียนวิชาเลือกเสรีวิทยาศาสตร์แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 6 กลุ่มๆละ 5 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอน

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอนเป็นเนื้อหาเฉพาะเรื่องการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลพื้นฐานในชุมชนจากการศึกษาค้นคว้าและจากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอนในวิชาเลือกเสรีวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) จำนวน 7 บทปฏิบัติการ คือ

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาร้า

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาส้ม

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาจ่อม

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การถนอมอาหาร : แหนมปลา

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7 เรื่อง การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

3. ระยะเวลาในการทดลองสอน

การทดลองสอนครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 เดือนพฤษภาคม ปีการศึกษา 2545 ในชั่วโมงวิชาเลือกเสรีวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 สัปดาห์ ฤกษ์ 1 วัน ฤกษ์ 2 คาบต่อเนื่อง (คาบละ 50 นาที) รวมทั้งสิ้น 18 คาบ โดยมีการแบ่งช่วงเวลาในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 2

ตาราง 2 การแบ่งช่วงเวลาในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ครั้งที่	จำนวนคาบ	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	การประเมินผล
1	2	1.การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
2	4	2.การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
3	2	3.การถนอมอาหาร : ปลาร้า	ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
4	2	4.การถนอมอาหาร : ปลาส้ม	ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
5	2	5.การถนอมอาหาร : ปลาจ่อม	ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
6	2	6.การถนอมอาหาร : แหนมปลา	ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
7	4	7.การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประกอบด้วยเครื่องมือในการประเมิน 3 แบบ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3. แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือข้างต้นได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและศึกษาจุดประสงค์การทดลอง นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ แบ่งพฤติกรรมที่จะวัดออกเป็น 10 ทักษะ คือ

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการวัด
- 3) ทักษะการจำแนกประเภท
- 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา
- 5) ทักษะการคำนวณ
- 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 8) ทักษะการพยากรณ์
- 9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 10) ทักษะการทดลอง

1.3 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบทดสอบโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.4 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เตห์ ฟาน (Fan, 1952 : 6)

1.5 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จำนวน 60 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบสำหรับการวิจัยครั้งนี้

1.6 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ ไปหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่น (ทั้งฉบับ) เท่ากับ .89

1.7 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากเรียนครบทุกบทปฏิบัติการ

2. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) และตามกรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 118-119 ; อ้างอิงจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 : 29-30 การวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ : เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเพื่อเตรียมวิทยากรแกนนำ)

2.2 ศึกษาจุดประสงค์ของการศึกษาเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ได้แก่ 5, 4, 3, 2, และ 1 ซึ่ง 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง 4 เห็นด้วย 3 ไม่แน่ใจ 2 ไม่เห็นด้วย และ 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ทำการวัดครอบคลุมพฤติกรรม 2 ลักษณะ คือ

1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด ประกอบด้วยพฤติกรรมดังนี้

1.1 พอใจในประสบการณ์เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

1.2 ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์

1.3 เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4 ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี

2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออก ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย 2 ส่วน คือ

2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียน ประกอบด้วยพฤติกรรมดังนี้

1) ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2) เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน

3) เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้ ประกอบด้วยพฤติกรรมดังนี้

1) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม

2) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดี

และผลเสีย

2.4 นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบสอบถาม โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากเรียนครบทุกบทปฏิบัติการ

2.6 นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่น (ทั้งฉบับ) เท่ากับ .73

3. แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมาย และความสำคัญของการประเมินค่า การประเมินแฟ้มสะสมงาน การเขียนรายงาน และการรายงานด้วยวาจา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดรูปแบบของการประเมิน โครงสร้างของข้อคำถาม และเกณฑ์การให้คะแนน

3.3 สร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยแยกเป็นแบบประเมินการเขียนรายงาน การรายงานด้วยวาจา และแฟ้มสะสมงาน ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของ ภาวดี เกตุกุ (2541 : 116 – 118) และปรับปรุงจากแบบประเมินแฟ้มสะสมงาน (Portfolio) ของจิตติฐพร ศิริตานนท์ (2541 : 41 – 50) แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 แบบ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบพรรณนามีระดับคุณลักษณะ 3 ระดับ ได้แก่ 3, 2 และ 1 รายละเอียดของระดับคุณลักษณะแต่ละระดับ ดังภาคผนวก จ แบบประเมินแต่ละแบบมีรายละเอียดพิจารณา ดังนี้

1) การเขียนรายงาน พิจารณาจากรายการ ดังนี้

- จุดประสงค์ของการทดลอง
- วัสดุอุปกรณ์
- วิธีการทดลอง
- การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง
- สรุปผลการทดลอง
- การจัดกระทำข้อมูล
- การเสนอแนะ

2) การรายงานด้วยวาจา พิจารณาจากรายการ ดังนี้

- การจัดระบบการรายงาน
- การใช้ภาษา
- การใช้ลีลาของเสียง
- การใช้ลีลาท่าทางประกอบ
- การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ
- การสื่อความหมายข้อมูล
- การรายงานตามเวลาที่กำหนด

3) แฟ้มสะสมงาน พิจารณาผลงานที่นำเสนอจากรายการดังนี้

- ความเข้าใจในกิจกรรม (การออกแบบการทดลอง การใช้อุปกรณ์/สารเคมี)
- คุณภาพของวิธีดำเนินการทดลอง (แสดงวิธีดำเนินการ มีคำบรรยาย มีภาพประกอบ)

ประกอบ)

- ผลการทดลอง (กราฟ ใช้ตาราง การบรรยาย แผนภาพ คำนวณ)
 - การสรุปผลการทดลอง (สรุปอ้างอิง ย่อสรุป ระบุความผิดพลาดในการทดลอง)
- วิเคราะห์ผลการทดลอง)
- การรายงานผลการทดลอง (การจัดรูปเล่ม จัดลำดับขั้นตอน การค้นคว้าเพิ่มเติม ข้อเสนอแนะ)
 - การค้นคว้าเพิ่มเติม (ทันเหตุการณ์ แหล่งอ้างอิง สิ่งพิมพ์ วารสาร)
 - การนำเสนองาน (การจัดรูปแบบ แผนภาพ บรรยาย ชี้นำงาน)
 - ประโยชน์ (สอดคล้องกับเนื้อหา ข้อเสนอแนะ)

3.4 นำแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบประเมิน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.6 นำแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากเรียนเสร็จแต่ละบทปฏิบัติการ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีรูปแบบของการทดลอง (Experimental design) เป็นชนิดกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest - posttest design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 :60-61) สำหรับวิจัยผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 3

ตาราง 3 แบบแผนการวิจัย ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

	กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
	E	T ₁	X	T ₂
เมื่อ	E	แทน	กลุ่มตัวอย่าง	
	T ₁	แทน	การทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน	
	X	แทน	การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	
	T ₂	แทน	การทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน	

การวิจัยผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ มีรูปแบบของการทดลอง (Experimental design) เป็นชนิดกลุ่มเดียวทดสอบหลังการทดลอง (One short case study) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 249) ดังตาราง 4

ตาราง 4 แบบแผนการวิจัย ผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	—	X	T ₂

เมื่อ	E	แทน	กลุ่มตัวอย่าง
	X	แทน	การเรียนรู้ด้วยทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
	T ₂	แทน	การตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ติดต่อผู้บริหารโรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร เพื่อขอความร่วมมือในการศึกษาค้นคว้าวิจัย
2. ทำการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ทำการสอนโดยใช้ทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และเก็บข้อมูลคะแนนประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนจบแต่ละบทปฏิบัติการ
4. เมื่อนักเรียนเรียนครบทุกบทปฏิบัติการ เก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป
6. นำคะแนนที่ได้จากการสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียน และจากการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ยเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. พัฒนาเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูล โดย

1.1 การวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

1.2 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20

1.4 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

2. ทดสอบสมมติฐาน

2.1 วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนโดยใช้สถิติ t- test dependent

2.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00 – 2.33 หมายถึง อยู่ในระดับน้อย

ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.34 – 3.66 หมายถึง อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.67 – 5.00 หมายถึง อยู่ในระดับมาก

2.3 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาคิดเป็นร้อยละ

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้กระทำโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137)

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

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

1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 142)

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

เมื่อ S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับเนื้อหา
 ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบทที่พัฒนาขึ้น และระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของ
 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง
 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

จากสูตร
$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามทั้งหมด
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 ของข้อคำถามทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 129 –
 130)

จากสูตร
$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

จากสูตร
$$r = \frac{(R_U - R_L)}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
 R_U แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 123)

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
 q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทบาทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
 s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
 s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t – test for dependent sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 165)

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distributions
 D แทน ผลต่างของคะแนนทดสอบหลังใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับคะแนนก่อนใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละคู่
 $\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับคะแนนก่อนใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 N แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 หาเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137)

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

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

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยมีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาและสำรวจวิธีการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักของชาวบ้านบริเวณลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร
 2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
 3. เพื่อศึกษาผลของการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ด้าน
 - 3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
- การวิจัยครั้งนี้ มีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4 ตอน ดังต่อไปนี้
- ตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน
- ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ตอนที่ 4 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

ผู้วิจัยดำเนินการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน 2 ด้าน ดังนี้

- 1.1 ข้อมูลพื้นฐานเชิงบริบทโดยให้ผู้รู้จำนวน 29 คน ตอบแบบสอบถามที่มีการสัมภาษณ์ประกอบ จากนั้นผู้วิจัยนำคำตอบที่ได้ มาประมวลรวมความคิดเห็นกับข้อแนะนำที่เป็นรูปธรรมและปฏิบัติได้จริงในท้องถิ่น ปรากฏผลดังนี้

สภาพทางภูมิศาสตร์

ชุมชนลุ่มแม่น้ำโขงมีพื้นที่ 1,830 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบริมแม่น้ำ มีป่าละเมาะสลับทุ่งนา มีแม่น้ำโขงไหลผ่านเป็นระยะทาง 72 กิโลเมตร ชุมชนลุ่มแม่น้ำโขงจัดว่าเป็นชุมชนขนาดใหญ่ที่ค่อยๆเจริญขึ้นมาโดยยังคงสภาพเดิมที่มีต้นไม้ขนาดใหญ่จำนวนมาก และการตั้งบ้านเรือนส่วนใหญ่จะเรียงรายไปตามริมฝั่งของแม่น้ำโขง อีกส่วนหนึ่งจะเรียงรายอยู่ตามเส้นทางลูกรังที่เชื่อมต่อถนนลาดยางซึ่งติดต่อกันระหว่างอำเภอเมือง อำเภอดอนตาล และอำเภอมัญจาคีรี นอกจากนี้ทางทิศตะวันออกของแม่น้ำโขงยังเชื่อมต่อกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) ทำให้การคมนาคมและการขนส่งสินค้าต่างๆ ทำได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

สภาพทางประชากร เศรษฐกิจและสังคม

ชุมชนลุ่มแม่น้ำโขงเป็นถิ่นที่อยู่ของคนไทยเป็นส่วนใหญ่ มีคนไทยที่สืบเชื้อสายมาจากกลุ่มคนที่อพยพมาหรือถูกกวาดต้อนมาในรัชกาลที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย ไทอีสานหรือไทลาว ผู้ไท ข่า กะโซ่ กะเลิงหรือข่าเลิง ไทแสก ไทย้อ ไทกุลา นอกจากนี้ยังมีชาวไทยเชื้อสายเวียดนามอยู่ด้วยส่วนหนึ่ง มีจำนวนหมู่บ้านทั้งสิ้น 236 หมู่บ้าน 24 ตำบล และจำนวนราษฎร 189,390 คน เป็นชาย 93,028 คน เป็นหญิง 96,362 คน (ข้อมูลเมื่อ 30 มีนาคม 2543)

การประกอบอาชีพของชาวบ้านชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำนาเป็นอาชีพหลัก และปลูกถั่ว แตงกวา อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพดในช่วงหลังฤดูเก็บเกี่ยว และอาชีพที่สำคัญอีกอาชีพหนึ่งคือ การประมง โดยจะทำการประมงในแหล่งน้ำธรรมชาติ บ่อเลี้ยง ร่องสวน และกระชัง สามารถจับสัตว์น้ำจืดนำมาบริโภค จำหน่ายเป็นรายได้ แปรรูปและถนอมอาหารเพื่อเก็บไว้กินนานๆในฤดูขาดแคลน นอกจากนี้มีประชากรบางส่วนประกอบอาชีพค้าขายและรับจ้างทั้งรับจ้างภายในชุมชนและภายนอกชุมชน

ชาวบ้านส่วนใหญ่มีที่ดินในการทำนา สามารถทำนาได้ปีละ 2 ครั้งแต่ผลผลิตที่ได้น้อย ราคาผลผลิตต่ำทำให้ชาวบ้านขาดทุน ต้องกู้ยืมเงินนอกระบบมาลงทุนบ้าง ใช้หนี้สินอย่างอื่นบ้าง จึงพบว่าชาวบ้านส่วนใหญ่จะตกอยู่ในสภาพมีหนี้สินเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ชาวบ้านจึงพยายามแก้ปัญหาด้วยการพัฒนาอาชีพเสริมด้วยศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด ในส่วนของลักษณะทางครอบครัวของชาวบ้านชุมชนลุ่มแม่น้ำโขงมีลักษณะผูกพันกันในหมู่เครือญาติ มีการอพยพเข้าของคนจากถิ่นอื่น และย้ายออกไปของคนในชุมชน มีความเป็นอยู่แบบเรียบง่าย ทำบุญและจัดงานรื่นเริงตามสมควรในวันสำคัญทางศาสนาและประเพณีท้องถิ่น นอกจากนี้มีความเชื่อในเรื่องบาปบุญคุณโทษ ผูกพันกับท้องถิ่น อนุรักษ์และสืบสานศิลปวัฒนธรรมขนบธรรมเนียมประเพณีและภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนในทุกๆเรื่อง เช่น ประเพณีแข่งเรือออกพรรษา งานแสดงรวมเผ่าไทมุกดาหาร ภูมิปัญญาด้านการทอ จักสาน สมุนไพร และอาหารพื้นบ้านต่างๆ เป็นต้น

ซึ่งจากการสอบถามพบว่า ในส่วนของอาหารที่ชาวบ้านนิยมทำเพื่อเก็บไว้กินทั้งระยะสั้นและระยะยาวคือ อาหารประเภท ปลา กบ เขียด อีง รวมทั้งพืชผักต่างๆอันเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายจากแหล่งธรรมชาติในท้องถิ่น ซึ่งวิธีการส่วนใหญ่ก็จะหมัก ดอง ตากแดด ฯลฯ ชนิดของอาหารที่ชาวบ้านนิยมทำมีหลายชนิด เช่น ปลาร้า ปลาจ่อม ปลาส้ม ผักกาดดอง พริกแห้ง แหนมหมู แหนมปลา ไส้กรอก หมูยอ เป็นต้น และนอกจากนี้ชาวบ้านได้ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้และการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีอยู่ว่าควรให้สถานศึกษามีการจัดการเรียนการสอนให้สัมพันธ์กับท้องถิ่น นำสิ่งที่เป็ภูมิปัญญาท้องถิ่นมาให้นักเรียนได้เรียนรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.2 ข้อมูลพื้นฐานด้านการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยสัมภาษณ์ผู้รู้จำนวน 6 คน จากนั้นผู้วิจัยนำคำตอบที่ได้มาประมวลรวมความคิดเห็นกับข้อเสนอแนะที่เป็นรูปธรรมและปฏิบัติได้จริงในท้องถิ่น ปรากฏผลดังนี้

1) ข้อมูลพื้นฐานด้านการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักพบว่าชาวบ้านนิยมทำผลิตภัณฑ์ปลาหมักหลายชนิด และแต่ละชนิดมีวิธีการผลิตแตกต่างกันประมวลรวมได้ 3 สูตรโดยมีตัวแปรที่ต่างกันคือ ปริมาณเกลือ ปรากฏผลดังนี้

(1) วิธีการผลิตปลาร้า

ส่วนประกอบ

(1.1) ปลากระดี่ ปลาสร้อย หรือปลาเบญจพรรณ ที่ตัดหัวและเอาอวัยวะภายในออกหมดแล้ว 500 กรัม

(1.2) เกล็ดป่น 50 กรัม เพิ่มเป็น 100 กรัม และ 150 กรัม

(1.3) ข้าวคั่วโขลกละเอียด 50 กรัม

วิธีการ

นำปลาและเกล็ดคลุกให้เข้ากันแล้วบรรจุลงในไหหรือขวดโหลปิดฝาไว้ หมักไว้ 1 คืน หลังจากหมักครบ 1 คืนแล้วนำปลาออกมาคลุกข้าวคั่วให้เข้ากันบรรจุลงในไหหรือขวดโหลปิดฝาไว้หมักต่อไปอีก 6-12 เดือน นำมาบริโภคได้

(2) วิธีการผลิตปลาสาม

ส่วนประกอบ

(2.1) ปลาดูเพียน ปลาสร้อย หรือปลานิลที่ขอดเกล็ดเอาอวัยวะภายในออกหมดและบั้งลำตัวปลา 500 กรัม

(2.2) เกล็ดป่น 50 กรัม เพิ่มเป็น 100 กรัม และ 150 กรัม

(2.3) ข้าวสุก 50 กรัม

(2.4) กระเทียมสับละเอียด 50 กรัม

วิธีการ

นำปลาและส่วนประกอบทั้งหมดคลุกให้เข้ากัน แล้วบรรจุลงในไหหรือขวดโหล หมักไว้ประมาณ 5-7 วัน จึงนำมารับประทานได้

(3) วิธีการผลิตปลาจ่อม

ส่วนประกอบ

(3.1) ปลาชิว ปลาชิวแก้ว หรือปลาสร้อยที่เอาอวัยวะภายในและขอดเกล็ดออกหมดแล้ว 500 กรัม

(3.2) เกล็ดป่น 50 กรัม เพิ่มเป็น 100 กรัม และ 150 กรัม

(3.3) ข้าวสุก 50 กรัม

(3.4) กระเทียมสับละเอียด 50 กรัม

(3.5) ข้าวคั่วโขลกละเอียด 150 กรัม

วิธีการ

นำปลาและส่วนประกอบทั้งหมดคลุกให้เข้ากัน แล้วบรรจุลงในไหหรือขวดโหลปิดฝาไว้ หมักไว้ประมาณ 3-5 วัน จึงนำมารับประทานได้โดยใส่ตะไคร้ซอย ข่า พริกสด กระเทียม และมะเขือเหลือง

(4) วิธีการผลิตแหนมปลา

ส่วนประกอบ

(4.1) ปลาทราย ปลาชะโด ปลาช่อน หรือปลาเยือกที่ตัดหัว ขอดเกล็ด แล้วเป็น 2 ซีก และขูดเอาแต่เนื้อ 500 กรัม

(4.2) เกล็ดป่น 5 กรัม เพิ่มเป็น 10 กรัม และ 15 กรัม

(4.3) ข้าวสุก 50 กรัม

(4.4) กระเทียมสับละเอียด 50 กรัม

วิธีการ

นำปลาและส่วนประกอบทั้งหมดคลุกให้เข้ากัน แล้วนวดให้เหนียว บรรจุลงในขวดโหล หรือบรรจุลงในถุงพลาสติก หรือห่อด้วยใบตองมัดให้แน่น หมักไว้ประมาณ 2-3 วัน จึงนำมารับประทานได้ โดยมีเครื่องเคียง ได้แก่ ขิง พริกสด กระเทียม หอมแดง

2) ข้อมูลพื้นฐานด้านการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก จากการสัมภาษณ์ พบว่า ชาวบ้านมักใช้ประสาทสัมผัสตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยสรุปประมวลรวม ปรากฏผลดังตาราง 5

ตาราง 5 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมักชนิดต่างๆ

ที่ผู้บริโภคมารับในชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง

ชนิดของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
ปลาร้า	เหลวข้น	เหลืองอมน้ำตาล	หอมของน้ำปลาและข้าวคั่ว	เค็ม	นิ่มหนึ่ ไม่ฉีกขาด
ปลาต้ม	ตัวปลาสมบูรณ์ ข้าวสุกและ	ขาว	หอมของ กระเทียมและ กลิ่นของกรด	เค็มและเปรี้ยว	นิ่มเล็กน้อย
ปลาจ่อม	ตัวปลาสมบูรณ์ ข้าวสุกและ เล็กน้อย	เหลืองอมน้ำตาล	หอมของข้าวคั่ว และกลิ่นของกรด	เค็มและเปรี้ยว	นิ่ม
แหนมปลา	เป็นก้อนมีน้ำ เหนียวๆอยู่รอบ อาหาร	ขาว	หอมของ กระเทียมและ กลิ่นของกรด	เค็มเล็กน้อย และเปรี้ยว เล็กน้อย	เหนียวและ แน่นมีรูพรุน แทรกเล็กน้อย

จากตาราง 5 พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมักชนิดต่างๆ ที่ผู้บริโภคมารับในชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง มีดังนี้ ปลาร้า มีลักษณะปรากฏเหลวข้น สีเหลืองอมน้ำตาล กลิ่นหอมของน้ำปลาและข้าวคั่ว รสชาติเค็ม เนื้อสัมผัสนิ่มหนึ่ไม่ฉีกขาด ปลาต้ม มีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบูรณ์ข้าวสุกและสีขาว กลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่นของกรด รสชาติเค็มและเปรี้ยว เนื้อสัมผัสนิ่มเล็กน้อย ปลาจ่อม มีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบูรณ์ข้าวสุกและเล็กน้อย สีเหลืองอมน้ำตาล กลิ่นหอมของข้าวคั่วและกลิ่นของกรด รสชาติเค็มและเปรี้ยว เนื้อสัมผัสนิ่ม แหนมปลามีลักษณะปรากฏเป็นก้อนมีน้ำเหนียวๆอยู่รอบอาหาร สีขาว กลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่นของกรด เค็มเล็กน้อยและเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อสัมผัสเหนียวและแน่นมีรูพรุนแทรกเล็กน้อย

ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การวิจัยตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาวิธีการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ผลการทดลองปรากฏดังนี้

1. วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตมี 4 ชนิด ได้แก่ ปลาแร่ ปลาส้ม ปลาจ่อม และแหนมปลา แต่ละชนิดมีการหมักด้วยชนิดของเกลือ และปริมาณเกลือต่างกัน โดยแต่ละชนิดใช้ระยะเวลาหมักที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่เหมาะสม โดยตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตขึ้น ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส หลังจากหมักครบวันที่กำหนดของการทดลอง ใช้วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส ปรากฏผลดังตาราง 6-9

ตาราง 6 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแร่ หลังจากหมักครบประมาณ 21-28 วัน

ชนิดเกลือที่ใช้	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ลักษณะทางกายภาพ				
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
เกลือสินเธาว์	10	ค่อนข้าง	เหลือง	คาวปลา	เค็มเล็กน้อย	นุ่มเล็กน้อย
		เหลว	อม	ผสมกับกลิ่น		หนังไม่ฉีกขาด
			น้ำตาล	เค็มและหอม		
				ข้าวคั่ว		
	20	ค่อนข้าง	เหลือง	คาวปลา	เค็มปานกลาง	นุ่มเล็กน้อย
		เหลว	อม	ผสมกับกลิ่น		หนังไม่ฉีกขาด
			น้ำตาล	เค็มและหอม		
				ข้าวคั่ว		
	30	ค่อนข้าง	เหลือง	คาวปลา	เค็มมาก	นุ่มเล็กน้อย
		เหลว	อม	ผสมกับกลิ่น		หนังไม่ฉีกขาด
			น้ำตาล	เค็มและหอม		
				ข้าวคั่ว		
เกลือทะเล	10	ค่อนข้าง	เหลือง	คาวปลา	เค็มเล็กน้อย	ค่อนข้างแข็ง
		เหลว	อม	ผสมกับกลิ่น		หนังไม่ฉีกขาด
			น้ำตาล	เค็มและหอม		
				ข้าวคั่ว		

ตาราง 6 (ต่อ)

ชนิดเกลือ ที่ใช้	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ลักษณะทางกายภาพ				
		ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
เกลือทะเล	20	ค่อนข้าง	เหลือง	คาวปลา	เค็มปานกลาง	ค่อนข้างแข็ง
		เหลว	อม	ผสมกับกลิ่น		หนังไม่ฉีกขาด
			น้ำตาล	เค็มและหอม		
				ข้าวคั่ว		
เกลือทะเล	30	ค่อนข้าง	เหลือง	คาวปลา	เค็มมาก	ค่อนข้างแข็ง
		เหลว	อม	ผสมกับกลิ่น		หนังไม่ฉีกขาด
			น้ำตาล	เค็มและหอม		
				ข้าวคั่ว		

จากตาราง 6 ผลิตภัณฑ์ปลาร้าที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์และเกลือทะเลในปริมาณร้อยละ 10 , 20 , และ 30 โดยน้ำหนัก มีลักษณะปรากฏค่อนข้างเหลว สีเหลืองอมน้ำตาล กลิ่นคาวปลาผสมกับกลิ่นเค็มและหอมข้าวคั่ว รสชาติจะเค็มมากขึ้นตามลำดับของปริมาณเกลือที่เพิ่ม เนื้อสัมผัสนุ่มเล็กน้อยหนังไม่ฉีกขาดเมื่อใช้เกลือสินเธาว์ และเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็งหนังไม่ฉีกขาดเมื่อใช้เกลือทะเล

ตาราง 7 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสาม หลังจากหมักครบประมาณ 5-7 วัน

ชนิดเกลือ ที่ใช้	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ลักษณะทางกายภาพ				
		ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
เกลือ สินเธาว์	10	ตัวปลา	ขาว	หอม	เค็มเล็กน้อย	นุ่มและ
		สมบุรณ์		กระเทียม	และเปรี้ยว	
		ข้าวสุก		กลิ่นของ		
		และ		กรด		
	20	ตัวปลา	ขาว	หอม	เค็มปานกลาง	นุ่มและ
		สมบุรณ์		กระเทียม	และเปรี้ยว	
		ข้าวสุก		กลิ่นของ		
		และ		กรด		
	30	ตัวปลา	ขาว	หอม	เค็มมาก	นุ่มและ
		สมบุรณ์		กระเทียม	และเปรี้ยว	
		ข้าวสุก		กลิ่นของ		
		และ		กรด		
เกลือทะเล	10	ตัวปลา	ขาว	หอม	เค็มเล็กน้อย	นุ่มและ
		สมบุรณ์		กระเทียม	และเปรี้ยว	เล็กน้อย
		ข้าวสุก		กลิ่นของ		
		และ		กรด		
	20	ตัวปลา	ขาว	หอม	เค็มปานกลาง	นุ่มและ
		สมบุรณ์		กระเทียม	และเปรี้ยว	เล็กน้อย
		ข้าวสุก		กลิ่นของ		
		และ		กรด		
	30	ตัวปลา	ขาว	หอม	เค็มมาก	นุ่มและ
		สมบุรณ์		กระเทียม	และเปรี้ยว	เล็กน้อย
		ข้าวสุก		กลิ่นของ		
		และ		กรด		

จากตาราง 7 ผลิตภัณฑ์ปลาสามที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์และเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 10 , 20 , และ 30 โดยน้ำหนัก มีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบุรณ์ข้าวสุกและ สีขาว กลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่น

ของกรด รสชาติเค็มมากขึ้นตามลำดับของปริมาณเกลือที่เพิ่ม เปรี้ยว ส่วนเนื้อสัมผัสนุ่มและน้อยลงตามลำดับของปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้น

ตาราง 8 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาจ่อม หลังจากหมักครบประมาณ 3-5 วัน

ชนิดเกลือ ที่ใช้	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ลักษณะทางกายภาพ				
		ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
เกลือ สินเธาว์	10	ตัวปลา	น้ำตาล	หอมของ	เค็มเล็กน้อย	นุ่ม
		สมบุรณ์	อม	ข้าวคั่วและ	เปรี้ยว	
		ข้าวสุก	เหลือง	กลิ่นของกรด		
		และเล็ก น้อย				
	20	ตัวปลา	น้ำตาล	หอมของ	เค็มปานกลาง	นุ่ม
		สมบุรณ์	อม	ข้าวคั่วและ	เปรี้ยว	
		ข้าวสุก	เหลือง	กลิ่นของกรด		
		และเล็ก น้อย				
	30	ตัวปลา	น้ำตาล	หอมของ	เค็มมาก	นุ่ม
		สมบุรณ์	อม	ข้าวคั่วและ	เปรี้ยว	
		ข้าวสุก	เหลือง	กลิ่นของกรด		
		และเล็ก น้อย				
เกลือทะเล	10	ตัวปลา	น้ำตาล	หอมของ	เค็มเล็กน้อย	นุ่มเล็กน้อย
		สมบุรณ์	อม	ข้าวคั่วและ	เปรี้ยว	
		ข้าวสุก	เหลือง	กลิ่นของกรด		
		และเล็ก น้อย				
	20	ตัวปลา	น้ำตาล	หอมของ	เค็มปานกลาง	นุ่มเล็กน้อย
		สมบุรณ์	อม	ข้าวคั่วและ	เปรี้ยว	
		ข้าวสุก	เหลือง	กลิ่นของกรด		
		และเล็ก น้อย				

ตาราง 8 (ต่อ)

ชนิดเกลือ ที่ใช้	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ลักษณะทางกายภาพ				
		ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
เกลือทะเล	30	ตัวปลา	น้ำตาล	หอมของ	เค็มมาก	นิ่มเล็กน้อย
		สมบูรณ์	อม	ข้าวคั่วและ	เปรี้ยว	
		ข้าวสุก	เหลือง	กลิ่นของกรด		
		และเล็ก น้อย				

จากตาราง 8 ผลิตภัณฑ์ปลาจ่อมที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์และเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 10 , 20 , และ 30 โดยน้ำหนัก มีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบูรณ์ข้าวสุกและเล็กน้อย สีเหลืองอมน้ำตาล กลิ่นหอมของข้าวคั่วและกลิ่นของกรด รสชาติเค็มมากขึ้นตามลำดับของปริมาณเกลือที่เพิ่มและเปรี้ยว เนื้อสัมผัสนิ่มเมื่อใช้เกลือสินเธาว์และเนื้อสัมผัสนิ่มเล็กน้อยเมื่อใช้เกลือทะเล

ตาราง 9 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แฮมปลา หลังจากหมักครบประมาณ 2-3 วัน

ชนิดเกลือ ที่ใช้	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ลักษณะทางกายภาพ				
		ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
เกลือ สินเธาว์	1	ก้อน	ขาว	หอมของ	เค็มเล็กน้อย	เหนียวและ
				กระเทียม	เปรี้ยว	แน่นมีรูพรุน
				และกลิ่น ของกรด		แทรกเล็กน้อย
	2	ก้อน	ขาว	หอมของ	เค็มปานกลาง	เหนียวและ
				กระเทียม	เปรี้ยว	แน่นมีรูพรุน
				และกลิ่น ของกรด		แทรกเล็กน้อย
	3	ก้อน	ขาว	หอมของ	เค็มมาก	เหนียวและ
				กระเทียม	เปรี้ยว	แน่นมีรูพรุน
				และกลิ่น ของกรด		แทรกเล็กน้อย

ตาราง 9 (ต่อ)

ชนิดเกลือ ที่ใช้	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ลักษณะทางกายภาพ				
		ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
เกลือ ทะเล	1	ก้อน	ขาว	หอมของ กระเทียม และกลิ่น ของกรด	เค็มเล็กน้อย เปรี้ยว	เหนียวและ แน่นมีรูพรุน แทรกเล็กน้อย
	2	ก้อน	ขาว	หอมของ กระเทียม และกลิ่น ของกรด	เค็มปานกลาง เปรี้ยว	เหนียวและ แน่นมีรูพรุน แทรกเล็กน้อย
	3	ก้อน	ขาว	หอมของ กระเทียม และกลิ่น ของกรด	เค็มมาก เปรี้ยว	เหนียวและ แน่นมีรูพรุน แทรกเล็กน้อย

จากตาราง 9 ผลิตภัณฑ์หมักปลาที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์และเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 1 , 2 และ 3 โดยน้ำหนัก มีลักษณะปรากฏเป็นก้อน สีขาว กลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่นของกรด รสชาติเค็มมากขึ้นตามลำดับของปริมาณเกลือที่เพิ่มและเปรี้ยว เนื้อสัมผัสเหนียวและแน่นมีรูพรุนแทรกเล็กน้อย

2. การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตขึ้น โดยตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและทางจุลชีววิทยา หลังจากหมักครบวันที่กำหนดของการทดลอง ผลการทดลองปรากฏดังนี้

2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ใช้วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส ให้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกหัด 8 คน มาจากนิสิตปริญญาตรีและปริญญาโทคณะประมง โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือก ของสุธีรา ผ่องศรี (2540 : 127-128) ดังภาคผนวก ข ประเมินคุณภาพรวมเกี่ยวกับ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม โดยให้คะแนนผลิตภัณฑ์จาก 1-9 (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) กำหนดให้คะแนนต่ำกว่า 5 เป็นคะแนนที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 คะแนนเฉลี่ยความชอบในลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก หลังจากหมักครบ
วันกำหนดของการทดลอง

ผลิตภัณฑ์	ระยะ เวลา หมัก (วัน)	ชนิด เกลือ	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	คะแนนเฉลี่ยความชอบในลักษณะต่างๆ					
				สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อ สัมผัส	ความ ชอบ รวม	ค่า เฉลี่ย
ปลาร้า	21-28	เกลือ สินเธาว์	10	5.75	5.18	5.50	6.12	5.87	5.68
			20	6.00	6.31	6.43	5.87	6.56	6.23
			30	5.62	6.37	6.62	6.25	6.00	6.17
		เกลือ ทะเล	10	6.31	6.93	6.75	6.43	6.37	6.56
			20	5.87	6.87	6.56	7.37	6.68	6.67
			30	6.50	6.56	7.00	7.12	6.81	6.80
ปลาส้ม	5-7	เกลือ สินเธาว์	10	5.62	5.75	6.50	6.50	6.93	6.38
			20	6.31	4.93	5.25	6.75	6.50	5.95
			30	5.37	6.68	4.62	6.50	5.75	5.78
		เกลือ ทะเล	10	6.37	6.68	7.37	6.75	6.31	6.70
			20	6.81	7.00	4.62	6.68	6.00	6.22
			30	6.93	6.31	5.25	6.75	6.37	5.05
ปลาจ่อม	3-5	เกลือ สินเธาว์	10	6.50	7.37	7.0	5.87	6.62	6.67
			20	6.87	6.12	6.62	6.43	6.93	6.59
			30	6.68	6.18	5.25	6.87	6.25	6.25
		เกลือ ทะเล	10	5.87	7.00	6.12	5.62	5.87	6.10
			20	6.43	6.62	6.50	6.87	6.37	6.56
			30	5.87	5.93	5.62	6.62	6.37	6.01
แหนม ปลา	2-3	เกลือ สินเธาว์	1	5.75	6.37	6.12	5.62	5.87	5.95
			2	6.56	4.87	6.87	6.37	6.56	6.25
			3	6.50	5.62	7.12	5.87	6.75	6.37
		เกลือ ทะเล	1	4.62	5.50	5.00	5.75	5.50	5.27
			2	6.12	5.87	6.62	6.75	6.56	6.38
			3	5.18	6.43	6.37	6.25	6.50	6.15

จากตาราง 10 คะแนนเฉลี่ยในลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์และหมักด้วยเกลือทะเลมีค่าอยู่ในระหว่าง 5-6 ส่วนคะแนนเฉลี่ยความชอบในลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่หมักด้วยเกลือปริมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาหมักเกือบทุกชนิดมีค่าอยู่ในระหว่าง 6 ยกเว้นปลาร้าที่หมักเกลือสินเธาว์มีค่าอยู่ในระหว่าง 5 ผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่หมักด้วยเกลือปริมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาหมักเกือบทุกชนิดคะแนนเฉลี่ยความชอบในลักษณะต่างๆ มีค่าอยู่ในระหว่าง 6 ยกเว้นปลาซำที่หมักเกลือสินเธาว์มีค่าอยู่ในระหว่าง 5 และผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่หมักด้วยเกลือปริมาณร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาหมักเกือบทุกชนิดคะแนนเฉลี่ยความชอบในลักษณะต่างๆ มีค่าอยู่ในระหว่าง 6 ยกเว้นปลาซำที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์และเกลือทะเลมีค่าอยู่ในระหว่าง 5 สำหรับผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่หมักด้วยเกลือปริมาณร้อยละ 1, 2 และ 3 โดยน้ำหนัก มีค่าอยู่ในระหว่าง 6 เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่า คะแนนเฉลี่ยความชอบในลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดมีค่าอยู่ในระหว่าง 5-6 ผ่านเกณฑ์ประเมินคุณภาพรวม

2.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี โดยตรวจสอบลักษณะทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-เบส (pH) โปรตีน และกรดแลกติก ปรากฏผล ดังนี้

1) ตรวจสอบความเป็นกรด-เบส (pH) ด้วยเครื่องวัดพี เอช และกระดาษวัด พีเอช ปรากฏผลดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมักชนิดต่างๆ หลังจากหมักครบวันกำหนดของการทดลอง

ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	ระยะเวลาหมัก (วัน)	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ค่า pH-สีของกระดาษวัดพีเอช			
			เติมเกลือสินเธาว์		เติมเกลือทะเล	
			ค่า pH	สีกระดาษ	ค่า pH	สีกระดาษ
ปลาร้า	21-28	10	5.89	เหลือง	5.72	เหลือง
		20	6.24	เหลือง	6.03	เหลือง
		30	6.76	เหลือง	6.25	เหลือง
ปลาซำ	5-7	10	5.79	เหลือง	5.18	เหลือง
		20	6.14	เหลือง	5.94	เหลือง
		30	6.17	เหลือง	6.21	เหลือง
ปลาซอม	3-5	10	5.74	เหลือง	5.29	เหลือง
		20	6.33	เหลือง	5.79	เหลือง
		30	6.22	เหลือง	6.09	เหลือง
แหนมปลา	2-3	1	5.11	เหลือง	4.57	เหลือง
		2	4.90	เหลือง	4.77	เหลือง
		3	5.02	เหลือง	4.87	เหลือง

จากตาราง 11 ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดหลังจากหมักครบวันกำหนดของการทดลอง พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาร้า ปลาสาม และปลาจ่อม ค่า pH สูงขึ้นเมื่อใช้เกลือปริมาณมากขึ้น ยกเว้นแหนมปลาที่ใช้เกลือสินเธาว์ค่า pH สูงขึ้นเมื่อใช้เกลือปริมาณน้อยลง ยกเว้นปลาจ่อมที่ใช้เกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ค่า pH สูงกว่าปลาจ่อมที่ใช้เกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก และแหนมปลาที่ใช้เกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ค่า pH ต่ำกว่าแหนมปลาที่ใช้เกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก ส่วนผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดที่ใช้เกลือสินเธาว์ค่า pH สูงกว่าผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ใช้เกลือทะเล พิจารณาโดยรวมพบว่าค่า pH ของผลิตภัณฑ์ปลาร้า ปลาสาม และปลาจ่อมมีค่าระหว่าง 5-6 ส่วนผลิตภัณฑ์แหนมปลามีค่าระหว่าง 4-5 สำหรับการตรวจสอบโดยใช้กระดาษวัดพีเอช พบว่าเมื่อจุ่มกระดาษวัดพีเอช ลงในผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิด กระดาษพีเอชจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อเทียบกับแถบสีมาตรฐานมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5-6

2) การตรวจสอบโปรตีน ด้วยวิธีไบยูเรตซึ่งเป็นวิธีการทำปฏิกิริยาระหว่างสารที่มีพันธะเพปไทด์ตั้งแต่สองพันธะขึ้นไป เช่น โปรตีน พอลิเพปไทด์ จะให้สารประกอบเชิงซ้อนสีม่วงกับสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเจือจางที่มีฤทธิ์เป็นเบส ผลการทดลองพบว่า เมื่อนำผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตได้ทุกชนิดมาตรวจสอบด้วยปฏิกิริยาดังกล่าว จะเกิดสารสีม่วงและม่วงอมน้ำเงินภายในหลอดทดลอง แสดงว่า ผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ

3) การตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก (ศึกษากรณีปลาร้า) โดยวิธี เจริ์ดาล (Kjeldahl Method) ปรากฏผลดังตาราง 12

ตาราง 12 ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ปลาร้า หลังจากหมักครบประมาณ 21-28 วัน

ชนิดเกลือ	ปริมาณโปรตีน (%)		
	เกลือร้อยละ 10	เกลือร้อยละ 20	เกลือร้อยละ 30
เกลือสินเธาว์	15.50	14.60	10.10
เกลือทะเล	11.55	8.05	9.80

จากตาราง 12 ผลิตภัณฑ์ปลาร้าที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก พบว่า มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 15.50, 14.60 และ 10.10 ตามลำดับ ส่วนปลาร้าที่หมักด้วยเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก พบว่า มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 11.55, 8.05 และ 9.80 ตามลำดับ

4) การตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก (ศึกษากรณีปลาสาม และแหนมปลา) โดยวิธี AOAC (1995) ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ปริมาณกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก หลังจากหมักครบวันกำหนดการทดลอง

ผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาหมัก (วัน)	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณกรดแลคติก (%)	
			เติมเกลือสินเธาว์	เติมเกลือทะเล
ปลาส้ม	5-7	10	1.84	1.88
		20	0.68	0.44
		30	0.45	1.59
แหนมปลา	2-3	1	1.01	0.96
		2	0.92	0.94
		3	1.44	1.15

จากตาราง 13 ผลิตภัณฑ์ปลาส้มเมื่อหมักเกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก พบว่า มีปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 1.84, 0.68 และ 0.45 ตามลำดับ และเมื่อหมักเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก จะมีปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 1.88, 0.44 และ 1.59 ตามลำดับ สำหรับผลิตภัณฑ์แหนมปลาเมื่อหมักเกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 1, 2 และ 3 โดยน้ำหนัก มีปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 1.01, 0.92 และ 1.44 ตามลำดับ ส่วนที่หมักเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 1, 2 และ 3 โดยน้ำหนัก จะมีปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 0.96, 0.94 และ 1.15 ตามลำดับ

2.3 การตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก (ศึกษากรณีปลาส้ม) ได้แก่ การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแลคติก และจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติก ปรากฏผลดังนี้

- 1) การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลาส้ม ปรากฏผลดังตาราง 14
- 2) การตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียแลคติกของปลาส้ม ปรากฏผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการตรวจสอบทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาซั้ม

โดยตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณแบคทีเรียแลคติก

ชนิดของเกลือ	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ผลการตรวจสอบทางจุลชีววิทยา	
		ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โคโลนีต่อกรัม (CFU/g)	ปริมาณแบคทีเรียแลคติก โคโลนีต่อกรัม (CFU/g)
เกลือสินเธาว์	10	3.78×10^6	1.08×10^6
	20	3.42×10^6	0.64×10^4
	30	2.68×10^5	1.66×10^4
เกลือทะเล	10	$.38 \times 10^7$	3.52×10^6
	20	3.97×10^6	0.58×10^5
	30	1.72×10^6	0.58×10^6

จากตาราง 14 ผลิตภัณฑ์ปลาซั้มเมื่อหมักเกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.78×10^6 CFU/g , 3.42×10^6 CFU/g และ 2.68×10^5 CFU/g ตามลำดับ ปริมาณแบคทีเรียแลคติกเท่ากับ 1.08×10^6 CFU/g, 0.64×10^4 CFU/g, และ 1.66×10^4 CFU/g, ตามลำดับ ส่วนปลาซั้มที่หมักเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก จะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $.38 \times 10^7$ CFU/g, 3.97×10^6 CFU/g และ 1.72×10^6 CFU/g, ตามลำดับ ปริมาณแบคทีเรียแลคติกเท่ากับ 3.52×10^6 CFU/g, 0.58×10^5 CFU/g และ 0.58×10^6 CFU/g, ตามลำดับ

3) การจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาซั้มด้วยวิธีการตรวจสอบการติดสีแกรม ปรากฏผลดังตาราง 15

ตาราง 15 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมีบางประการของแบคทีเรียแลคติกที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาซั้ม

ชนิดเกลือ	ปริมาณเกลือ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ลักษณะรูปร่าง	แกรม
เกลือสินเธาว์	10	กลม	+
	20	กลม	+
	30	กลม	+
เกลือทะเล	10	ท่อนสั้น	+
	20	ท่อนสั้น	+
	30	ท่อนสั้น	+

จากตาราง 15 ผลิตภัณฑ์ปลาสามเมื่อนำมาจำแนกชนิดของโคลีนบริสุทธิ์จะพบแบคทีเรียแลคติกชนิดแกรมบวกทั้งหมด

ผู้วิจัยนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อให้นำผลการทดลองไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักในตอนี่ 3 ต่อไป

ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยตอนที่ 3 ผู้วิจัยนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ได้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 7 บทปฏิบัติการ แล้วนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ มีน้ำหนักคะแนนตั้งแต่ 1-5 ผู้วิจัยนำระดับการประเมินในแต่ละส่วนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและจัดระดับการประเมิน ตามค่าเฉลี่ยเป็น 4 ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ย	0.00 – 1.25	หมายถึง	ควรปรับปรุง
ค่าเฉลี่ย	1.26 – 2.50	หมายถึง	พอใช้
ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.75	หมายถึง	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.76 – 5.00	หมายถึง	ดีมาก

ค่าเฉลี่ยการประเมินของผู้เชี่ยวชาญปรากฏผลดังตาราง 16

ตาราง 16 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่	รายการประเมิน					
	ใบความรู้ประกอบ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์		บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์		เอกสารรายงานผล การทดลองและคำถามท้าย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับ การประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ การประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ การประเมิน
1	4.05	ดีมาก	4.35	ดีมาก	4.08	ดีมาก
2	3.93	ดีมาก	4.00	ดีมาก	4.20	ดีมาก
3	4.03	ดีมาก	4.26	ดีมาก	4.17	ดีมาก
4	4.25	ดีมาก	4.27	ดีมาก	4.09	ดีมาก
5	3.93	ดีมาก	4.47	ดีมาก	4.00	ดีมาก
6	4.05	ดีมาก	4.27	ดีมาก	4.06	ดีมาก
7	4.23	ดีมาก	4.50	ดีมาก	4.20	ดีมาก

จากตารางที่ 16 การประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 บทปฏิบัติการ แต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เอกสารรายงานการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 บทปฏิบัติการ และส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนของแต่ละบทปฏิบัติการ ได้รับการประเมินอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอน

ตอนที่ 4 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

การวิจัยตอนที่ 4 ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร เพื่อศึกษาดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
2. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

3. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

การวิเคราะห์ข้อมูลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำ
คะแนนแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มาเปรียบเทียบกับคะแนนทดสอบก่อนเรียนและ
หลังเรียนโดยใช้ t-test Dependent ปรากฏผลดังตาราง 17

ตาราง 17 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ของนักเรียนก่อนเรียน
และหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพ
ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	คะแนนสอบก่อนเรียน		คะแนนสอบหลังเรียน		t	p
	(N=30)		(N=30)			
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
1. การสังเกต	3.63	1.38	4.23	1.25	3.07**	.005
2. การวัด	4.27	1.11	4.73	1.20	2.73*	.011
3. การจำแนกประเภท	3.83	0.83	4.47	0.90	3.47**	.002
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา	3.13	0.90	3.70	0.95	3.80**	.001
5. การคำนวณ	4.43	1.41	5.27	0.94	5.22**	.000
6. การจัดกระทำและ สื่อความหมายข้อมูล	4.20	1.19	5.03	0.81	3.98**	.000
7. การลงความเห็นจากข้อมูล	3.83	1.46	4.70	0.99	3.21**	.003
8. การพยากรณ์	4.10	1.24	4.57	0.77	2.54*	.017
9. การตั้งสมมติฐาน	4.00	1.51	4.83	1.12	2.82**	.009
10. การทดลอง	3.83	1.15	4.50	1.11	3.08**	.004
รวม	39.27	6.58	46.03	5.31	13.86**	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 17 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้าน การสังเกต การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทดลอง คะแนนเฉลี่ย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ส่วนในด้านการวัด และการพยากรณ์คะแนน เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และโดยภาพรวมพบว่า คะแนนเฉลี่ย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ.01 แสดงว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ปลาหมึก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทั้งในด้านการสังเกต การวัด การจำแนก ประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดทำและสื่อความ หมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน และการทดลอง

2. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบ คุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมึก

การวิเคราะห์ข้อมูลเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำ คะแนนแบบสอบถามเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบ คุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมึก ที่ทำการทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของระดับความคิดเห็น แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็นซึ่งมี 3 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	1.00 – 2.33	หมายถึง	อยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	2.34 – 3.66	หมายถึง	อยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	3.67 – 5.00	หมายถึง	อยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและ การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมึก ในด้านความรู้สึกรักคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การแสดง ออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และการเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตาราง 18

ตาราง 18 ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ปลาหมึกในด้านต่างๆ

ความคิดเห็นที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	การแปลผล
1. ความรู้สึกรักคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3.97	อยู่ในระดับมาก
2. การแสดงออกต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์		
2.1 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	3.78	อยู่ในระดับมาก
2.2 การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.18	อยู่ในระดับมาก
ภาพรวม	3.98	อยู่ในระดับมาก

จากตาราง 18 ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาแยกระดับความคิดเห็นเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความรู้สึกรักคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และการเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับมาก แสดงว่า เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักอยู่ในระดับมาก

3. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำการประเมินหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ในแต่ละบทปฏิบัติการทั้ง 7 บท โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทาง วิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 อันดับ มีน้ำหนักคะแนนตั้งแต่ 1-3 และแยกการประเมิน เป็น 3 ลักษณะ คือ การเขียนรายงาน การรายงานด้วยวาจา และแฟ้มสะสมงาน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์แล้วคิดเป็นร้อยละ

ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ในด้านการเขียนรายงาน การรายงานด้วยวาจา และแฟ้มสะสมงาน ปรากฏผลดังตาราง 19

ตาราง 19 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วย
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$			รวม	คิดเป็น ร้อยละ
	ลักษณะการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์				
	การเขียนรายงาน	การรายงานด้วยวาจา	แฟ้มสะสมงาน		
1	2.55	2.52	2.52	2.53	84.33
2	2.55	2.55	2.68	2.60	86.67
3	2.67	2.67	2.57	2.63	87.67
4	2.67	2.67	2.69	2.68	89.33
5	2.67	2.60	2.57	2.61	87.00
6	2.67	2.81	2.57	2.68	89.33
7	2.86	2.64	2.70	2.73	91.00
ภาพรวม	2.66	2.64	2.61	2.64	87.90

จากตาราง 19 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักทั้ง 7 บทปฏิบัติการ เมื่อคิดค่าเฉลี่ยของคะแนนเป็นร้อยละ พบว่าทุกบทปฏิบัติการนักเรียนมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 80 กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนร้อยละ 84.33, 86.67, 87.67, 89.33, 87.00, 89.33 และ 91.00 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยรวมทุกบทปฏิบัติการนักเรียนมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 87.90

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก จากการสำรวจข้อมูลพื้นฐานและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถสรุปสาระสำคัญ และผลการวิจัย ได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและสำรวจวิธีการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักของชาวบ้านบริเวณลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร
2. เพื่อพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
3. เพื่อศึกษาผลของการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อผลการเรียนรู้ด้าน
 - 3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานไว้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 80

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า 4 ตอน แต่ละตอน ดำเนินการโดยสรุปดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

- 1) เก็บข้อมูลพื้นฐานเชิงบริบท โดยใช้แบบสอบถามที่มีการสัมภาษณ์ประกอบเป็นเครื่องมือในการสำรวจความคิดเห็นจากผู้จำนวน 29 คน ของชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร เขตพื้นที่อำเภอเมือง

อำเภอตอนตาล และอำเภอห้วยใหญ่ ซึ่งประเด็นหลักที่ต้องการเก็บข้อมูลคือ ความคิดเห็นกับข้อเสนอแนะที่เป็นรูปธรรมและปฏิบัติได้จริงในท้องถิ่น

2) เก็บข้อมูลพื้นฐานด้านการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยการสัมภาษณ์ ผู้รู้ จำนวน 6 คน ของชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร เขตพื้นที่อำเภอเมือง อำเภอตอนตาล และอำเภอห้วยใหญ่ ซึ่งประเด็นหลักที่ต้องการเก็บข้อมูลคือ ความคิดเห็นกับข้อเสนอแนะที่เป็นรูปธรรมและปฏิบัติได้จริงในท้องถิ่น

ในการเก็บข้อมูลผู้วิจัยเดินทางไปพบผู้เป็นรายบุคคล เพื่อทำการสัมภาษณ์และให้แบบสอบถามที่มีการสัมภาษณ์ประกอบ และนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

วิทยาศาสตร์เพื่อผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก และนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตมี 4 ชนิด คือ ปลาว่า ปลาส้ม ปลาจ่อม และแหนมปลา การหมักแยกใช้เกลือสินเธาว์และเกลือทะเลในอัตราส่วนปลา : เกลือ เป็น 10 : 1, 10 : 2 และ 10 : 3 โดยน้ำหนัก ยกเว้นแหนมปลาใช้อัตราส่วนปลา : เกลือ เป็น 10 : 0.1, 10 : 0.2 และ 10 : 0.3 โดยน้ำหนัก ส่วนคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ทำการตรวจสอบคือ ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) โปรตีน และกรดแลคติก ตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแลคติก และจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติก

ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นำผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาพัฒนาเป็น บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยพัฒนาและสร้างเครื่องมือ 2 ชุด ดังนี้

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก จำนวน 7 บทปฏิบัติการ

2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก สำหรับใช้เป็นแนวทางในการเรียนการสอน

ตอนที่ 4 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหารที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 7 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 335 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหารที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 30 คน ได้มาจากการลงทะเบียนเรียนวิชาเลือกเสรีวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้วัดการเรียนรู้ของนักเรียนมีดังนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ

2. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก จำนวน 30 ข้อ

3. แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แบบ

การดำเนินการทดลอง

1. ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย

2. ทำการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำผลมาตรวจให้คะแนนเพื่อใช้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน

3. ดำเนินการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ใช้เวลาสอนจำนวน 18 คาบ uly 50 นาที และเก็บข้อมูลความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์หลังจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสร็จสิ้นในแต่ละบทปฏิบัติการ

4. เมื่อนักเรียนเรียนครบทุกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

6. นำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และจากการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ยเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. พัฒนาเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หาความเที่ยงของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

1.2 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร KR-20

1.4 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

2. ทดสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test dependent

2.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	1.00 – 2.33	หมายถึง	อยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	2.34 – 3.66	หมายถึง	อยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	3.67 – 5.00	หมายถึง	อยู่ในระดับมาก

2.3 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาคิดเป็นร้อยละ

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้กระทำโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ดำเนินการศึกษาค้นคว้าแบ่งเป็น 4 ตอน สรุปได้ดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

จากผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานเชิงบริบท และด้านการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ของชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร เขตพื้นที่ 3 อำเภอ ได้ข้อมูลตามความต้องการและตามความเป็นจริง ประมวลรวมสรุปได้ดังนี้

1) สภาพบริบทของชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร เขตพื้นที่ 3 อำเภอ

ชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง เป็นชุมชนขนาดใหญ่ มีคนไทยอาศัยอยู่เป็นส่วนใหญ่สืบเชื้อสายมาจากคนที่อพยพมาหรือถูกกวาดต้อนมาในรัชกาลที่ 3 ลักษณะการตั้งบ้านเรือนของชาวบ้านจะตั้งเรียงรายไปตามริมฝั่งแม่น้ำโขง มีบางส่วนที่ตั้งเรียงรายอยู่ตามเส้นทางถนนลูกรังที่เชื่อมต่อถนนลาดยางซึ่งติดต่อกันระหว่างอำเภอเมือง อำเภอดอนตาล และอำเภอกุดข้าวปุ้น อาชีพหลักของชาวบ้านคือการทำนาและทำเกษตรกรรมในช่วงหลังฤดูเก็บเกี่ยว ขณะเดียวกันก็ทำการประมงไปด้วย โดยเฉพาะทำประมงในแหล่งน้ำธรรมชาติมากที่สุด นอกนั้นก็ทำการประมงบ่อเลี้ยง ร่องสวน และกระชัง ทำให้มีปริมาณสัตว์น้ำเพียงพอสามารถนำมาบริโภคสด จำหน่ายเป็นรายได้และยังเหลือพอสำหรับการแปรรูปและถนอมอาหารเก็บไว้ใช้ได้นานๆ ในฤดูกาลที่ขาดแคลน ตลอดจนสามารถผลิตและพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวอีกทางหนึ่งด้วย นอกจากนี้ชาวบ้านส่วนหนึ่งมีการประกอบอาชีพค้าขาย เนื่องจากมีเส้นทางคมนาคมสะดวก ติดต่อกับประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) ส่งผลให้ชาวบ้านมีรายได้เพิ่มขึ้นการครองชีพของชาวบ้านจึงดีขึ้นตามลำดับ ด้วยแนวคิดและการปฏิบัติเป็นไปตามสังคมและวัฒนธรรมของตนเอง และพยายามปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกโดยดำรงไว้ซึ่งวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นของตน อาทิ เช่น รูปแบบการดำเนินชีวิตเป็นแบบชาวอีสาน มีลักษณะด้านภาษา หัตถกรรม พิธีกรรม โสภณกรรม จารีตประเพณี เกษตรกรรม อาหาร การละเล่น และดนตรี ซึ่งแสดงออกถึงภูมิปัญญาของชาวบ้าน

ในปัจจุบันชาวบ้านมีความสนใจในเรื่องของภูมิปัญญาท้องถิ่นในแง่เศรษฐกิจ การประกอบอาชีพ และเทคโนโลยีพื้นบ้าน ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีความสัมพันธ์กับสภาพบริบทของชุมชนลุ่มแม่น้ำโขงอย่างหนึ่งที่ยังมีการสืบทอดให้คนรุ่นหลัง ได้แก่ การทำปลาหมัก เช่น การทำปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อม และแหนมปลา เป็นต้น

2) การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักจากการสัมภาษณ์ผู้รู้ในชุมชนเกี่ยวกับวิธีการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ได้ข้อมูลที่คล้ายกัน สรุปดังนี้

2.1 วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักแต่ละชนิดมีหลายวิธี หลายสูตรแตกต่างกันออกไป แต่ที่นิยมทำและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพผู้บริโภคยอมรับได้ มีดังนี้

1) วิธีการผลิตปลาร้า ใช้สูตร ดังนี้

ปลา : เกลือ : ข้าวคั่ว เป็น 10 : (1,2,3) : 1 โดยน้ำหนัก หมักไว้ประมาณ 6-12 เดือน

2) วิธีการผลิตปลาสาม ใช้สูตร

ปลา : เกลือ : ข้าวสุก : กระเทียม เป็น 10 : (1,2,3) : 1 : 1 โดยน้ำหนัก หมักไว้ประมาณ

5-7 วัน

3) วิธีการผลิตปลาจ่อม ใช้สูตร

ปลา : เกลือ : ข้าวสุก : กระเทียม : ข้าวคั่ว เป็น 10 : (1,2,3) : 3 : 1 : 3 โดยน้ำหนัก หมัก

ไว้ประมาณ 3-5 วัน

4) วิธีการผลิตแหนมปลา ใช้สูตร

ปลา : เกลือ : ข้าวสุก : กระเทียม เป็น 10 : (0.1,0.2,0.3) : 1 : 0.3 โดยน้ำหนัก หมักไว้

ประมาณ 2-3 วัน

2.2 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักแต่ละชนิด โดยทั่วไปจะใช้ประสาทสัมผัสสังเกตลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ลักษณะทางกายภาพที่ผู้บริโภคยอมรับได้ มีดังนี้

- ปลาร้า มีลักษณะปรากฏเหลวข้น สีเหลืองอมน้ำตาล กลิ่นหอมของน้ำปลาและข้าวคั่ว รสชาติเค็ม และเนื้อสัมผัสเหนียวไม่ฉีกขาด

- ปลาสาม มีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบูรณ์ข้าวสุกและ สีขาว กลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่นของกรด เค็มและเปรี้ยว เนื้อสัมผัสเหนียวเล็กน้อย

- ปลาจ่อม มีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบูรณ์ข้าวสุกและเล็กน้อย สีเหลืองอมน้ำตาล กลิ่นหอมของข้าวคั่วและกลิ่นของกรด เค็มและเปรี้ยว เนื้อสัมผัสเหนียว

- แหนมปลา มีลักษณะปรากฏมีน้ำเหนียวอยู่รอบอาหาร สีขาว กลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่นของกรด เค็มและเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อสัมผัสเหนียวและแน่นมีรูพรุนแทรกเล็กน้อย

ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษา ดังนี้

1. วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่เหมาะสม โดยตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตขึ้น ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส หลังจากหมักครบวันกำหนดของการทดลอง ผลการทดลองพบว่า

1.1 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาร้าที่หมักครบประมาณ 21-28 วัน หมักโดยใช้เกลือสินเธาว์และเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก มีลักษณะปรากฏค่อนข้างเหลว สีเหลืองอมน้ำตาล กลิ่นคาวปลาผสมกับกลิ่นเค็มและหอมข้าวคั่ว รสชาติเค็มมากขึ้นตามลำดับของปริมาณเกลือที่เพิ่ม เนื้อสัมผัสนุ่มเล็กน้อยหนึ่ไม่ฉีกขาดเมื่อใช้เกลือสินเธาว์ และเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็งหนึ่ไม่ฉีกขาดเมื่อใช้เกลือทะเล

1.2 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาส้มที่หมักครบประมาณ 5-7 วัน และหมักโดยใช้เกลือสินเธาว์และเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 10, 20, และ 30 โดยน้ำหนัก มีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบูรณ์ ข้าวสุกและ สีขาว กลิ่นของหอมกระเทียมและกลิ่นของกรด รสชาติเค็มมากขึ้นตามลำดับของปริมาณเกลือที่เพิ่ม และเปรี้ยว ส่วนเนื้อสัมผัสนุ่มและน้อยลงตามลำดับของปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้น

1.3 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาจ่อมที่หมักครบประมาณ 3-5 วัน และหมักโดยใช้เกลือสินเธาว์และเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 10, 20, และ 30 โดยน้ำหนัก มีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบูรณ์ ข้าวสุกและเล็กน้อย สีเหลืองอมน้ำตาล กลิ่นหอมของข้าวคั่วและกลิ่นของกรด รสชาติเค็มมากขึ้นตามลำดับของปริมาณเกลือที่เพิ่ม และเปรี้ยว เนื้อสัมผัสนุ่มเมื่อใช้เกลือสินเธาว์ และเนื้อสัมผัสนุ่มเล็กน้อยเมื่อใช้เกลือทะเล

1.4 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่หมักครบประมาณ 2-3 วัน และหมักโดยใช้เกลือสินเธาว์และเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 1, 2, และ 3 โดยน้ำหนัก มีลักษณะปรากฏเป็นก้อน สีขาว กลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่นของกรด รสชาติเค็มมากขึ้นตามลำดับของปริมาณเกลือที่เพิ่มและเปรี้ยว ส่วนเนื้อสัมผัสเหนียวและแน่นมีรูพรุนแทรกเล็กน้อย

2. การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตขึ้น 4 ชนิด คือ ปลาร้า ปลาส้ม ปลาจ่อม และแหนมปลา หลังจากหมักครบวันกำหนดของการทดลอง ผลการทดลองพบว่า

2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบจำนวน 8 คนที่ผ่านการคัดเลือกตามเกณฑ์ ดังภาคผนวก ข ประเมินคุณภาพรวมในลักษณะต่างๆ ให้คะแนนความชอบตามเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า คะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิด ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบระหว่าง 4-7 เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดที่ใช้เกลือสินเธาว์และใช้เกลือทะเลได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบทุกคุณลักษณะระหว่าง 5-6 อยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้คืออยู่ในระดับชอบเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบในทุกคุณลักษณะสูงที่สุด คือ ระหว่าง 6 ได้แก่ ปลาร้า ปลาส้ม แหนมปลาโดยหมักด้วยเกลือทะเลปริมาณร้อยละ 30, 10 และ 2 โดยน้ำหนักตามลำดับ และปลาจ่อมที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบในทุกคุณลักษณะสูงที่สุดคือปลาจ่อมที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

2.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-เบส (pH) การตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน วิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติก และการมีโปรตีน ผลการทดลองพบว่า

1) การตรวจสอบความเป็นกรด-เบส (pH) ด้วยเครื่องวัดพี เอช (pH meter) และกระดาษวัด พีเอช พบว่า ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมักเกือบทุกชนิดมีค่าสูงขึ้นเมื่อใช้เกลือแต่ละชนิดในปริมาณมากขึ้น และยกเว้นแหนมปลาที่ใช้เกลือสินเธาว์ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) สูงขึ้น

เมื่อใช้เกลือปริมาณน้อยลง ยกเว้น ปลาจ่อม ที่ใช้เกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนักค่าความเป็นกรด-เบส (pH) สูงกว่าปลาจ่อมที่ใช้เกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก แหนมปลาที่ใช้เกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ต่ำกว่าแหนมปลาที่ใช้เกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก ส่วนผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดที่ใช้เกลือสินเธาว์ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) สูงกว่าผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ใช้เกลือทะเล เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่า ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของผลิตภัณฑ์ปลาร้า ปลาสาม และปลาจ่อม มีค่าระหว่าง 5-6 ส่วนผลิตภัณฑ์แหนมปลามีค่าระหว่าง 4-5 แสดงว่า ผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดมีสมบัติเป็นกรด

2) การตรวจสอบโปรตีน ด้วยวิธีการทำปฏิกิริยาระหว่างสารที่มีพันธะเพปไทด์ ตั้งแต่สองพันธะขึ้นไป เช่น โปรตีน พอลิเพปไทด์ จะให้สารประกอบเชิงซ้อนสีม่วง กับสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเจือจางที่มีฤทธิ์เป็นเบส ผลการทดลองพบว่า การตรวจสอบการมีโปรตีนในผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดจะเกิดสารสีม่วงอมน้ำเงินขึ้น แสดงว่า ในผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ

3) การตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของปลาร้าด้วยวิธีเจลดาล (Kjeldahl Method) เป็นวิธีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของสาร พบว่า จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของปลาร้าทุกตัวอย่างคำนวณหาปริมาณโปรตีนได้ แสดงว่า ในผลิตภัณฑ์ปลาร้าทุกตัวอย่างมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ แต่มีปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของเกลือ

4) การตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกของปลาสามและแหนมปลา โดยวิธี AOAC (1995) ผลจากการทดลองพบว่า ปริมาณกรดแลคติกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปลาสามและแหนมปลาจะมีปริมาณแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของเกลือ กล่าวคือ ปริมาณกรดแลคติกมีแนวโน้มลดลงเมื่อเติมเกลือมากขึ้น และปริมาณกรดแลคติกจะมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างหมักด้วยเกลือสินเธาว์กับเกลือทะเล

2.3 การตรวจคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาสามโดยตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณกรดแลคติก และจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติก ซึ่งผลการตรวจสอบพบว่า

1) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลาสามที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์และเกลือทะเลปริมาณเกลือร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก ระยะเวลาหมักประมาณ 5-7 วัน พบว่า ใกล้เคียงกันกล่าวคือ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจะลดลงเมื่อเติมเกลือเพิ่มขึ้น

2) ปริมาณแบคทีเรียแลคติกของปลาสามที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์และเกลือทะเลปริมาณเกลือร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก ระยะเวลาหมักประมาณ 5-7 วัน พบว่า ให้ผลที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ปริมาณแบคทีเรียแลคติกมีมากเมื่อหมักเกลือปริมาณร้อยละ 10 แต่เมื่อเติมเกลือเพิ่มขึ้นปริมาณแบคทีเรีย แลคติกจะลดลง

3) จำแนกชนิดของแบคทีเรียของปลาสามที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์และเกลือทะเล ปริมาณ เกลือร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก ระยะเวลาหมักประมาณ 5-7 วัน พบว่า แบคทีเรียแลคติกชนิดที่พบในปลาสาม เป็นชนิดแกรมบวก

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎีที่ได้ศึกษาค้นคว้า สามารถนำผลการทดลองไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในตอนที่ 3 ได้

ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์

ปลาหมักครั้งนี้ ได้นำผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย มาพัฒนาได้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 7 บทปฏิบัติการ แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ทั้ง 7 บทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้สำหรับสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการประเมินพบว่า ค่าเฉลี่ยผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 บทปฏิบัติการอยู่ในระดับดีมาก

กล่าวสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 4 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนเพื่อศึกษา

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ($p = .000$) เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ที่วัด ทั้งด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทดลอง คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ส่วนในด้านการวัดและการพยากรณ์ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก อยู่ในระดับมาก เมื่อแยกระดับความคิดเห็นของนักเรียนเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และการเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก อยู่ในระดับมาก

3. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกบทปฏิบัติการสูงกว่าร้อยละ 80 กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.33, 86.67, 87.67, 89.33, 87.00, 89.33 และ 91.00 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยรวมทุกบทปฏิบัติการ นักเรียนมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 87.90

อภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งการศึกษาค้นคว้าออกเป็น 4 ตอน การอภิปรายผลจัดกระทำตามลำดับการดำเนินการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

ในการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน ผู้วิจัยทำการสำรวจ 2 ด้าน คือ

1. การสำรวจข้อมูลเชิงบริบท ผู้วิจัยได้สำรวจ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยรวมของสภาพทางภูมิศาสตร์ ประชากร เศรษฐกิจและสังคมของชุมชนลุ่มแม่น้ำโขง พบว่า จากการตอบแบบสอบถามที่มีการสัมภาษณ์ประกอบของผู้รู้ จำนวน 29 คน ได้ข้อมูลเป็นไปตามความต้องการและตามความเป็นจริง สามารถนำมาพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้เป็นอย่างดี เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ

1) ผู้วิจัยใช้วิธีการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง ได้อธิบายให้เข้าใจถึงจุดประสงค์ของการสัมภาษณ์ และเน้นให้เห็นความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการวิจัย ทำให้เกิดความเข้าใจระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ถูกสัมภาษณ์

2) ข้อมูลที่สัมภาษณ์เป็นเรื่องที่ผู้ถูกสัมภาษณ์มีความรู้ความเข้าใจดีมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผู้ถูกสัมภาษณ์ ทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เต็มใจและกระตือรือร้น ที่จะให้ความร่วมมือในการให้สัมภาษณ์

3) ผู้วิจัยมีภูมิสำเนาอยู่ในพื้นที่ที่ทำการสำรวจ จึงมีความชำนาญการเส้นทางที่ไปสัมภาษณ์ ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วตรงเวลาไม่ทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์กังวลใจเกี่ยวกับด้านเวลา จึงทำให้ได้ข้อมูลที่ตรงตามความเป็นจริง

4) ก่อนจะไปสัมภาษณ์ผู้วิจัยมีการนัดหมายล่วงหน้าตามความสะดวกของผู้ถูกสัมภาษณ์ และให้อิสระในทางความคิดไม่เร่งรัดคำตอบ

2. การสำรวจข้อมูลด้านการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยรวมของวิธีการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เพื่อนำมาพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก พบว่า จากการสัมภาษณ์ผู้รู้ จำนวน 6 คน ได้ข้อมูลสมบูรณ์ชัดเจน ตรงตามความต้องการและตามสภาพความเป็นจริง สามารถนำมาพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้เป็นอย่างดี เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ

1) ผู้วิจัยมีภูมิสำเนาอยู่ในพื้นที่ที่ทำการสำรวจ ทำให้มีความพร้อมและสะดวกในการไปสัมภาษณ์ผู้รู้ด้วยตนเอง จึงมีโอกาสดำเนินการถึงวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์และเน้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เห็นความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการวิจัยที่จะส่งผลต่อระบบการศึกษาทุกระดับ ทำให้เกิดความเข้าใจระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ถูกสัมภาษณ์ ผลจากการสัมภาษณ์จึงได้ข้อมูลที่ตรงตามความเป็นจริง

2) ในการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ในเรื่องที่ผู้ถูกสัมภาษณ์มีความรู้ ความเข้าใจดี ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผู้ถูกสัมภาษณ์ทั้งส่วนตนและส่วนรวม ทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เต็มใจและมีความกระตือรือร้นที่จะให้ความร่วมมือในการให้สัมภาษณ์เป็นอย่างดี ข้อมูลที่ได้จึงเป็นไปตามความต้องการและถูกต้องตามความเป็นจริง

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ได้ข้อมูลมากมายและหลากหลาย โดยประมวลได้ว่า ประชาชนส่วนมากมีอาชีพทำนา การเกษตร การประมง และส่วนใหญ่ยังใช้ภูมิปัญญาและเทคโนโลยีท้องถิ่นในการดำเนินชีวิตอยู่ตามปัจจัยสี่ อาจมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงบ้างในทางที่ทันสมัยขึ้น และบางครั้งก็มีการผสมผสานระหว่างของใหม่กับของเก่าเพื่อประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น ซึ่งสอดคล้องกับ วีระพงษ์ แสง-ชูโต (2544 : 32) ที่กล่าวว่า ปัจจุบันการดำรงชีวิตของคนเราจะพบว่ามีเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้มากมายโดยเฉพาะผู้คนในเมืองใหญ่ๆ แต่ในชนบทและหมู่บ้านที่ห่างไกลออกไปผู้คนหรือชาวบ้านยังมีการดำรงชีวิตส่วนใหญ่เหมือนสมัยดั้งเดิม ยังมีการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นและเทคโนโลยีพื้นบ้านอยู่มาก และชาวบ้านยังมีความต้องการได้รับความรู้ต่างๆจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนทุกระบบให้มีเนื้อหาที่สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และมีอยู่ในท้องถิ่นมีความสัมพันธ์กับภูมิปัญญาชาวบ้านสอดคล้องกับข้อสรุปผลการดำเนินงานพัฒนาชุมชนจังหวัดมุกดาหาร (2543 : 16) กล่าวถึง กรอบความคิดการดำเนินงานโครงการขยายผลเศรษฐกิจชุมชนพึ่งตนเองจังหวัดมุกดาหาร โดยมีโครงการฝึกอบรมแปรรูปผลิตภัณฑ์กรณีเกี่ยวกับการแปรรูปอาหารพื้นเมืองซึ่งมี วัตถุประสงค์เพียงพอ เช่น การทำหน่อไม้ มะม่วงดอง ผักพื้นบ้านดอง ปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อม และแหนมต่างๆ

จากการสำรวจของผู้วิจัย อาจกล่าวได้ว่า การสำรวจข้อมูลพื้นฐานเชิงบริบทและการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักในครั้งนี้ ได้ข้อมูลตรงตามความต้องการ และตรงตามความเป็นจริงสามารถนำมาพัฒนาทบทวนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้เป็นอย่างดี

ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยทำการผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มี 4 ชนิด ได้แก่ ปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อมและแหนมปลา อาศัยข้อมูลจากการสำรวจข้อมูลพื้นฐานผลการทดลองพบว่า

1. วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่เหมาะสม มีดังนี้

1.1 วิธีเหมาะสมสำหรับการหมักปลาร้า ใช้เกลือทะเลปริมาณร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก และระยะเวลาหมักประมาณ 21-28 วัน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด ซึ่งมีลักษณะปรากฏก่อนข้างเหลว สีเหลืองอมน้ำตาล กลิ่นคาวปลาผสมกับกลิ่นเค็มและหอมข้าวคั่ว รสชาติเค็มมาก เนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็งหนึ่ไม่ฉีกขาด สอดคล้องกับอำนาจ ยอดแสง (2544 : 20) และจิรวัดณ์ เจริญอารีย์ (2533 : 6) ที่กล่าวว่า ปลาร้าข้าวคั่วมีลักษณะเปียกค่อนข้างเหลวบางชนิดค่อนข้างแห้ง ตัวปลานิ่มเนื้ออ่อนนุ่มผสมอยู่กับข้าวคั่วป่น สีน้ำตาลออกเหลืองมีกลิ่นข้าวคั่ว และระยะเวลาการหมักยิ่งนานจะทำให้กลิ่นรสของปลาร้าดีขึ้น

1.2 วิธีเหมาะสมสำหรับการหมักปลาสาม ใช้เกลือทะเลปริมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และระยะเวลาหมักประมาณ 5-7 วัน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด ซึ่งมีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบูรณ์ขาวสุกใส สีขาว กลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่นของกรด รสชาติเค็มเล็กน้อยและเปรี้ยว เนื้อสัมผัสนิ่มและ สอดคล้องกับนาถสุตา วิทวงศ์ (2522 : 95-96) วรณวิบูลย์ กาญจนกฤษ (2529 : 159) และมัทนา แสงจินดาวงศ์ (2538 : 27) ที่กล่าวว่า ปลาสามหมักไว้ประมาณ 7 วัน จะมีรสเปรี้ยวกลิ่นหอม รสเค็ม หวานเล็กน้อยใช้รับประทานได้ และลักษณะของผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านกระบวนการหมักแล้ว ยังคงอยู่ในสภาพเกือบเหมือนเดิมไม่ถูกย่อยจนและเป็นน้ำ

1.3 วิธีเหมาะสมสำหรับการหมักปลาจ่อม ใช้เกลือสินเธาว์ปริมาณร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก และระยะเวลาหมักประมาณ 3-5 วัน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด ซึ่งมีลักษณะปรากฏตัวปลาสมบูรณ์ขาวสุกและเล็กน้อย สีเหลืองอมน้ำตาล กลิ่นหอมของข้าวคั่ว รสชาติเค็มมากและเปรี้ยว เนื้อสัมผัสนุ่ม สอดคล้องกับวรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร (2529 : 159) ที่กล่าวว่า ปลาจ่อมหมักไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 3 วัน จะมีรสเปรี้ยวนำมารับประทานได้ สอดคล้องกับมัทนา แสงจินดาวงษ์ (2538 : 27) และลูกจันทร์ ภักษ์พันธุ์ (2524) ที่กล่าวว่า ลักษณะผลิตภัณฑ์ปลาจ่อมในขั้นสุดท้ายหลังจากผ่านกระบวนการหมักแล้ว ยังคงอยู่ในสภาพเกือบเหมือนเดิมไม่ถูกย่อยจนและเป็นน้ำ มีกลิ่นหอมของข้าวคั่วและกลิ่นของกรด

1.4 วิธีเหมาะสมสำหรับการหมักแหนมปลา ใช้เกลือทะเลปริมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก และระยะเวลาหมักประมาณ 2-3 วัน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดซึ่งมีลักษณะปรากฏเป็นก้อนสีขาว กลิ่นหอมของกระเทียม รสชาติเค็มปานกลางและเปรี้ยว เนื้อสัมผัสเหนียวและแน่นมีรูพรุนแทรกเล็กน้อย สอดคล้องกับบุษกร อุตริชาติและมาณี แก้วชนิด (2542 : 10) และนางสุตา วิตวงศ์ (2522 : 125-126) ที่กล่าวว่า สัมผัส (แหนมปลา) ในวันที่รับประทานได้จะมีรสเปรี้ยวคล้ายกับแหนม มีสีขาว เนื้อแน่นและเหนียว กลิ่นหอมของกรดระเหย

เมื่อผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้แล้วจึงนำมาตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธีต่างๆตามที่กำหนดไว้ต่อไป

2. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ดังนี้

2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยวิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพรวมเกี่ยวกับ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมทุกคุณลักษณะระหว่าง 5-6 อยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ คือ มีระดับความชอบเฉยๆถึงชอบ เล็กน้อย

2.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี โดยใช้เครื่องวัดพี เอช และกระดาษวัดพีเอช วัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ใช้วิธีไบยูเรตตรวจสอบโปรตีน วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน และวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกด้วยวิธีของ AOAC (1995) พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาร้า ปลาสามและปลาจ่อม มีค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ระหว่าง 5-6 ผลิตภัณฑ์แหนมปลามีค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ระหว่าง 4-5 สอดคล้องกับ อุดมสุนทรวิภาต และอารี วาณิช (2515) ที่ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของปลาร้าระหว่างการหมัก พบว่า ค่า pH ของปลาร้าในระหว่าง 10 สัปดาห์ จะมีค่าไม่คงที่บางครั้งจะเพิ่มบางครั้งจะลดลง แต่ปลาร้าที่มีคุณภาพดีจะมีค่า pH ประมาณ 6.3 หรือต่ำกว่า สอดคล้องกับนางสุตา วิตวงศ์ (2522 : 97-98) กล่าวว่า ปลาสามมีค่า pH 4.10-4.30 สอดคล้องกับกัณนุช รักสกุลไทย (2538) กล่าว ลักษณะทางเคมีของปลาจ่อมมีค่า pH 5-6 และสอดคล้องกับกุลธิดา ถาวรกิจการ (2528 : 8) กล่าวว่า แหนมปลามีค่า pH ประมาณ 5 และผลิตภัณฑ์ปลาหมักทุกชนิดมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ สอดคล้องกับนฤตม บุญ-หลง (2528 : 5) จีรวัดณ์ เจริญอารีย์ (2533 : 10) และอำนาจ ยอแสง (2544 : 20) ที่กล่าวถึงองค์ประกอบทางเคมีของปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อมและสัมผัส (แหนมปลา) ว่ามีหลายอย่าง เช่น โปรตีน ไขมัน ฯลฯ ส่วนการตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรด แลคติกของปลาสามและแหนมปลา พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดมีกรดแลคติกเป็นองค์ประกอบ แต่มีปริมาณต่างกัน สอดคล้องกับฟูจิอิ (Fujii) และคณะ (1999 : 641-642) ที่กล่าวว่า อาหารหมักจากปลาหมักที่มีเกลือร้อยละ 10 จะมีการสะสมกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้นในระหว่างการหมักโดยเฉพาะกรดแลคติก

2.3 การตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา โดยตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแลคติก และจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติก ศึกษากรณีผลิตภัณฑ์ปลาสาม พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสามทุกตัวอย่างจะให้ผลใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจะลดลงเมื่อเติมเกลือ เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับสิริรัตน์ ศรีสวัสดิ์ (2544 : 47) ที่กล่าวถึง การหมักที่ใช้เกลือมากขึ้นว่า เกลือที่มากขึ้นจะไปดึงเอาน้ำออกจากผลิตภัณฑ์จนถึงจุดที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ขณะเดียวกันเกลือจะซึมเข้าสู่อาหาร อาจจะทำให้หลายหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ จึงทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ลดลง สำหรับปริมาณแบคทีเรียแลคติก พบว่า มีมากเมื่อเติมเกลือปริมาณน้อยลง สอดคล้องกับจิน (Jin) และคณะ (1997 : 1208-1212) ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากปลาหมักโดยการเติมเกลือปริมาณต่ำหมักที่อุณหภูมิ 10°C พบว่ามีแบคทีเรียแลคติกเป็นสายพันธุ์เด่น (ร้อยละ 80) และพบว่า *Lenconostoc sp.*, *Pediococcus sp.* และ *Streptococcus spp.* จะเจริญในช่วงต้นของการหมัก และเพิ่มจำนวนขึ้นจนถึงผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย หลังจากนั้นจะลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว การจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติกพบว่า แบคทีเรียแลคติกที่พบเป็นชนิดแกรมบวก ได้แก่ *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus spp.* สอดคล้องกับสิริรัตน์ ศรีสวัสดิ์ (2544 : 47) ที่กล่าวว่า ในปลาสามมีแบคทีเรียแลคติกชนิดที่พบตลอดกระบวนการหมักและพบในปริมาณมาก คือ *P.cerevisiae* พบในปริมาณรองลงไปคือ *L.plantarum* และ *L.brevis*

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้นวิจัย ทำให้ได้ผลการทดลองเป็นไปตามข้อมูลพื้นฐานที่ได้สำรวจ และตามทฤษฎีที่ได้ศึกษาค้นคว้า สามารถนำผลการทดลองมาพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

การทดลองเป็นเรื่องของภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีกระบวนการไม่ยุ่งยากซับซ้อนข้อระวังไม่มาก ส่วนใหญ่จะระมัดระวังเรื่องความสะอาด วัตถุดิบและวัสดุอุปกรณ์หาได้ง่ายในท้องถิ่นราคาไม่แพง นอกจากนี้ยังเป็นเรื่องที่ไม่เป็นอันตรายคนทั่วไปรู้จักดี กอปรกับบรรพบุรุษของผู้นวิจัยมีประสบการณ์และชำนาญในการทำผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ผู้นวิจัยได้รับการถ่ายทอดมาเป็นอย่างดี รวมทั้งการทดลองทำที่ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีความเหมาะสมทุกด้าน จึงทำให้ผลการทดลองที่ได้เป็นไปตามทฤษฎีที่ได้ศึกษาค้นคว้า สามารถนำมาพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ใช้ในการเรียนการสอนได้

ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้นวิจัยนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาพัฒนาเป็น บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินความเหมาะสมของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ปรากฏว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 บทปฏิบัติการ มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ทั้ง 7 บทปฏิบัติการ ได้พัฒนาขึ้นจากข้อมูลการสำรวจและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงความหลากหลายของข้อมูล และความเหมาะสมของการทดลองรวมทั้งองค์ประกอบอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น จุดประสงค์ของการทดลอง การลำดับเนื้อหาของการทดลองซึ่งจะต้องคำนึงถึงผู้เรียน

วิธีเรียน วิธีสอน ความยากง่าย ความยาวและความหลากหลายของกิจกรรม เนื้อหาภายในบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ก็ครอบคลุมในเรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักโดยเฉพาะ และ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 บทปฏิบัติการ ยังมีเนื้อหาต่อเนื่องสัมพันธ์กันทำความเข้าใจง่ายเป็นผลให้ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์ เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ประการที่สอง บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ปลาหมัก แต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนแรก ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องที่จะทำการทดลอง ส่วนที่สอง บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยหลักการ จุดประสงค์ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี วิธีการทดลอง ซึ่งส่วนนี้ผู้เรียนได้ทำการทดลอง และ ส่วนที่สาม แบบรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มเติมและปลูกฝังนิสัยรักการค้นคว้า ซึ่งทุกส่วน ประกอบมีความเหมาะสมชัดเจนและต่อเนื่องเป็นลำดับที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด แล้วนำไปปฏิบัติทีละขั้นตอน

ประการที่สาม การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เน้นกระบวนการกลุ่มเน้นการ ปฏิบัติจริงทุกขั้นตอนเพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง ของผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม ซึ่งกรมวิชาการ (2540 : 12) กล่าวถึง หลักสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ในปัจจุบันมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิดแสวงหาความรู้ด้วยตนเองปฏิบัติจริง ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้เอื้ออำนวยการเรียนรู้ รับผิดชอบและวิเคราะห์วิธีการเรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการเรียนรู้ รวมทั้งออกแบบกิจกรรมการเรียนให้เหมาะสม สอดคล้องกับวิสัย วงษ์ใหญ่ (2540 : 19) ที่กล่าวว่า การเรียนจะเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะจากกระบวนการกลุ่มและสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพของตนให้เจริญเต็มที่ และ สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2542 มาตรา 22 เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ

ประการที่สี่ การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีความสอดคล้องกับสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน เกี่ยวกับหลักสูตร สถานศึกษาโดยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น มุ่งเน้น ให้นักเรียนเรียนรู้สิ่งที่มียู่ในท้องถิ่น และนำปัญญาท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุชาติ ศรีโสภณ (2539 : 116-121) ที่กล่าวถึง การสำรวจความคิดเห็น และข้อเสนอแนะที่เป็นรูปธรรมและปฏิบัติได้จริงในท้องถิ่นของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ ต่อนักเรียนนั้น ควรมีเนื้อหาวิชาที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวข้องกับสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวมีอยู่ในท้องถิ่น ซึ่งเป็นเรื่องราว ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถหยิบยกเรื่องที่น่าสนใจ และมีความสำคัญที่เกิดขึ้นในท้องถิ่น เชื่อมโยงถึงความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวโน้มของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต และมีความสัมพันธ์กับภูมิปัญญาชาวบ้าน

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 4 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ($p = .000$) เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้าน การสังเกต การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทดลอง คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ส่วนในด้านการวัด และการพยากรณ์ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่พัฒนาขึ้น เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ทำการทดลองลงมือปฏิบัติจริงและเห็นจริงด้วยตนเอง เพื่อศึกษาค้นคว้าหาความรู้และคำตอบอย่างมีระบบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่การระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลและสรุปผลการทดลอง การที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ จนครบตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เรียนรู้อย่างแท้จริงตลอดจนเกิดทักษะในการค้นคว้าทดลองปฏิบัติการ เป็นผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังความคิดเห็นของกรรณิการ์ พวงเกษม (2522 : 9) ที่กล่าวถึง อุปกรณ์ต่างๆที่นำมาใช้ในการทดลองว่ามีส่วนเร่งรัดให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองมากขึ้น ช่วยให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ และสร้างความเชื่อมั่นในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยการทดลองให้ เห็นจริงด้วยตนเองมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอรอุมา ละมุล (2541 : 123) ที่ได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนักที่ใช้สอนในวิชาสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีค่าสูง และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิโรจน์ เฉลยสุข (2541 : 75) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองหลัง การสอนสูงกว่าก่อนการสอนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ประการที่สอง บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ได้จัดกิจกรรมไว้หลากหลายเพื่อเปิดโอกาสและเอื้อต่อการฝึกฝนความชำนาญในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายด้าน ได้แก่ ด้านการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน และการทดลอง เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกทักษะต่างๆ จากการทำกิจกรรมอื่นๆ เพิ่มขึ้นอีกก็จะส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วยซึ่งสอดคล้องกับอรอุมา ละมุล (2541 : 122) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกปฏิบัติทักษะต่างๆ อย่างสม่ำเสมอในทุกๆ กิจกรรมที่ปฏิบัติก็จะทำให้เกิดความคล่องแคล่วและชำนาญสามารถทำสิ่งนั้นได้ดี และจากผลการวิจัยของศิริวรรณ พึ่งปรีดา (2532 : 97) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังสอนสูงกว่าก่อนสอนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุมาลี คำรังไชย (2537 : บทคัดย่อ) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการ

ทดลองจากวัสดุในห้องถิ่นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ (2544 : 55) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น ทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

2. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก อยู่ในระดับมาก เมื่อแยกระดับความคิดเห็นเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และการเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่พัฒนาขึ้นเป็นกิจกรรมที่แปลกใหม่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง และมีความยากง่ายพอเหมาะกับระดับความสามารถของนักเรียนเป็นกิจกรรมที่นอกเหนือไปจากสถานการณ์ในชั้นเรียนปกติที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะต่างๆ อย่างคล่องแคล่ว ทั้งการสังเกต ทดลอง การอ่านหรืออื่นๆ แล้วแสดงออกในรูปแบบที่ชัดเจน และมีเหตุผลด้วยการพูด และการเขียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิด แล้วนำไปปฏิบัติทดลองด้วยตนเองที่ละขั้นตอนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น กิจกรรมสำรวจภาคสนาม กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง ศึกษาค้นคว้า และกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ มีการใช้สื่อหลายประเภทที่ดึงดูดความสนใจ เช่น การศึกษาด้วยสื่อดิจิทัลอุปกรณ์ต่างๆ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง สัมผัสจริงกับสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวที่มีอยู่ในท้องถิ่นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนได้แสดงความรู้ความสามารถด้านต่างๆที่มีอยู่ในตัวนักเรียนเอง ลักษณะการจัดกิจกรรมดังกล่าว ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่เรียน ใฝ่รู้ ตั้งใจและกระตือรือร้นที่จะปฏิบัติกิจกรรมต่างๆอย่างเต็มใจและเต็มความสามารถ มีความพึงพอใจและสนุกสนานในการเรียน รวมทั้งเกิดความภาคภูมิใจ และมองเห็นคุณค่าของภูมิปัญญาท้องถิ่น พร้อมทั้งจะรักษา สืบทอด ปรับปรุงให้มีคุณค่ายิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับกมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528 : 233) ที่กล่าวว่า การจัดสภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจและสนุกสนานเป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนประการหนึ่ง เป็นผลให้นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดที่ดีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เข้าเรียนและปฏิบัติกิจกรรมทุกขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข เห็นประโยชน์และรู้จักนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งส่งผลให้เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรุณา ละมุล (2541 : 123) พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนัก ในระดับดี สอดคล้องกับงานวิจัย ของ พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ (2544 : 55) พบว่า นักเรียนมีความสนใจและชอบอยู่ในระดับมากต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร และสอดคล้องกับงานวิจัย ของภาวดี เกตุ (2542 : 142) พบว่า

ค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น ทำให้เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมึก อยู่ในระดับมาก

3. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมึก ทุกบทปฏิบัติการสูงกว่าร้อยละ 80 คือ นักเรียนมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 87.90 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่พัฒนาขึ้น เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีการจัดลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ทั้งส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการ นักเรียนได้ฝึกทักษะในการแสวงหาความรู้ตามขั้นตอนด้วยตนเองทั้งหมด ตั้งแต่การศึกษาค้นคว้า การจุดประสงค์ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี วิธีดำเนินการทดลอง แล้วทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ศึกษาวิธีการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ และรายละเอียดของการประเมินการนำเสนอผลงานทั้งแบบการเขียนรายงาน การรายงานด้วยวาจา และแฟ้มสะสมงาน จากนั้นจึงรวบรวมรายละเอียดในแต่ละหัวข้อดังกล่าวมาจัดกระทำตามรูปแบบที่นักเรียนคิดขึ้นเองหรือประยุกต์จากรูปแบบที่กำหนดไว้ แล้วนำไปรายงานหน้าชั้นพร้อมเขียนรายงานและจัดทำแฟ้มสะสมนำเสนอผลงานต่อไป จากกระบวนการของขั้นตอนดังกล่าว เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาได้คิด และตัดสินใจด้วยตนเองทั้งสิ้น นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกทักษะในการทำงานครอบคลุมทุกด้าน ทั้งความคิด และการปฏิบัติรวมถึงเป็นการช่วยดึงความสามารถของนักเรียนที่มีอยู่ให้สามารถแสดงออกมาได้อย่างเต็มที่ และช่วยให้มีความชำนาญในการใช้ความสามารถด้านต่างๆ ดังที่สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2532 : 3) กล่าวว่า ปัจจุบันความรู้ข้อมูลต่างๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การศึกษาเปลี่ยนจากการเน้นเนื้อหาสาระไปสู่วิธีการแสวงหาความรู้ ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้มีความคิดวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะในการสื่อความหมายข้อมูลได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับสมชาย เม่นแยม (2535 : 19-20) ได้กล่าวถึงความคิดเห็นของนักการศึกษาที่กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียนมัธยม สิ่งที่นักเรียนควรจะได้รับบางประการเพื่อพัฒนาคุณภาพทางการศึกษา คือ นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งทางด้านการพูด และการเขียน สอดคล้องกับงานวิจัยของภาวดี เกตุกุ (2541 : 136) พบว่า ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นฝัสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ประการที่สอง บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่พัฒนาขึ้น มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองอย่างอิสระ ทุกคนมีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมและมีบทบาทในการทำกิจกรรมมาก ได้ฝึกคิดอย่างอิสระ กล้าแสดงออก ฝึกการเขียนรายงาน การพูดและภาษาท่าทาง รวมทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลผลงาน อันเกิดจากผลการเรียนรู้ที่หลากหลายอย่างเป็นระบบ นำเสนอผลงานเพื่อสะท้อนให้เห็นความสามารถต่างๆ ที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียน กิจกรรมเหล่านี้จัดเป็นคุณลักษณะที่ต้องวัดผลและประเมินผลตามสภาพจริงในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการประเมินจาก

สภาพจริงที่สอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียนอันจะส่งผลต่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน และประเมินผลการสอนของครูอีกด้วย สอดคล้องกับ พลิษฐ์ พึ่งเดช (2542 : 2) ที่กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินที่เน้นทักษะการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และการแสดงออก ความสามารถในการทำงาน ทักษะการใช้ภาษา รวมทั้งคุณลักษณะต่างๆ อันจะเป็นข้อมูลที่สำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ สอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2542 ค : 1) ที่กล่าวว่า การประเมินผลตามสภาพจริง โดยเน้นความสำเร็จของผู้เรียน พิจารณาตัวบ่งชี้พฤติกรรมคุณลักษณะต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ชื่นงาน องค์ความรู้ที่ผู้เรียนนำเสนอในรูปแบบต่างๆ นับเป็นการฝึกและสร้างประสบการณ์อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาความคิด นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและมีความคิดที่แปลกใหม่ด้วย เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถในการนำเสนอผลงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ของธอร์นไดค์ (Thorndite) ที่กล่าวว่า ผู้ที่ฝึกหัดหรือกระทำการสิ่งใดบ่อยๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่วและสามารถทำได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุดุลย์ วงศ์ก้อม (2544 : บทคัดย่อ) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการใช้แบบฝึกนิยายวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนประกอบการ ฝึกเขียนนิยายทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ประการที่สาม กิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก นักเรียนมีโอกาสได้ศึกษาการทำโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เพื่อเป็นแนวทางในการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างครบขั้นตอน นับตั้งแต่นักเรียนช่วยกันคิดระบุมปัญหาเพื่อหาหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก การตั้งสมมติฐานการทดลอง การออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง จนได้ผลการทดลอง แล้วนำเสนอผลงานตามรูปแบบการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอรายงานเป็นรูปเล่มและรายงานปากเปล่า ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดและทำความเข้าใจถึงการศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ตลอดจนได้ฝึกนำเสนอผลงานที่หลากหลาย เป็นผลให้นักเรียนเกิดความรู้สึกดีหรือรักในการแสดงออกถึงความรู้ ความสามารถและแนวคิดของตนเอง จึงทำให้ความสามารถในการนำเสนอผลงานโดยการเขียนและการพูดของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา ฉัตรศรีตระกูล (2544 : 90) พบว่า ความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการทำโครงการภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น ทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 80

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมตนเองโดยศึกษารายละเอียดของคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจอย่างละเอียดถี่ถ้วน จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และทำการทดลองก่อนทำการเรียนการสอน รวมทั้งเตรียมความพร้อมของนักเรียนในด้านการใช้เครื่องมืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์และสารเคมี ครูควรชี้แจงแนะนำและเน้นให้นักเรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ล่วงหน้าทุกครั้ง เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 การปฏิบัติการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 อาจนำนักเรียนไปเรียนที่อาคารคหกรรมหรือโรงอาหาร เพื่อสะดวกในการทำความสะดวกอุปกรณ์และเป็นการป้องกันไม่ให้นักเรียนรบกวนนักเรียนห้องอื่นที่กำลังมีการเรียนการสอน

1.3 วัสดุที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมัก อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพของท้องถิ่น และควรทำการทดลองก่อนที่จะให้นักเรียนทดลอง

1.4 ควรนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักไปใช้ในการเรียนการสอน ในคาบกิจกรรมชุมนุมหรือคาบกิจกรรมอิสระ

1.5 ควรนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักมาบูรณาการกับวิชาอื่น เช่น วิชาคหกรรมศาสตร์

1.6 ควรสนับสนุนให้ครูนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักไปใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น เนื่องจากพบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษผลของการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก กับตัวแปรอื่นๆ เช่น การคิดแก้ปัญหา ความรับผิดชอบ ความคิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจ ความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษผลของการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นอื่นๆ

2.3 ควรทำการวิจัยในทำนองเดียวกันนี้ โดยเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก กับการเรียนนอกสถานที่ เช่น การเรียนในสถานประกอบการ

2.4 ควรทำการวิจัยในทำนองเดียวกันนี้ โดยเปลี่ยนเป็นเนื้อหาสาระอื่นของภูมิปัญญาท้องถิ่น หรือที่มีในท้องถิ่น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ พวงเกษม. (2522). เอกสารประกอบการสอนวิชาประถม 421: วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม.
กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. (2528). จิตวิทยาการศึกษาฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ภาควิชา
การแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และ ละออง แสนศักดิ์. (2525). หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์. ขอนแก่น :
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กาญจนา จัตรีตระกูล. (2544). การเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงาน
ภูมิปัญญาไทย การคิดแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกการทำโครงงานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์
กับการสอนแบบสืบเสาะ. ปรินุญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กุลธิดา ถาวรกิจการ. (2528). การสำรวจบันทึกเตรียมงานชนิดที่เกี่ยวข้องกับโรครบบทางเดินอาหารในสัมพัค.
วิทยานิพนธ์ วท.ม. (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
ถ่ายเอกสาร.
- เขมิกาญจน์ ทองมา. (2540). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึก
สร้างเกมวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ปรินุญานินพนธ์ กศ.ม.
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2539). แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544).
กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- , (2540, เมษายน-พฤษภาคม). "กระบวนการเรียนรู้และการถ่ายทอดภูมิปัญญาไทย สรุปสาระ
สำคัญจากประสบการณ์ผู้ทรงภูมิปัญญา," วัฏจักรการศึกษา. 7(365) : 42 – 43.
- , (ม.ป.ป.). ภูมิปัญญา. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- จันทร์ชัย หึงษ์ประยูร. (2524). "โครงงานวิทยาศาสตร์," คู่มือครูกิจกรรมวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน.
กรุงเทพฯ : ดาวศิลป์การพิมพ์.
- จิตติพร ศิริदानนท์. (2542). การศึกษาผลของการประเมินด้วยพอดโฟลีโอที่มีต่อความรับผิดชอบ
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
ปรินุญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิรวรรณ เจริญอารีย์. (2533). ในไตรชาวมินในปลาร้า. วิทยานิพนธ์ คก.ม. (คหกรรมศาสตร์).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- ชนาธิป พรกุล. (2540). เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง พอดโพลีโอครู. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- ชลทิพย์ เอี่ยมสำอางค์ และวิศนี ศีลตระกูล. (2533). "ภูมิปัญญาชาวบ้าน เทคโนโลยีพื้นบ้าน และแหล่ง วิทยาการชุมชน," ในการพัฒนาและการใช้แหล่งวิทยาการในชุมชน หน่วยที่ 1 – 8. หน้า 201-248 : นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชวาล แพร่ตกุล. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : พัทธอักษร.
- เชิดศักดิ์ โฆวสินธุ์. (2520). การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ฐานันท์ เมธิ์พลกุล. (2542). การสำรวจปลาทะเลที่ท่าเทียบเรือประมงชุมพร เพื่อพัฒนาทบทปฏิบัติการ เสริมความรู้ชีววิทยา เรื่องการจำแนกอันดับปลาทะเล. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทวี ท่อแก้ว และอภรณ์ สันภิบาล. (2517) จิตวิทยาศึกษา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ทวีพล จุฑะพล. (2541). การพัฒนาเตาเผาอุณหภูมิสูงขนาดเล็กเพื่อใช้ในการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง เซรามิกส์ ระดับ ม.ปลาย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิพาพรรณ ก.บัวเพชร. (2542). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อมและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเองกับการสอนแบบค้นพบโดยมีการชี้แนะ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธนสิทธิ์ จันทะรี. (2541). รายงานผลการวิจัยเรื่องเทคโนโลยีพื้นบ้านในสังคมเกษตรกรรมของภาคอีสาน ในกรณีศึกษาจังหวัดขอนแก่น จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัด อุบลราชธานี. ขอนแก่น : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธวัช บุญโณธก. (2531). "ภูมิปัญญาชาวบ้าน : ทัศนะของอาจารย์ปรีชา พิณทอง" ทิศทางหมู่บ้านไทย. บรรณาธิการโดย เสรี พงศ์พิศ. หน้า 39-57. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์หมู่บ้าน.
- นภา โล่ห์ทอง. (2530). กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : หจก.พันธ์ พับบลิชซิ่ง.
- นฤดม บุญ-หลง และเพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2528). รายงานการวิจัยการพัฒนากรรมวิธีผลิตและคุณภาพ ปลาหมักพื้นบ้านสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก : การพัฒนากรรมวิธีผลิตปลาร้า. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นาถสุดา วิทวงศ์. (2522). การศึกษาจุลชีววิทยาของอาหารหมักพื้นบ้าน : ปลาเจ้า ปลาส้ม และส้มผัก. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (จุลชีววิทยา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- นิตยา มีสุชาติ. (2543). การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิธิ เอียวศรีวงศ์. (2536, สิงหาคม). "ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการจัดการทรัพยากร," วารสารทิศทางไท. 5:1-2
- นิยม ชูชื่น. (2526). การสำรวจและการใช้แหล่งวิชาการชุมชนจังหวัดสงขลา ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- นุศรา เอี่ยมวรวิทย์. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2528). พัฒนาหลักสูตรและการสอน. มหาสารคาม : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- บุญเชิด อนันตพงษ์. (2539). เอกสารประกอบการสอนวิชาทฤษฎีการวัดและการทดสอบ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุษกร อุดรภิชชาติ และ มาณี แก้วชนิด. (2542). รายงานการวิจัยการคัดเลือกแบคทีเรียแลคติกจากอาหารปลาหมักพื้นเมืองไทยซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหารบางชนิด. สงขลา : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ประทุม อัดชู. (2535). การสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2520). ทศนคติ : การวัด การเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). "หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่." ในเอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233. กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาตำราและเอกสารหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู. ถ่ายเอกสาร.
- ประเวศ วะสี. (2534). "การศึกษาชาติกับภูมิปัญญาท้องถิ่น," ใน การสัมมนาทางวิชาการเรื่องภูมิปัญญาชาวบ้านกับการดำเนินงานด้านวัฒนธรรมกับการพัฒนาชนบท. หน้า 40-45. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ.
- ประเสริฐ สายสิทธิ์. (2527). กรรมวิธีอุตสาหกรรมประมง. กรุงเทพฯ : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2539). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ปาริชาติ แก่นสำโรง. (2541). ผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง หญิงและชายโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- เปรมจิตร บุญสาย. (2541). การพัฒนาหลักสูตรวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง พื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นการปฏิบัติการทดลองโดยใช้ประโยชน์จากสารเหลือทิ้ง. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เปรมวดี รัชชวดี. (2539). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะ กระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรธณี ช. เจนจิต. (2539). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ดันอ้อ แกรมมี จำกัด.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พลิชฐ์ พึ่งเดช. (2542). การศึกษาการใช้แฟ้มสะสมงานในการยึดการเรียนรู้และการประเมินผล ของครูช่างอุตสาหกรรม ระดับมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 5. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พันศักดิ์ สายแสงจันทร์. (2544). การพัฒนาทปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพา อุดมรัตน์. (2542). การผลิตไส้กรอกกึ่งและการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ วท.ม.(ผลิตภัณฑ์ประมง). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- พิสมัย ถิระแก้ว. (2524). วาบทการสำหรับครู. กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยงานนิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- พูลทรัพย์ วิรุพกุล. (2544). "ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก:อาหารจากเทคโนโลยีพื้นบ้านของไทย," ในเอกสาร ประกอบการบรรยายทางวิชาการ. หน้า 1-8. กรุงเทพฯ : มูลนิธิอานินโมะไตะ.
- แพรวพรรณ ห้องทองแดง. (2522). การศึกษาจุลชีววิทยาของอาหารหมักพื้นเมือง : ปลาร้า. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (จุลชีววิทยา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ไพโรจน์ วิริยจารี และ อรัญ หันพงศ์กิตติกุล. (2534). ปฏิบัติการอุตสาหกรรมการหมัก. เชียงใหม่ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไฟบุญย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาวดี เกตุกุ. (2540). ผลการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมต่อ ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนวิภา อ่อนศรี. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความ

- สามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินุณานิพนธ์
กศ.ม. (วัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- มัทนา แสงจินดาวงษ์. (2538). จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง. นนทบุรี : สหมิตรออฟเซท.
- รวิวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์. (2533). การวัดทัศนคติเบื้องต้น. ชลบุรี : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัดผลและ
วิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลาวัลย์ รักสัจย์. (2543). การพัฒนากระบวนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้วยเทคนิคการอนุรักษ์.
ปรินุณานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ลูกจันทร์ ภักธิ์พันธ์. (2524). อุตสาหกรรมหมักดอง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. โรงพิมพ์ศรีอนันต์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.
- วรรณวิบูลย์ กาญจนบุญชร. (2529). เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์ประมง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วราวุฒิ ครุสง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. (2532). เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม.
กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- . (2538). จุลชีววิทยาในกระบวนการการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ:ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. โอเดียนสโตร์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2540). กระบวนทัศน์ใหม่ : การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพของบุคคล. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วินัย จันทรวงศ์. (2526). การสำรวจและการใช้แหล่งวิชาการชุมชนประกอบการสอนวิทยาศาสตร์
ในวิทยาลัยครูสกลนคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วิโรจน์ เฉลยสุข. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ.
ปรินุณานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วีระพงษ์ แสง-ชูโต. (2544). การวิเคราะห์ภูมิปัญญาท้องถิ่นและเทคโนโลยีพื้นบ้านในทางวิทยาศาสตร์
ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. ปรินุณานิพนธ์ กศ.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ..ถ่ายเอกสาร.
- ศศิเกษม ทองยงค์ และ ลีลา สีมานูเคราะห์. (2524). วิธีสอนวิทยาศาสตร์ สรุปเนื้อหาตามหลักสูตรใหม่ 2522.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

- ศักดิ์ สุนทรเสณี. (2531). เจตคติ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา.
- ศิริกานต์ ผาสุข. (2543). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิชาเคมีผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เรื่อง การสกัดและการแยกองค์ประกอบทางเคมีจากพืชสมุนไพรในท้องถิ่นสำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันราชภัฏ. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริภรณ์ เม่นม้น. (2534). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรคินิยม. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริวรรณ พึ่งปรีดา. (2532). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนแบบโทรทัศน์ประกอบการสอนตามคู่มือครู. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศึกษาธิการ,กระทรวง,หน่วยศึกษานิเทศก์. (2536). สรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2536. กรุงเทพฯ.: กรมวิชาการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2518). รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- . (2529). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- . (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมเกียรติ แก้วจรัสสุขสันติ. (2544). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิชาเคมีสภาวะแวดล้อม เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีในผัก สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตของสถาบันราชภัฏ. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมชัย อุ่นอนันต์. (2539). การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมชาย เม่นแย้ม. (2535, กุมภาพันธ์ – มีนาคม). "ปัญหาทางการศึกษาของสพฐ.,” สารพัฒนาหลักสูตร. 11(109) : 19 – 22.
- สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตาม

- คู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมหมาย วัฒนะศิริ. (2533). แนวการจัดชุมชนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. ปากเกร็ด นนทบุรี : โรงพิมพ์สถานสงเคราะห์เด็กชายบ้านปากเกร็ด.
- สมหวัง พินยานุวัฒน์. (2532, มกราคม-มิถุนายน). ผู้การศึกษายุคใหม่. วารสารครุศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สามารถ จันทร์สุรย์. (2534). "ภูมิปัญญาชาวบ้านคืออะไร." การสัมมนาทางวิชาการเรื่อง ภูมิปัญญาชาวบ้าน สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ. หน้า 88-94. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542 ค, 5 ธันวาคม). "ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง," รายงานการปฏิรูปการศึกษาไทย. 1(8) : 1.
- สีปพนธ์ เกตุทัต. (2535). "ความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมไทยในปัจจุบันและอนาคต." วิชาการ. 3(1) : 7.
- สิริรัตน์ ศรีสวัสดิ์. (2544). ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกล้วยที่แปรรูปโดยผ่านกระบวนการหมัก. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ผลิตภัณฑ์ประมง). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สุชาดา ลดาวัลย์. (2526). การเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์โดยการปฏิบัติการโดยกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิกในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จัหวัดมหาสารคาม. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สุชิน วรณฉวี. (2528). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการจับกลุ่มย่อยแบบต่าง ๆ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุเทพ อุตสาหะ. (2526). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : สหบัณฑิต.
- สุธีรา ผ่องศรี. (2540). เอกสารประกอบการสอนวิชา คส 313 การถนอมอาหาร 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุนีย์ ขวัญศิริ. (2536). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมาลี ดำรงไชย. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในห้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2517). การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

- เสนห์ จามริก. (2529, กันยายน-ตุลาคม). "การแสวงหาภูมิปัญญาไทยเพื่อการพัฒนา," *ชุมชนพัฒนา*. 1 : 6-7.
- อดิศร สุมโนจิตรภรณ์. (2529). ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา ระดับจังหวัด อำเภอ ตำบล ในจังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อดุลย์ วงศ์ก้อม. (2544). การศึกษาผลการสอนประกอบการใช้แบบฝึกเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อภิชาติ ทองอยู่. (2528) "ภูมิปัญญาชาวบ้านกับปัญหาตามพุทธปรัชญาในงานพัฒนา," *วารสารสังคมพัฒนา*. ม.ป.ป.(5) : 13-18.
- อรรณพ เลหาสินธุ์. (2544). การยืดอายุการเก็บรักษาสัมปคโดยการฉายรังสี. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ผลิตภัณฑ์ประมง). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อรอุมา ละมุล. (2541). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนัก ที่ใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อังกู สมคะเนย์. (2535). สภาพและปัญหาการนำภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรในโรงเรียนประถมศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร
- อัญชลี เลหาเลิศชัย. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พาณิชยกรรมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการประชาสัมพันธ์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชลี ศรีนาคา. (2539). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสุนนารีวิทยา 2 จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อำนาจ ยอแสง. (2544). *อิสลามีนและกลืนในระหว่างกระบวนการหมักปลาร้าข้าวคั่ว*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ผลิตภัณฑ์ประมง). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อุดม สุนทรวาทและคณะ. (2515). รายงานการทดลองการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของปลาร้าระหว่างการหมักดอง. กรุงเทพฯ : แผนกอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Allport, Gordon W. (1935). "Attitude," in C. Murchison D., *Handbook of Social Psychology*. Mass : Clark University Press.

- Amamo , K. (1962). "The influence of fermentation on the nutritive value of fish with special reference to fermented fish production of southeast asia,"pp.188-191 *International Symposium on fish in nutrition*.
- AOAC. (1995). *Official Method of Analysis 15th ed*, Washington , D.C. : Association of Official Analytical Chemists. Inc. 1043p.
- Beasley, warren Frederick. (1979, March.). " The Effect of Physical and Mental Practice of Psychomotor Skills on Chemistry Student Laboratory Performance," *Dissertation Abstracts International*. 39 : 5428-A .
- Bloom, Benjamin S. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York : McGraw-Hill Book Co.
- Fujii, Tateo , Y.C. Wu , T. Suzuki , and B. Kimura. (1999). *Production of organic acids by bacteria during the fermentation of squid Shiokara*. *Fisheries Science*. 65 (4) : 641 – 642.
- Gable, Dorothy L., and Rubba, Peter A. (1977, October-December). "The Effect of Early Teaching and Training on Physics Achievement, Attitude Towards Science and Science Teaching and Process Skill Proficiency," *Science Education*. 61 : 503 – 511
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education*. New York : McGraw-Hill Company.
- Jin, H.J., W.O. Se, M.K. Young, H.C. Dong, and I.K. Joung. (1997). *Changes in lactic acid bacteria of squid with low salt during fermentation*. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 29 (6) : 1208 – 1212.
- Pappelis, C. K., M. K. Pohlman and A.T. Papettis. (1980, April). " Can Instruction improve Science Process Skill of Premedical and Predental Students," *Journal of Research in Science Teaching*. n.d.(13) : 307 – 311.
- Pasdilla, M.J., J.R. Okey and K. Garrard. (1984). "The Effect of Instruction on Integrated Science Process Skill Achievement," *Journal of Research in Science Teaching*. 21 : 277 – 287 ; March.
- Rao, S. (1967). "Fish processing in the Indo-pacific Area," *Indopacific Fisheries Council Regional Studies , No.4* *FAO Regional office for Asia and the Far East , Bangkok : Thailand*.
- Smith, Douglas W. (1997, November). " Elementary Students' use of Science Process Skill in Problem-Solving : the Effects of an Inquiry-based Instructional Approach," *Dissertation Abstracts International*. 58(5) : 1667-A.
- Thurstone , L.L. Attitude (1967). "Theory and Measurement," *New York : John Wiley and Sons, Inc.*

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

1. รองศาสตราจารย์มัทนา แสงจินดาวงษ์
สาขาวิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รองศาสตราจารย์สุมาลี เหลืองสกุล
สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ ดร.เปรมจิตร์ บุญสาย
สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตกรรณ
4. อาจารย์นันทนา ทิพย์ศรี
โรงเรียนนวมินทราชูทิศอีสาน จังหวัดมุกดาหาร
5. อาจารย์สุดา เสี่ยมศักดิ์
โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร

ที่ ทม 1012/ 1114



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

15 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดีคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบ แบบวัด และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นางชลิตา พันธุ์ออน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก” โดยมี รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย และ อาจารย์สมปราวณา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์มัทนา แสงจินดาวงษ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติ แบบประเมินการนำเสนอผลงาน และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางชลิตา พันธุ์ออน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/1๒๖

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางชลิตา พันธุ์ออน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาศาสตร์เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมึก” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์สุมาลี เหลืองสกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติ แบบประเมินการนำเสนอผลงาน และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางชลิตา พันธุ์ออน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1012/ 1๒๓๖



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

15 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขต

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบ แบบวัด และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นางชลิตา พันธุ์อ่อน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์พลาสติก” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์เปรมจิต บุญสาย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติ แบบประเมินการนำเสนอผลงาน และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางชลิตา พันธุ์อ่อน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 1๒34



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

15 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชูทิศอีสาน

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบ แบบวัด และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นางชลิตา พันธุ์อ่อน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์นันทนา ทิพย์ศรี เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติ แบบประเมินการนำเสนอผลงาน และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางชลิตา พันธุ์อ่อน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภารัตน์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 135



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

15 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนุกุลอาหาร

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบ แบบวัด และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นางชลิตา พันธุ์ออน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สุดา เสงี่ยมศักดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติ แบบประเมินการนำเสนอผลงาน และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางชลิตา พันธุ์ออน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 4624



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๐ ธันวาคม 2544

เรื่อง ขอใช้สถานที่และเครื่องมือในการวิจัย

เรียน คณะคณบดีประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื่องด้วย นางชลิตา พันธุ์ออน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำ ปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตใช้ ห้องปฏิบัติการแปรรูปสัตว์น้ำ และห้องปฏิบัติการเคมีตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ และขอใช้เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับการทำปฏิบัติการ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ปลาหมัก ในระหว่างธันวาคม 2544 – มกราคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางชลิตา พันธุ์ออน ได้ใช้เครื่องมือ ดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 1405



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

5 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางชลิตา พันธุ์อ่อน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์พลาสติก” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ และขอให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 3 จำนวน 100 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และฝึกทำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในระหว่างเดือนมีนาคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางชลิตา พันธุ์อ่อน ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินบทบาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบ
คุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
 - แบบประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - แบบประเมินแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
 - แบบประเมิน แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอ
ผลงานทางวิทยาศาสตร์

เรียน ท่านผู้เชี่ยวชาญที่เคารพอย่างสูง

เนื่องด้วยข้าพเจ้า นางสาวชลิตา พันธุ์ออน นิสิตปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก สำหรับใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยมีความมุ่งหมาย ที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นและประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ ข้าพเจ้าจึงได้จัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ จำนวน 4 ชุด ได้แก่

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง การผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
4. แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

เพื่อที่จะได้ข้อแนะนำและข้อวิจารณ์มาปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ดังกล่าว ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ข้าพเจ้าขอความกรุณาจากท่าน ได้โปรดช่วยประเมินผลเครื่องมือแต่ละชุดตามแบบประเมิน ซึ่งได้แนบมาพร้อมนี้ เมื่อท่านได้ประเมินแล้วขอความอนุเคราะห์ติดต่อมาที่ ข้าพเจ้า นางสาวชลิตา พันธุ์ออน 88/31 เค เอช แมนชั่น ถนนประชาชื่นนนทบุรี 7 จังหวัดนนทบุรี 10100 โทร 02-5801371 ต่อ 211 ด้วยจะเป็นพระคุณอย่างสูง

ขอแสดงความนับถืออย่างสูง

(นางชลิตา พันธุ์ออน)

แบบประเมิน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับนักเรียนใช้ประเมิน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนุกตาหาร จังหวัดนุกตาหาร จะเป็นผู้เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นนี้

คำชี้แจง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักมีทั้งหมด 7 บท คือ

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาร้า

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาส้ม

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาจ่อม

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การถนอมอาหาร : แหนมปลา

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7 เรื่อง การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ในแต่ละบทประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ให้ประเมิน และให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งข้อวิจารณ์ สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 บทดังกล่าว โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1 ตามความหมายดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

แบบประเมิน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล.....ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมึก

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งข้อวิจารณ์ สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
1.	ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	1.1 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	....	....	....	....	....
	1.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	....	....	....	....	....
	1.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	....	....	....	....	....
	1.4 เนื้อหาเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	....	....	....	....	....
	1.6 การใช้ภาษา					
	1.6.1 มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	1.6.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	....	....	....	....	....
	1.6.3 ชวนอ่าน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
2.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	2.1 หลักการ					
	2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	2.1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.2 จุดประสงค์					
	2.2.1 มีความชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.2.2 ประเมินผลได้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
	2.3.1 เหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	....	....	....	....	....
	2.4 วิธีการทดลอง					
	2.4.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	....	....	....	....	....
	2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	....	....	....	....	....
	2.4.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	....	....	....	....	....
	2.4.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.4.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	....	....	....	....	....
	2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	....	....	....	....	....
	2.4.7 นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	....	....	....	....	....
	2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลอง	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
						
3.	เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ					
	วิทยาศาสตร์					
	3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	....	....	....	....	....
	3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	....	....	....	....	....
	2.3.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งข้อวิจารณ์สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างได้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
1.	ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	1.1 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	....	....	....	....	....
	1.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	....	....	....	....	....
	1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	....	....	....	....	....
	1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	....	....	....	....	....
	1.6 การใช้ภาษา					
	1.6.1 มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	1.6.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	....	....	....	....	....
	1.6.3 ชวนอ่าน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
2.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	2.1 หลักการ					
	2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	2.1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.2 จุดประสงค์					
	2.2.1 มีความชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.2.2 ประเมินผลได้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
	2.3.1 เหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	....	....	....	....	....
	2.4 วิธีการทดลอง					
	2.4.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	....	....	....	....	....
	2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	....	....	....	....	....
	2.4.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	....	....	....	....	....
	2.4.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.4.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	....	....	....	....	....
	2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	....	....	....	....	....
	2.4.7 นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	....	....	....	....	....
	2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลอง	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
						
3.	เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ					
	วิทยาศาสตร์					
	3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	....	....	....	....	....
	3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	....	....	....	....	....
	2.3.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาร้า

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งข้อวิจารณ์สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบท
ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
1.	ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	1.1 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	....	....	....	....	....
	1.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	....	....	....	....	....
	1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	....	....	....	....	....
	1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	....	....	....	....	....
	1.6 การใช้ภาษา					
	1.6.1 มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	1.6.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	....	....	....	....	....
	1.6.3 ชวนอ่าน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
2.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	2.1 หลักการ					
	2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	2.1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.2 จุดประสงค์					
	2.2.1 มีความชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.2.2 ประเมินผลได้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
	2.3.1 เหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	....	....	....	....	....
	2.4 วิธีการทดลอง					
	2.4.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	....	....	....	....	....
	2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	....	....	....	....	....
	2.4.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	....	....	....	....	....
	2.4.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.4.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	....	....	....	....	....
	2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	....	....	....	....	....
	2.4.7 นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	....	....	....	....	....
	2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลอง	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
3.	เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ					
	วิทยาศาสตร์					
	3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	....	....	....	....	....
	3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	....	....	....	....	....
	3.2.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
						

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาสด

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งข้อวิจารณ์สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
1.	ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	1.1 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	....	....	....	....	....
	1.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	....	....	....	....	....
	1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	....	....	....	....	....
	1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	....	....	....	....	....
	1.6 การใช้ภาษา					
	1.6.1 มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	1.6.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	....	....	....	....	....
	1.6.3 ชวนอ่าน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
2.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	2.1 หลักการ					
	2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	2.1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.2 จุดประสงค์					
	2.2.1 มีความชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.2.2 ประเมินผลได้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
	2.3.1 เหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	....	....	....	....	....
	2.4 วิธีการทดลอง					
	2.4.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	....	....	....	....	....
	2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	....	....	....	....	....
	2.4.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	....	....	....	....	....
	2.4.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.4.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	....	....	....	....	....
	2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	....	....	....	....	....
	2.4.7 นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	....	....	....	....	....
	2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลอง	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
						
3.	เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์					
	3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	....	....	....	....	....
	3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	....	....	....	....	....
	2.3.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาจ่อม

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งข้อวิจารณ์สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
1.	ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	1.1 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	....	....	....	....	....
	1.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	....	....	....	....	....
	1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	....	....	....	....	....
	1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	....	....	....	....	....
	1.6 การใช้ภาษา					
	1.6.1 มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	1.6.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	....	....	....	....	....
	1.6.3 ชวนอ่าน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
2.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	2.1 หลักการ					
	2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	2.1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.2 จุดประสงค์					
	2.2.1 มีความชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.2.2 ประเมินผลได้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
	2.3.1 เหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำการทดลอง	....	....	....	....	....
	2.4 วิธีการทดลอง					
	2.4.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	....	....	....	....	....
	2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	....	....	....	....	....
	2.4.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	....	....	....	....	....
	2.4.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.4.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	....	....	....	....	....
	2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	....	....	....	....	....
	2.4.7 นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	....	....	....	....	....
	2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลอง	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
						
3.	เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	....	....	....	....	....
	3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	....	....	....	....	....
	3.2.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การถนอมอาหาร : แหนมปลา

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งข้อวิจารณ์สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
1.	ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	1.1 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	....	....	....	....	....
	1.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	....	....	....	....	....
	1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	....	....	....	....	....
	1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	....	....	....	....	....
	1.6 การใช้ภาษา					
	1.6.1 มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	1.6.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	....	....	....	....	....
	1.6.3 ชวนอ่าน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
2.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	2.1 หลักการ					
	2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	2.1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.2 จุดประสงค์					
	2.2.1 มีความชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.2.2 ประเมินผลได้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
	2.3.1 เหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	....	....	....	....	....
	2.4 วิธีการทดลอง					
	2.4.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	....	....	....	....	....
	2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	....	....	....	....	....
	2.4.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	....	....	....	....	....
	2.4.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.4.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	....	....	....	....	....
	2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	....	....	....	....	....
	2.4.7 นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	....	....	....	....	....
	2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลอง	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
						
3.	เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ					
	วิทยาศาสตร์					
	3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	....	....	....	....	....
	3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	....	....	....	....	....
	3.2.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7 เรื่อง การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
 โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งข้อวิจารณ์สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบท
 ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
1.	ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	1.1 เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน	....	....	....	....	....
	1.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	....	....	....	....	....
	1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	....	....	....	....	....
	1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	....	....	....	....	....
	1.6 การใช้ภาษา					
	1.6.1 มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	1.6.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	....	....	....	....	....
	1.6.3 ชวนอ่าน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
2.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	2.1 หลักการ					
	2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	2.1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.2 จุดประสงค์					
	2.2.1 มีความชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.2.2 ประเมินผลได้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
	2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
	2.3.1 เหมาะสมกับระดับนักเรียน	....	....	....	....	....
	2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำการศึกษาทดลอง	....	....	....	....	....
	2.4 วิธีการทดลอง					
	2.4.1 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	....	....	....	....	....
	2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	....	....	....	....	....
	2.4.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	....	....	....	....	....
	2.4.4 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	....	....	....	....	....
	2.4.5 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	....	....	....	....	....
	2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	....	....	....	....	....
	2.4.7 นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	....	....	....	....	....
	2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลอง	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
3.	เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
	3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	....	....	....	....	....
	3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	....	....	....	....	....
	3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	....	....	....	....	....
	3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	....	....	....	....	....
	3.2.5 ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	....	....	....	....	....
	2.3.6 ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	....	....	....	....	....
	ข้อเสนอแนะ...../					

ที่	รายการ	5	4	3	2	1
	ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....					
						
						
						
						
						

แบบประเมินแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นเครื่องมือในการสอบวัดนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

คำชี้แจง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 10 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกต
2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งของต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสมในการวัด
3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดแบ่ง หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ใน ปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นพวกๆ โดยมีเกณฑ์ในการแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 2 มิติกับ 3 มิติและการหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา
5. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำจำนวนที่ได้จากการสังเกตการวัด และการทดลอง หรือจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่อันได้แก่ การนับ การบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นๆ ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ เขียนบรรยาย เป็นต้น
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการคาดคะเน สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข เช่น ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือ การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องนั้นๆ ต่อไป

10. ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุ อุปกรณ์อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง

แบบทดสอบมีทั้งหมด 80 ข้อ จะมีลักษณะไม่เน้นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์เป็นหลัก จำแนกเป็น

1. ทักษะการสังเกต	จำนวน	8 ข้อ
2. ทักษะการวัด	จำนวน	8 ข้อ
3. ทักษะการจำแนกประเภท	จำนวน	8 ข้อ
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	จำนวน	8 ข้อ
5. ทักษะการคำนวณ	จำนวน	8 ข้อ
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	จำนวน	8 ข้อ
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	จำนวน	8 ข้อ
8. ทักษะการพยากรณ์	จำนวน	8 ข้อ
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	จำนวน	8 ข้อ
10. ทักษะการทดลอง	จำนวน	8 ข้อ

แบบประเมิน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล(ของผู้เชี่ยวชาญ).....ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง

โปรดประเมินความสอดคล้องของข้อคำถาม ตัวเลือก กับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความคิดเห็นของท่านและหากมีข้อแนะนำเพิ่มเติม โปรดเขียนลงในช่องหมายเหตุ

ข้อ	ทักษะ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
1	การสังเกต	.....	.....	.....	
2	การสังเกต	.....	.....	.....	
3	การสังเกต	.....	.....	.....	
4	การสังเกต	.....	.....	.....	
5	การสังเกต	.....	.....	.....	
6	การสังเกต	.....	.....	.....	
7	การสังเกต	.....	.....	.....	
8	การสังเกต	.....	.....	.....	
9	การวัด	.....	.....	.....	
10	การวัด	.....	.....	.....	
11	การวัด	.....	.....	.....	
12	การวัด	.....	.....	.....	
13	การวัด	.....	.....	.....	
14	การวัด	.....	.....	.....	
15	การวัด	.....	.....	.....	
16	การวัด	.....	.....	.....	
17	การจำแนกประเภท	.....	.....	.....	
18	การจำแนกประเภท	.....	.....	.....	
19	การจำแนกประเภท	.....	.....	.....	
20	การจำแนกประเภท	.....	.....	.....	
21	การจำแนกประเภท	.....	.....	.....	

ข้อ	ทักษะ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
22	การจำแนกประเภท	.....	.....	.....	
23	การจำแนกประเภท	.....	.....	.....	
24	การจำแนกประเภท	.....	.....	.....	
25	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	.....	.....	.....	
26	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	.....	.....	.....	
27	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	.....	.....	.....	
28	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	.....	.....	.....	
29	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	.....	.....	.....	
30	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	.....	.....	.....	
31	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	.....	.....	.....	
32	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	.....	.....	.....	
33	การคำนวณ	.....	.....	.....	
34	การคำนวณ	.....	.....	.....	
35	การคำนวณ	.....	.....	.....	
36	การคำนวณ	.....	.....	.....	
37	การคำนวณ	.....	.....	.....	
38	การคำนวณ	.....	.....	.....	
39	การคำนวณ	.....	.....	.....	
40	การคำนวณ	.....	.....	.....	
41	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	.....	.....	.....	
42	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	.....	.....	.....	
43	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	.....	.....	.....	
44	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	.....	.....	.....	

ข้อ	ทักษะ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
45	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	.....	.....	.....	
46	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	.....	.....	.....	
47	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	.....	.....	.....	
48	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	.....	.....	.....	
49	การลงความเห็นจากข้อมูล	.....	.....	.....	
50	การลงความเห็นจากข้อมูล	.....	.....	.....	
51	การลงความเห็นจากข้อมูล	.....	.....	.....	
52	การลงความเห็นจากข้อมูล	.....	.....	.....	
53	การลงความเห็นจากข้อมูล	.....	.....	.....	
54	การลงความเห็นจากข้อมูล	.....	.....	.....	
55	การลงความเห็นจากข้อมูล	.....	.....	.....	
56	การลงความเห็นจากข้อมูล	.....	.....	.....	
57	การพยากรณ์	.....	.....	.....	
58	การพยากรณ์	.....	.....	.....	
59	การพยากรณ์	.....	.....	.....	
60	การพยากรณ์	.....	.....	.....	
61	การพยากรณ์	.....	.....	.....	
62	การพยากรณ์	.....	.....	.....	
63	การพยากรณ์	.....	.....	.....	
64	การพยากรณ์	.....	.....	.....	
65	การตั้งสมมติฐาน	.....	.....	.....	
66	การตั้งสมมติฐาน	.....	.....	.....	
67	การตั้งสมมติฐาน	.....	.....	.....	
68	การตั้งสมมติฐาน	.....	.....	.....	
69	การตั้งสมมติฐาน	.....	.....	.....	
70	การตั้งสมมติฐาน	.....	.....	.....	
71	การตั้งสมมติฐาน	.....	.....	.....	
72	การตั้งสมมติฐาน	.....	.....	.....	
73	ทักษะการทดลอง	.....	.....	.....	

ข้อ	ทักษะ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
74	ทักษะการทดลอง	.....	.....	.....	
75	ทักษะการทดลอง	.....	.....	.....	
76	ทักษะการทดลอง	.....	.....	.....	
77	ทักษะการทดลอง	.....	.....	.....	
78	ทักษะการทดลอง	.....	.....	.....	
79	ทักษะการทดลอง	.....	.....	.....	
80	ทักษะการทดลอง	.....	.....	.....	

ข้อแนะนำและข้อวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

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

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร หลังจากที่นักเรียนได้เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ครบทุกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีทั้งหมด 30 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง , เห็นด้วย , ไม่แน่ใจ , ไม่เห็นด้วย , ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แบบสอบถามนี้มุ่งประเมินความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนใน 2 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (10 ข้อ)
2. การแสดงออกต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ
 - 2.1 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (10 ข้อ)
 - 2.2 การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (10 ข้อ)

แบบสอบถามนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจาก แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ของ ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ อรุมา ละมุล ภาวดี เกตุกุ ซึ่งเนื้อหาของข้อคำถามมีทั้งเชิงบวก และเชิงลบ

ข้อคำถามเชิงบวก มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1 คะแนน

ข้อคำถามเชิงลบ มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้	2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5 คะแนน

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เรื่อง การผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ชื่อ – สกุล(ของผู้เชี่ยวชาญ).....ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง

โปรดประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามกับพฤติกรรมความรู้สึกที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดให้

+1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง ลักษณะของข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่ต้องการวัด

ข้อที่	ลักษณะข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1	เชิงบวก	.....	.....	.....	
2	เชิงบวก	.....	.....	.....	
3	เชิงบวก	.....	.....	.....	
4	เชิงบวก	.....	.....	.....	
5	เชิงบวก	.....	.....	.....	
6	เชิงลบ	.....	.....	.....	
7	เชิงบวก	.....	.....	.....	
8	เชิงลบ	.....	.....	.....	
9	เชิงบวก	.....	.....	.....	
10	เชิงลบ	.....	.....	.....	
11	เชิงลบ	.....	.....	.....	
12	เชิงลบ	.....	.....	.....	
13	เชิงบวก	.....	.....	.....	
14	เชิงบวก	.....	.....	.....	
15	เชิงบวก	.....	.....	.....	
16	เชิงบวก	.....	.....	.....	
17	เชิงบวก	.....	.....	.....	
18	เชิงบวก	.....	.....	.....	
19	เชิงบวก	.....	.....	.....	

ข้อที่	ลักษณะข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
20	เชิงลบ	.....	.....	.....	
21	เชิงบวก	.....	.....	.....	
22	เชิงบวก	.....	.....	.....	
23	เชิงบวก	.....	.....	.....	
24	เชิงบวก	.....	.....	.....	
25	เชิงบวก	.....	.....	.....	
26	เชิงบวก	.....	.....	.....	
27	เชิงบวก	.....	.....	.....	
28	เชิงบวก	.....	.....	.....	
29	เชิงบวก	.....	.....	.....	
30	เชิงบวก	.....	.....	.....	

ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

()

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

แบบประเมิน แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินแบบความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร ในขณะที่นักเรียนเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ทูบบทปฏิบัติการ

คำชี้แจง

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินจากสภาพจริง โดยครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินนักเรียนเมื่อเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ทูบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบประเมินนี้ใช้เกณฑ์ Rubric มีการให้คะแนนแบบมาตราส่วนประเมินค่า 3 อันดับ ได้แก่ คะแนน 1, 2, 3, แบบประเมินประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ประเมินพฤติกรรมการนำเสนอ 3 รูปแบบ คือ

1. การเขียนรายงาน ใช้สำหรับประเมินเป็นกลุ่ม แบ่งออกเป็น 7 ด้าน
 - 1.1 จุดประสงค์ของการทดลอง
 - 1.2 วัสดุอุปกรณ์
 - 1.3 วิธีการทดลอง
 - 1.4 การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง
 - 1.5 การสรุปผลการทดลอง
 - 1.6 การจัดกระทำข้อมูล
 - 1.7 ข้อเสนอแนะ
2. การรายงานด้วยวาจา ใช้สำหรับประเมินเป็นกลุ่ม แบ่งออกเป็น 7 ด้าน
 - 2.1 การจัดระบบการรายงาน
 - 2.2 การใช้ภาษา
 - 2.3 การใช้ลีลาของเสียง
 - 2.4 การใช้ลีลาท่าทางประกอบ
 - 2.5 การใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบ
 - 2.6 การสื่อความหมายข้อมูล
 - 2.7 การรายงานตามเวลาที่กำหนด
3. แฟ้มสะสมงาน ใช้สำหรับประเมินเป็นรายบุคคล แบ่งออกเป็น 8 ด้าน
 - 3.1 ความเข้าใจในกิจกรรม
 - 3.2 คุณภาพของวิธีดำเนินการทดลอง

- 3.3 การบันทึกผลการทดลอง
- 3.4 การสรุปผลการทดลอง
- 3.5 การรายงานผลการทดลอง
- 3.6 การค้นคว้าเพิ่มเติม
- 3.7 การนำเสนองาน
- 3.8 ประโยชน์

แบบประเมินนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของภาวดี เกตุกุ และจิตฐิพร ศิริตานนท์ ซึ่งเนื้อหาของข้อคำถามจะเกี่ยวข้องกับการทดลอง

แบบประเมิน แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ - สกุล(ของผู้เชี่ยวชาญ).....ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง

โปรดประเมินความสอดคล้อง และความเหมาะสมของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมาย ที่แสดงระดับน้ำหนักความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดให้

+1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ใช้ในการประเมิน

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
1. การเขียนรายงาน				
ประเด็นที่ประเมิน				
1.1 จุดประสงค์ของการทดลอง กับเรื่องที่ทำทดลอง มีความสอดคล้องกัน				
1.2 วัสดุอุปกรณ์ สอดคล้องกับวิธีการทดลอง				
1.3 วิธีการทดลอง เป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง และถูกต้องทุกขั้นตอน				
1.4 การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ใช้รูปแบบที่อ่านเข้าใจง่าย และเป็นระเบียบ				
1.5 การสรุปผลการทดลอง มีความถูกต้องสมบูรณ์				
1.6 การจัดกระทำข้อมูล มีลำดับขั้นตอน เป็นระเบียบ และน่าสนใจ				
1.7 ข้อเสนอแนะ มีการระบุข้อบกพร่องจากการทดลอง การศึกษาค้นคว้าต่อไปได้ชัดเจนเหมาะสม				
2. การรายงานด้วยวาจา				
ประเด็นที่ประเมิน				
2.1 การจัดระบบการรายงาน มีการจัดลำดับขั้นตอน แต่ละหัวข้อชัดเจน				

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
2.2 การใช้ภาษา รายงานด้วยภาษาที่ฟังเข้าใจง่ายถูกต้องตามหลักภาษา				
2.3 การใช้ลีลาของเสียง รายงานด้วยน้ำเสียงที่ดังชัดเจนเหมาะสมกับเรื่องราวที่พูด				
2.4 การใช้ลีลาท่าทางประกอบ รายงานโดยใช้ศีรษะ สายตาสีหน้า เหมาะกับบรรยากาศตลอดการรายงาน				
2.5 การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ รายงานโดยมีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ และมีความเหมาะสมกับเรื่องที่รายงาน				
2.6 การสื่อความหมายข้อมูล บรรยายข้อมูลได้ถูกต้องชัดเจนต่อเนื่องทุกตอน ทำให้เข้าใจง่าย				
2.7 การรายงานตามเวลาที่กำหนด รายงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดและได้ความสำคัญครบถ้วน				
3. แฟ้มสะสมงาน				
ประเด็นที่ประเมิน				
3.1 ความเข้าใจในกิจกรรม (การออกแบบการทดลอง, การใช้อุปกรณ์/สารเคมี)				
3.2 คุณภาพของวิธีดำเนินการทดลอง (แสดงวิธีดำเนินการ, มีคำบรรยาย, มีภาพประกอบ)				
3.3 การบันทึกผลการทดลอง (กราฟ, ตาราง, การบรรยาย, แผนภาพ, คำนวณ)				
3.4 การสรุปผลการทดลอง (สรุปอ้างอิง, ย่อสรุป, ระบุความผิดพลาดในการทดลอง, วิเคราะห์ผลการทดลอง)				
3.5 การรายงานผลการทดลอง (การจัดรูปเล่ม, การจัดลำดับขั้นตอน, การค้นคว้าเพิ่มเติม, ข้อเสนอแนะ)				
3.6 การค้นคว้าเพิ่มเติม (ทันต่อเหตุการณ์, แหล่งอ้างอิง, สิ่งพิมพ์ วารสาร)				
3.7 การนำเสนองาน (การจัดรูปแบบ, แผนภาพ, บรรยาย, ชิ้นงาน)				
3.8 ประโยชน์ (สอดคล้องกับเรื่องราว, ข้อเสนอแนะ)				

ข้อแนะนำและข้อวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

()

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

ภาคผนวก ค

- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบ
คุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
- คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบ
คุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง
การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก



พัฒนาโดย
ชลิตา พันธุ์อ่อน

คำแนะนำการใช้บทปฏิบัติการ

การใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีข้อควรปฏิบัติและทำความเข้าใจ ดังนี้

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาขาดแคลนเอกสารและบทปฏิบัติการในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยอาศัยคำอธิบายรายวิชาเลือกเสรีกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์มาพัฒนาแนวคิดในการสร้างบทปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอนซึ่งสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถนำไปปฏิบัติในชีวิตจริงได้

2. ระยะเวลาในการเรียนการสอนในบทปฏิบัติการนี้คือ 18 คาบๆ ละ 50 นาที

3. ผู้เรียนตามบทปฏิบัติการนี้คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเฉพาะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. ผู้สอนที่ใช้บทปฏิบัติการนี้ควรเป็นครู หรืออาจารย์ที่สอนในวิชาวิทยาศาสตร์

5. บทปฏิบัติการนี้ควรใช้ควบคู่กับคู่มือครู แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น

6. ควรดำเนินการสอนเรียงลำดับจากบทปฏิบัติการที่ 1 ไปจนถึงบทปฏิบัติการที่ 7 ซึ่งเป็นบทปฏิบัติการสุดท้าย

7. ในส่วนที่เป็นเนื้อหาและบทปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นได้

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

สาระสำคัญ

ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เป็นผลิตภัณฑ์ประมง หรือเป็นอาหารหมักพื้นเมืองที่แปรรูปโดยผ่านกระบวนการหมัก ซึ่งในปัจจุบันมีหลายชนิดที่คนไทยนิยมรับประทาน เช่น ปลาร้า ปลาจ่อม ปลาแจ่ว ส้มผัก ปลาแปงแดง เป็นต้น

อาหารพื้นเมืองจำพวกปลาหมัก แบ่งออกเป็นกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ตามลักษณะและวิธีการหมักรวมทั้งวัตถุดิบที่ใช้ ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลาทั้งตัวหรือเพียงบางส่วนมาหมักกับเกลือไว้ระยะเวลาหนึ่งอาจเป็นเวลา 2 - 3 วัน หรือนานเป็นปี อาจเติมเครื่องปรุงอื่นๆ เช่น ร้าข้าว ข้าวคั่ว ข้าวหมาก หรือไม่เติมเครื่องปรุงอื่นๆ เลยก็ได้ (fermented fish) เช่น ปลาร้า ปลาแจ่ว ปลาส้ม ส้มผัก ไตปลา เป็นต้น

2. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้ปลา กุ้ง หรือ หอย ใส่เกลือ แล้วนำไปตากแดดหลายครั้งบดให้ละเอียดแล้วนำไปหมักไว้ระยะหนึ่ง จนได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีกลิ่นรสตามต้องการ อาจมีการเติมเครื่องปรุงอื่นๆ เช่น ร้าข้าว ข้าวคั่ว หรือไม่เติมก็ได้ (fermented fish paste) เช่น กะปิ

3. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลามาหมักกับเกลือเป็นเวลานาน เอนไซม์ (Enzyme) จากตัวปลา และจากจุลินทรีย์จะย่อยสลายเนื้อปลาจนกลายเป็นของเหลวที่มีโปรตีนสูง แยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลวอาจมีการปรุงแต่งหรือไม่ปรุงแต่ง (fermented fish sauce) เช่น น้ำปลา บูด

อาหารหมักพื้นเมืองมักจะไม่ช่วยทำให้วัตถุดิบมีคุณค่าทางอาหาร สูงขึ้น เช่น ในถั่วเหลืองซึ่งเป็นพืชมีโปรตีนสูงหลังจากการหมักอาจจะสูญเสียสารอาหารไปได้บางส่วนแต่อย่างไรก็ตามอาหารหมักจะได้รับคุณภาพเพิ่มขึ้น ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายของร่างกายสูงขึ้น ทำให้ร่างกายสามารถดูดซับอาหารต่าง ๆ หลังผ่านการย่อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการบริโภควัตถุดิบที่ผ่านการแปรรูปโดยวิธีอื่น

2. สารพิษถูกทำลายไป หรือความเป็นพิษถูกทำให้ลดน้อยลง

3. เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจน (ในรูปของสารอินทรีย์) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรสชาติของอาหารดีขึ้น



บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

หลักการ

การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก คือ การศึกษาวิเคราะห์และการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เพื่อจำแนกประเภทของอาหารจำพวกปลาหมัก แหล่งผลิต ปริมาณ และกรรมวิธีการผลิต โดยการสัมภาษณ์ หรือสอบถามจากผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ประกอบการ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง รวมทั้งการสังเกตสภาพแวดล้อมทั่วไป ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปปลา โดยการนำปลามาหมักกับเกลือ และวัตถุดิบบางชนิด อาศัยกระบวนการหมักตามวิธีของภูมิปัญญาและเทคโนโลยีท้องถิ่น ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่มีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัว

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ปลาหมักในแต่ละท้องถิ่นมีมากมายหลายประเภท ซึ่งอาจมีกรรมวิธีการผลิต องค์ประกอบ คุณลักษณะ คุณภาพ มาตรฐาน รวมทั้งการเรียกชื่อแตกต่างกันไป ดังนั้น ควรมีการสำรวจ และรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิเคราะห์

จุดประสงค์

เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกชนิด ปริมาณ ลักษณะและประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
2. จำแนกประเภทของผลิตภัณฑ์ปลาหมักพร้อมระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกได้
3. อธิบายสรุปประโยชน์ที่ได้จากการสำรวจและการจำแนกประเภทของผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

วัสดุและอุปกรณ์

1. สมุดบันทึก	1 เล่ม
2. ปากกาหรือดินสอ	1 ด้าม
3. แบบสอบถามข้อมูลของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	1 ชุด

วิธีดำเนินการ

ให้นักเรียนปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ประชุมวางแผน กำหนดบริเวณที่จะทำการสำรวจและออกแบบสอบถามข้อมูลของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

2. สํารวจ สั้กเกต สอบถาม หรือสั้กภาษณ์และสนทนาเกี่ยวกับผลิตภัณ์ปลาหมัก ณ บริเวณที่กำหนด แล้วบันทึกผล
3. นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาจัดประเภท
4. สรุปผลการสำรวจ เขียนรายงาน และนำเสนอผลการสำรวจ



แบบสอบถามข้อมูลผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

1. วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....น.
2. ชื่อผู้ให้ข้อมูล.....อาชีพ.....
3. ประเภทผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

☐ ปลาร้า

☐ ปลาจ่อม

☐ อื่นๆ

☐ ปลาส้ม

☐ แหนมปลา
4. ภูมิสำเนาผู้ผลิต ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....
5. แหล่งผลิต.....
6. จำนวนที่ผลิต.....กิโลกรัม
7. ชนิด ปริมาณ และมูลค่าของผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตได้

ลำดับ ที่	ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	น้ำหนัก กิโลกรัม	ราคา บาท/กิโลกรัม
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			

ลงชื่อ.....ผู้ตอบแบบสอบถาม

รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ชื่อกลุ่ม.....	วันที่..... เดือน.....	พ.ศ.....
ชื่อสมาชิก1.....	ชั้น.....	เลขที่.....
2.....	ชั้น.....	เลขที่.....
3.....	ชั้น.....	เลขที่.....
4.....	ชั้น.....	เลขที่.....
5.....	ชั้น.....	เลขที่.....

จุดประสงค์

- 1.....
- 2.....
- 3.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....



ผลการสำรวจ

ลำดับ ที่	บริเวณที่สำรวจ	ชนิดผลิตภัณฑ์ ปลาหมักที่พบ	ข้อมูลของปลา			ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก				
			ชนิดปลา ที่ใช้	การได้มา	แหล่งที่มา	น้ำหนัก กิโลกรัม	ลักษณะปรากฏ			
							สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
1		1.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		2.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		3.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2		1.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		2.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		3.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3		1.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		2.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		3.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

สรุปผลการสำรวจ

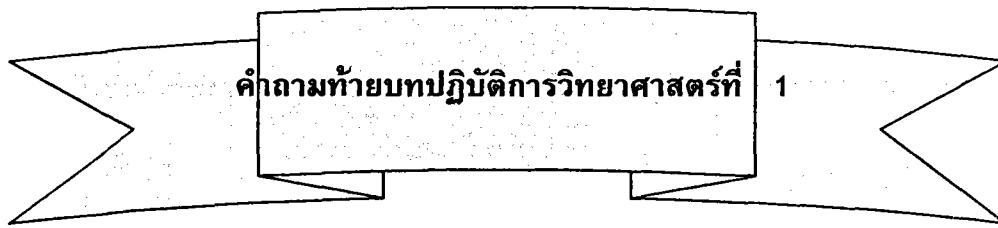
.....

.....

.....

.....

.....



1. ในท้องถื่นของนักเรียนมีอาหารจำพวกปลาหมึกหรือไม่ ถ้ามีได้แก่อะไรบ้าง และมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

2. ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกมีกี่ประเภท อะไรบ้าง และนักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนก

.....

.....

.....

3. ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกในแต่ละท้องถื่นมีลักษณะเหมือน หรือต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

4. ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกมีประโยชน์อย่างไร

.....

.....

.....

5. จากการสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมึกในท้องถื่น ทำให้นักเรียนได้รับประโยชน์หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....



ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

สาระสำคัญ

อาหารหมัก หมายถึง กลุ่มของอาหารที่พิเศษกลุ่มหนึ่ง ซึ่งส่วนประกอบของอาหาร (คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน) ถูกเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในสภาพที่ดีเหมาะสมต่อผู้บริโภคโดยอาศัยการหมัก

การหมัก (Fermentation) มีรากศัพท์มาจากภาษาละติน หมายถึง “การเดือด” การเรียกเช่นนี้เป็นเพราะการหมักส่วนใหญ่ในระยะแรกมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นทำให้เห็นฟองปุดๆ ขึ้นมาลักษณะคล้ายการต้มน้ำให้เดือด ต่อมา เกย์ ลุสแซค (Gays Lussac) ให้คำจำกัดความใหม่ว่า “การหมัก คือ การแตกตัวของสารประกอบคาร์โบไฮเดรต เป็นเอซิลแอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์” ทั้งนี้เพราะในยุคนั้นการทดลองในกระบวนการหมักจะใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก ในปัจจุบัน การหมัก หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของสารอินทรีย์ โดยปฏิกิริยาของเอนไซม์ เพื่อทำให้สารอินทรีย์นั้นเป็นสารที่มีองค์ประกอบง่ายขึ้น รวมทั้งกระบวนการเปลี่ยนแปลงสารประกอบที่องค์ประกอบง่าย ๆ ให้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนด้วย

การหมัก แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การหมักที่ต้องการออกซิเจน (Aerobic fermentation) เช่น การผลิตกรดน้ำส้ม (Acetic acid) กรดมะนาว (Citric acid)

2. การหมักที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Anaerobic fermentation) เช่น การผลิตแอลกอฮอล์

ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เป็นอาหารหมักที่มีกะทิและเกลือและอาจเติมวัตถุดิบบางอย่างลงไปในการหมักด้วย เช่น ข้าวคั่ว ข้าวสุก ยางมะละกอ สับปะรด ข้าวแดง กระเทียม เป็นต้น ในระหว่างการหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารจำพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และสารอินทรีย์ชนิดอื่นๆ โดยการกระทำของจุลินทรีย์ และ/หรือ จากการกระทำของเอนไซม์จากอาหารที่ใช้ในการหมัก ผลจากการหมักจะเกิดการดัดแปลงทำให้อาหารหมักมีสภาพเป็นกรด มีรสเปรี้ยว สามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานาน

ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีดังนี้

1. วัตถุดิบ

วัตถุดิบในการหมักปลา ได้แก่ ปลา เกลือ คาร์โบไฮเดรต เช่น ข้าวคั่ว รำข้าว

1.1 ปลา ขนาดของปลาจะมีผลต่อระยะเวลาของการหมักและปริมาณเกลือที่ต้องใช้ ปลาขนาดใหญ่จะใช้เวลานานและต้องการปริมาณเกลือมากกว่า ชนิดของปลาก็มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่นกัน

1.2 เกลือ มีผลต่อการหมักและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเกลือจะไปดึงน้ำออกจากอาหารจนถึงจุดที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ในขณะที่เดียวกันเกลือกก็จะมีซึมเข้าสู่อาหารอาจจะมากพอที่จะทำให้ละลายหรือ

ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เนื่องจากเกลือทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์เกิด พลาสโมไลซิส (Plasmolysis) ยกเว้นในจุลินทรีย์พวกที่ชอบเกลือหรือทนเกลือได้

1.3 คาร์โบไฮเดรต เป็นแหล่งของคาร์บอนที่นิยมใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์ปลา ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวบดละเอียด ข้าวเปลือกข้าวบดละเอียด ข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวหนึ่ง ข้าวหมาก ข้าวแดง น้ำตาล สับปะรด เป็นต้น

2. จุลินทรีย์

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหารที่สำคัญมี 3 ชนิด ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และรา โดยมีบทบาทสำคัญในอาหารแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ

1. จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักอาหารและการถนอมอาหาร
2. จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการทำให้อาหารเน่าเสีย
3. จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการทำให้อาหารเป็นพิษ

แบคทีเรีย เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น มีหลายชนิด เช่น ไมโครค็อกคัส (*Micrococcus*) แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus*) สเตรปโตค็อกคัส (*Streptococcus*) เป็นต้น

สำหรับกระบวนการหมักนั้นจะมีแบคทีเรียที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

2.1 โปรตีโอไลติก แบคทีเรีย (Proteolytic bacteria) เป็นแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีน ในกระบวนการหมักจำเป็นต้องอาศัยจุลินทรีย์บางชนิดในการย่อยสลายโปรตีน เช่น บาซิลลัส ซับติลิส (*Bacillus subtilis*) และ บาซิลลัส ไลเคนนิฟอร์มิส (*B. licheniformis*)

2.2 แลคติก แอซิด แบคทีเรีย (Lactic acid bacteria) เป็นแบคทีเรียที่หมักน้ำตาลแล้วได้กรดแลคติก ได้แก่ สกุก แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus*) เช่น แลคโตบาซิลลัส บรีวิส (*L. brevis*)

3. เอนไซม์

เอนไซม์เป็นตัวการสำคัญในกระบวนการหมัก และยังเป็นสาเหตุของการเน่าเสียของปลา เช่น เอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง คือ โปรตีเนส (Proteinase) และ ไลเปส (Lipase)

4. สภาวะที่เกี่ยวข้อง

4.1 ความเป็นกรด-เบส (pH) การควบคุมความเป็นกรด-เบส จะช่วยควบคุมทั้งชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ เพราะความเป็นกรด-เบส ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะต่างกัน

4.2 สารอาหารที่จุลินทรีย์ใช้เป็นแหล่งพลังงาน จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการสารอาหารแตกต่างกัน

4.3 ปริมาณออกซิเจนมีผลต่อชนิดและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในอาหาร

4.4 อุณหภูมิ จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญหรือในการสร้างเอนไซม์แตกต่างกัน

4.5 ปริมาณเกลือ มีผลในการเลือกชนิดของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในการหมัก ถ้าใช้ปริมาณเกลือสูงมาก พวกที่เจริญได้คือพวกชอบเกลือ (Halophiles) เท่านั้น การทำผักดองจะใช้เพื่อช่วยดึงน้ำออกจากผักและทำให้แบคทีเรียแลคติกเจริญได้ดี การทำน้ำปลาใช้เกลือปริมาณสูงเพื่อทำลายแบคทีเรียที่ทำให้

เกิดการเน่าเสีย พิวทรีแฟคทีฟ แบคทีเรีย (Putrefactive bacteria) เกลือจะลดปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีนด้วย ทำให้ต้องใช้เวลาในการหมักนาน

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ผลิตภัณฑ์ปลาหมักมีหลายชนิด อาจมีคุณภาพแตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ควรตรวจสอบ มี 3 ด้าน ดังนี้

1. การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยใช้ประสาทสัมผัส คือ ชิมรส ดมกลิ่น การสัมผัส และการมองเห็น เพื่อนำผลการตรวจสอบมารวมเป็นคุณภาพรวมทั้งหมดเกี่ยวกับลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม



ภาพประกอบ 1 แสดงการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพโดยใช้ประสาทสัมผัส

2. การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า ไฟเบอร์ เกลือ ปริมาณน้ำอิสระ กรดแลคติก และความเป็นกรด-เบส โดยใช้วิธีการทางเคมีซึ่งมีทั้งเครื่องมืออย่างง่ายตรวจสอบได้ง่าย และเครื่องมือระดับสูงที่มีขั้นตอนหลายขั้นในการตรวจสอบ เช่น

2.1 การวิเคราะห์หาโปรตีน

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนทำได้หลายวิธี วิธีที่ใช้กันมาก เช่น วิธีเจลดาล วิธีไบยูเรต เป็นต้น รายละเอียดการวิเคราะห์ของแต่ละวิธีมีดังนี้

2.1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธีเจลดาล มีวิธีการ ดังนี้

การวิเคราะห์หาโปรตีน ด้วยวิธีเจลดาล (Kjeldahl Method)

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในขวดย่อยและเติม ซีลีเนียม รีเอเจนท์ มิกซ์เจอร์ (Selenium reagent mixture) 1 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc.Sulfuric acid) 25 มิลลิลิตร (ถ้าใช้ตัวอย่างมากกว่า 2.2 กรัม ให้เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น เพิ่มขึ้นอีก 10 มิลลิลิตร ทุกๆ 1 กรัมของตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น) หมุนขวดย่อยและกลั่นให้ผสมกัน แล้วนำไปย่อยในตุ้คว้น ต้มด้วยความร้อนอ่อนๆ จนกระทั่งหมดฟอง เพิ่มไฟให้แรงขึ้นย่อยจนกระทั่งน้ำยาเปลี่ยนเป็นใส แล้วต้มต่อไปอีก 30 นาที ปล่อยให้เย็นนำไปกลั่นเพื่อจับแอมโมเนีย นำสิ่งตกค้างได้ไปไทเทรตกับ 0.1 นอร์มัล กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เมื่อถึงจุดสมมูล (end point) น้ำยาจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณ

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \frac{0.0014 \times A \times (B - C) \times 100 \times 6.25\%}{0.1 \times D}$$

- A = ความเข้มข้นของซัลฟูริก แอซิด (Sulfuric acid) (นอร์มัล)
 B = ซัลฟูริก แอซิด ที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
 C = ซัลฟูริก แอซิด ที่ใช้ในการไตเตรทกับ Blank (มิลลิลิตร)
 D = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

2.1.2 การวิเคราะห์หาโปรตีน โดยวิธีไบยูเรต (Biuret Method) มีวิธีการ ดังนี้

นำสารละลายที่ต้องการหาโปรตีนไปทำปฏิกิริยากับสารละลายไบยูเรต (1.5 กรัม $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 6 กรัม $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ละลายน้ำ 500 มิลลิลิตร เติม 10% NaOH 300 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำเป็น 1 ลิตร) ประมาณ 20 - 25 หยด จะได้สารประกอบเชิงซ้อนสีม่วง หรือ นำสารละลายที่ต้องการหาโปรตีน 1 มิลลิลิตร (อาหาร 1 กรัม บดผสมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร) ไปทำปฏิกิริยากับสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) (II) 0.1 โมล/ลิตร ใช้ผลึกคอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 25 กรัม ทำให้ละลายในน้ำกลั่น จนมีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร) จำนวน 5 หยด และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 โมล/ลิตร (ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม ทำให้ละลายในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร) จำนวน 10 หยด จะได้สารประกอบเชิงซ้อนสีม่วง หรือน้ำเงินอมม่วง



ภาพประกอบ 2 แสดงการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีโดยหาโปรตีนด้วยไบยูเรต

2.2 การวิเคราะห์หากรดแลคติก โดยวิธีของแอสโซซิเอชัน ออฟฟิเชียล อะนาไลติคอล เคมีส (Association Official Analytical Chemist : A O A C) มีวิธีการ ดังนี้

นำตัวอย่างที่บดละเอียด 3 กรัม ใส่ในพลาสติกกรวย ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด 2 นาที เพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่นที่ต้มแล้ว (ต้มเดือด 20 นาที) จนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาไลน์ 5-6 หยด เป็นอินดิเคเตอร์นำไปไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้

จุดสมมูล มีสีชมพูอ่อนๆ จดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการไทเทรต แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรด โดยเทียบกรดทั้งหมดเป็นกรดแลคติก ตามสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก} = \frac{\text{มิลลิลิตรของ NaOH} \times \text{Normality ของ NaOH} \times 90.09 \times 100}{\text{ปริมาณตัวอย่างเป็นกรัม} \times 1000}$$

2.3 การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-เบส

2.3.1 การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-เบส โดยใช้วิธีของแอสโซซิเอชันออฟฟิเชียลอะนาไลติคอล เคมีส (Association Official Analytical Chemist : A O A C) มีวิธีการ ดังนี้

นำตัวอย่าง 3 กรัม บดให้ละเอียดเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้ววัดความเป็นกรด-เบส โดยใช้เครื่องวัดพี เอช (pH Meter)



ภาพประกอบ 3 แสดงการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีโดยหาความเป็นกรด-เบส ด้วยเครื่องวัดพี เอช

2.3.2 การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-เบส โดยใช้พี เอช เปเปอร์ (pH Paper) มีวิธีการ ดังนี้

นำตัวอย่าง 3 กรัม บดให้ละเอียด เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้ววัดความเป็นกรด-เบส โดยใช้กระดาษวัดพี เอชจุ่มลงในสารละลาย แล้วเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีของกระดาษกับ สีมาตรฐานและเทียบค่าเป็นตัวเลข



ภาพประกอบ 4 แสดงการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีโดยหาความเป็นกรด-เบส ด้วยกระดาษวัด พี เอช

3. การตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา ได้แก่ หาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแลคติก และจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติก โดยตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางชีวเคมีที่สำคัญ ใช้วิธีการดังนี้

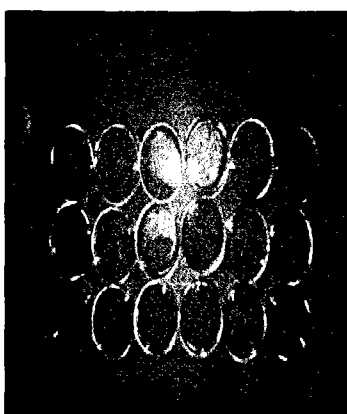
3.1 การตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยวิธีการนับจำนวนแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด มีวิธีการตรวจสอบดังนี้

1) การเตรียมตัวอย่าง ทำโดย ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธีปลอดเชื้อ (Aseptic technique) แล้วเติมสารละลายเจือจาง (Peptone water) ที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้วลงไป 225 มิลลิลิตร บั่นตัวอย่างให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นตัวอย่างสโหมัตเซอร์ (Stomacher) จะได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1:10 จากนั้นทำการเจือจางลงครึ่ง 10 เท่า จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

2) ใช้วิธีพอร์เพลทเทคนิค (Pour plate technique) โดยการปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่างๆ กัน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ค่อยๆ เทอาหารเลี้ยงเชื้อเพลทเคาน์อะการ์ (Plate count agar) ลงไป ให้มีปริมาตรประมาณ 18-20 มิลลิลิตร ค่อยๆ เขย่าให้ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกัน ทำซ้ำระดับความเจือจางละ 2 ชั้น นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

3) คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี นับจำนวนด้วยเครื่องนับโคโลนี (Colony counter)

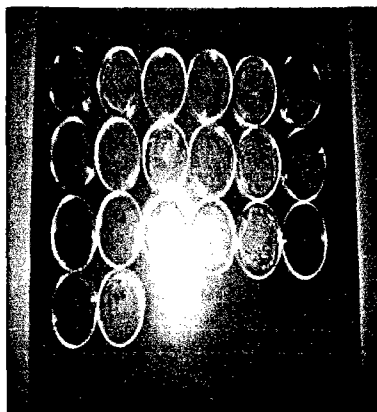
4) หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่นับได้ในแต่ละระดับความเจือจาง คูณด้วยค่าความเจือจาง (Dilution factor) ของระดับความเจือจางที่นับได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/G)



ภาพประกอบ 5 แสดงการตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาโดยหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ด้วยการนับจำนวน โคโลนีระหว่าง 30 – 300 โคโลนี

3.2 การตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียแลคติก

- 1) การเตรียมตัวอย่าง ทำเช่นเดียวกับการหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด
- 2) ใช้วิธีพอร์เพลทเทคนิค (Pour plate technique) โดยการปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่างๆ กัน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ค่อยๆ รินอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar + 2 เปอร์เซ็นต์ CaCO_3 + 0.004 เปอร์เซ็นต์ บลอมครีซอล เพอร์เพิล (Bromcresol purple) ลงไป ให้มีปริมาตรปริมาณ 18 - 20 มิลลิลิตร ค่อยๆ เขย่าให้ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกัน ทำซ้ำระดับความเจือจางละ 2 ชั้น นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง
- 3) นับจำนวนโคโลนีเฉพาะที่สามารถสร้างบริเวณใส (Clear zone) และอาหารเลี้ยงเชื้อรอบโคโลนีเปลี่ยนเป็นสีเหลือง
- 4) หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่นับได้ในแต่ละระดับความเจือจาง คูณด้วยค่าความเจือจาง (Dilution factor) ของระดับความเจือจางที่นับได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียแลคติกต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g)



ภาพประกอบ 6 แสดงการตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาโดยหาปริมาณแบคทีเรียแลคติก ด้วยการนับจำนวนโคโลนีที่สร้างบริเวณใส

3.3 การจำแนกแบคทีเรียแลคติก

ใช้วิธีการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมี โดยการตรวจสอบการติดสีแกรม ซึ่งมีวิธีการดังนี้

เขี่ยเชื้อบริสุทธิ์ลงบนแผ่นสไลด์ ย้อมสีด้วยสารละลายคริสตัลไวโอเลต (Crystal violet) เป็นเวลา 1 นาที เทสีทิ้งพร้อมทั้งหยดสารละลายไอโอดีน นาน 1 นาที เทสารละลายไอโอดีนทิ้ง พร้อมทั้งหยดอซิโตนแอลกอฮอล์ ล้างแผ่นสไลด์ด้วยน้ำกลั่น แล้วจึงย้อมสีด้วยสารละลายซาฟรานีน โอ (Safranin O) เป็นเวลา 1 นาทีล้างสีด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง ซับแผ่นสไลด์ให้แห้งนำไปตรวจสอบลักษณะของเซลล์ การจัดเรียงตัวโดยใช้กล้องจุลทรรศน์



ภาพประกอบ 7 แสดงการตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาโดยจำแนกแบคทีเรียแลคติก ด้วยการย้อมสีแบบแกรม

หลังจากตรวจสอบคุณสมบัติ ทั้ง 3 ด้าน ด้วยวิธีการต่างๆ แล้ว นำผลที่ได้จากการตรวจสอบมาประเมินคุณภาพโดยเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะสูงสุด ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดและแสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณภาพนำมาใช้ประโยชน์หรือบริโภคได้ แต่ถ้าผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับของผู้บริโภค ก็หมายความว่าผลิตภัณฑ์นั้นไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพต่ำไม่เหมาะที่จะนำมาบริโภค ควรระมัดระวังและหลีกเลี่ยงหรืองดบริโภคเพื่อความปลอดภัย



บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

หลักการ

การผลิต ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก หรืออาหารปลาหมักโดยทั่วไปมีหลักการสำคัญ คือ การนำปลามาหมักเกลือ อาจเติมเครื่องปรุงอื่นๆ ได้แก่ ข้าวคั่ว ร้า ข้าวสุก กระเทียม ฯลฯ หรือไม่เติมเครื่องปรุงอื่นๆ เลยก็ได้ แล้วหมักไว้ระยะเวลาหนึ่งก็จะได้ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เช่น ปลาร้า ปลาซ้มน้ำ ปลาจ่อม และแหนมปลา ฯลฯ มีการเติมข้าวคั่วหรือร้า ข้าวสุก และกระเทียม บางชนิดหมักไว้ 2-3 วัน บางชนิดก็หมักเป็นเดือนหรือเป็นปีก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก แต่น้ำปลาจะไม่เติมเครื่องปรุงอื่นๆ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ได้จึงมีลักษณะและคุณภาพแตกต่างกัน

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก คือ การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ที่สามารถตรวจสอบได้โดยใช้ประสาทสัมผัส ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีทดสอบทั้งด้วยวิธีการอย่างง่ายและอย่างละเอียด

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ทั้ง 3 ด้าน มีวิธีการดังนี้

1. การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพที่สามารถตรวจสอบได้อย่างง่ายๆ เช่น ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ตรวจสอบโดยใช้ประสาทสัมผัส ได้แก่ ตา จมูก ลิ้น และมือสัมผัส
2. การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีที่ตรวจสอบได้ เช่น ความเป็นกรด-เบส กรดแลคติก และโปรตีน ตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางเคมีทั้งวิธีง่ายและวิธีที่ยาก
3. การตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาที่ตรวจสอบได้ เช่น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณแบคทีเรียแลคติก ตรวจสอบโดยใช้วิธีการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางชีวเคมี ด้วยการย้อมสีแบบแกรม

จุดประสงค์

เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. ทดลองและสรุปหลักการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
2. ทดลองและสรุปหลักการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
3. สรุปเปรียบเทียบข้อแตกต่างของการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักแต่ละชนิด และการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักแต่ละวิธีได้

เวลาที่ใช้ 200 นาที

วัสดุและอุปกรณ์

1. มีด	1	ด้าม
2. เขียง	1	อัน
3. โกร่งบดสาร	1	ชุด
4. กะละมัง ขนาดเล็ก	4	ใบ
5. ถุงมือ	4	คู่
6. เครื่องชั่ง	1	เครื่อง
7. บีกเกอร์ ขนาด 50 , 100 มิลลิลิตร อย่างละ	1	ใบ
8. ข้อนตักสาร	1	อัน
9. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร	1	ใบ
10. หลอดหยด	2	หลอด
11. หลอดฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร	1	หลอด
12. ขวดโหลสะอาดลวกน้ำร้อน ขนาด 500 กรัม	4	ใบ
13. หลอดทดลอง ขนาด 10 มิลลิลิตร	12	หลอด
14. กระดาษวัด พี เอช	1	ม้วน
15. ถังพลาสติก ขนาด 9 × 14 เซนติเมตร	3	ใบ
16. แท่งแก้วคน	1	แท่ง
17. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1	ชุด
18. จานพลาสติกขนาดเล็ก	8	ใบ
19. กระเทียมบดละเอียด	60	กรัม
20. ข้าวสุกบด	125	กรัม
21. ข้าวคั่ว	100	กรัม
22. เกลือสินเธาว์	207.5	กรัม
23. ปลาน้ำจืด (ขนาดเล็ก 500 กรัม, กลาง 250 กรัม, และใหญ่ 250 กรัม)	1	กิโลกรัม
24. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ภัตตาคารปลาหมัก (ปลาร้า ปลาส้ม ปลาจ่อม แหนมปลา) อย่างละ	100	กรัม
25. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.5 นอร์มัล	100	มิลลิลิตร
26. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล	100	มิลลิลิตร
27. แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส	30	ชุด
28. สไลด์ชุดปฏิบัติการตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	1	ชุด
29. สไลด์ชุดปฏิบัติการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี (การหากรดแลคติก) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	1	ชุด
30. สไลด์ชุดปฏิบัติการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี (การหาปริมาณโปรตีน) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	1	ชุด

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 วิธีการผลิตปลาหมัก

1. นำปลาขนาดเล็กที่ควักไส้ชอดเกล็ดตัดหัว และล้างน้ำสะอาด 500 กรัม แบ่งเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน
2. เติมเกลือลงในปลาแต่ละส่วนๆ ละ 75 กรัม คลุกเคล้าให้เข้ากัน
3. นำปลาส่วนที่ 1 บรรจุลงในขวดโหลอัดให้แน่นปิดฝาให้สนิททิ้งไว้ 1 คืน แล้วนำออกมาเติมข้าวคั่ว 25 กรัม คลุกเคล้าให้เข้ากันบรรจุลงในขวดโหลทับด้วยถุงพลาสติกที่บรรจุเกลือปิดฝาขวดทิ้งไว้ต่อไปอีกจนครบ 21 วัน สังเกตลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และบันทึกผล
4. เติมกระเทียมสับละเอียด 25 กรัม ข้าวคั่ว และข้าวสุกบดอย่างละ 75 กรัม ลงในปลาส่วนที่ 2 คลุกเคล้าให้เข้ากัน บรรจุลงในขวดโหลอัดให้แน่นปิดฝาให้สนิททิ้งไว้จนครบ 5 วัน สังเกตลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และบันทึกผล
5. นำปลาขนาดกลาง ที่ควักไส้ ชอดเกล็ด ตัดหัว และล้างน้ำสะอาด 250 กรัม
6. เติมเกลือ 50 กรัม กระเทียมสับละเอียดและข้าวสุกบดอย่างละ 25 กรัม ลงในปลาคลุกเคล้าให้เข้ากัน บรรจุลงในขวดโหลอัดให้แน่นปิดฝาให้สนิท
7. ทิ้งไว้ให้ครบ 7 วัน สังเกตลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และ บันทึกผล
8. นำปลาขนาดใหญ่ ที่ควักไส้ ชอดเกล็ด ตัดหัว และล้างน้ำสะอาดแล้วเป็น 2 ซีกซูดเอาแต่เนื้อ 250 กรัม
9. เติมเกลือและกระเทียมสับละเอียดอย่างละ 7.5 กรัม ข้าวสุกบด 25 กรัม ลงในปลาคลุกเคล้าให้เข้ากันนวดให้เหนียว บรรจุใส่ถุงพลาสติก และบรรจุลงในขวดโหลอัดให้แน่นปิดฝาให้สนิท
10. ทิ้งไว้ให้ครบ 3 วัน สังเกตลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และ บันทึกผล

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

กิจกรรมที่ 1 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

1. นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมัก (ปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อม และแหนมปลา) แต่ละชนิดให้สมาชิกแต่ละกลุ่มสังเกต สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และแต่ละคนบันทึกผลลงในแบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส

2. รวบรวมผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แล้วสรุปลงตารางบันทึกผล และนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 2 วิธีตรวจสอบความเป็นกรด-เบส

1. ชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมัก 3 กรัม บดให้ละเอียดและเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
2. จุ่มกระดาษวัดพี เอช ลงไป สังเกตการเปลี่ยนสีของกระดาษ เปรียบเทียบสีกับสีมาตรฐานแล้วบันทึกผล
3. ปฏิบัติตามขั้นตอนในข้อ 1-2 แต่เปลี่ยนเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมักชนิดอื่นแทน จนครบทุกชนิด

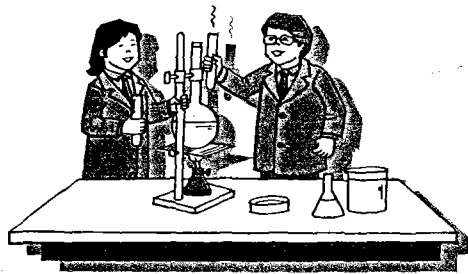
4. สรุปผล และนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 3 วิธีตรวจสอบโปรตีน

1. นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมึก 1 กรัม บดให้ละเอียดแล้วเติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
2. แบ่งใส่หลอดทดลอง 3 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร
3. หลอดที่ 1 หยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 หยด เขย่า สังเกตและบันทึกผล
4. หลอดที่ 2 หยดสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยด เขย่า สังเกตและบันทึกผล
5. หลอดที่ 3 หยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 หยด และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยด

เขย่า สังเกตและบันทึกผล

6. ปฏิบัติตามขั้นตอนในข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมึกชนิดอื่น จนครบทุกชนิด
7. สรุปผล และนำเสนอผลงาน



รายงานผลการทดลองบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ชื่อกลุ่ม.....	วันที่..... เดือน.....	พ.ศ.....
ชื่อสมาชิก 1.....	ชั้น.....	เลขที่.....
2.....	ชั้น.....	เลขที่.....
3.....	ชั้น.....	เลขที่.....
4.....	ชั้น.....	เลขที่.....
5.....	ชั้น.....	เลขที่.....

จุดประสงค์

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 วิธีการผลิตปลาหมัก

ที่	ชนิดปลาหมักที่ผลิต		ลักษณะสังเกต					
	วัตถุดิบที่ใช้	ระยะเวลาหมัก	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม*
1								
2								
3								
4								
* ความชอบรวมมีเกณฑ์พิจารณาดังนี้ (ปรับปรุงจาก : พิมพา อุดมรัตน์. 2542 : 55) ไม่ชอบมากที่สุด ไม่ชอบปานกลาง เฉยๆ ชอบปานกลาง ชอบมากที่สุด ไม่ชอบมาก ไม่ชอบเล็กน้อย ชอบเล็กน้อย ชอบมาก								

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 1

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

กิจกรรมที่ 1 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

ผลิตภัณฑ์.....(ปลาร้า , ปลาส้ม , ปลาจ่อม , แหนมปลา)

ลักษณะสังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส					รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย	เกณฑ์ ตัดสิน
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
สี								
กลิ่น								
รสชาติ								
เนื้อสัมผัส								
ความชอบรวม								

ลักษณะสังเกต ให้คะแนนแต่ละคุณลักษณะและคะแนนความชอบรวม ดังนี้

1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด	2 หมายถึง ไม่ชอบมาก
3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง	4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย
5 หมายถึง เฉยๆ	6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย
7 หมายถึง ชอบปานกลาง	8 หมายถึง ชอบมาก
9 หมายถึง ชอบมากที่สุด	

(ปรับปรุงจาก : พิมพา อุดมรัตน์ (2542 : 55))

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 (กิจกรรมที่ 1)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี (การตรวจสอบความเป็นกรด - เบส)

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมึก	สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดาษ วัด พี เอช	ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 (กิจกรรมที่ 2)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี (การตรวจสอบโปรตีน)

ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ ปลาหมึก	ลักษณะตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ ปลาหมึก ก่อนทดสอบ	สังเกตการเปลี่ยนแปลงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมึกหลังทดสอบ		
		หลอด 1 หยดสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์	หลอด 2 หยดสารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต	หลอด 3 หยดสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต
.....				
.....				
.....				
.....				

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 (กิจกรรมที่ 3)

.....

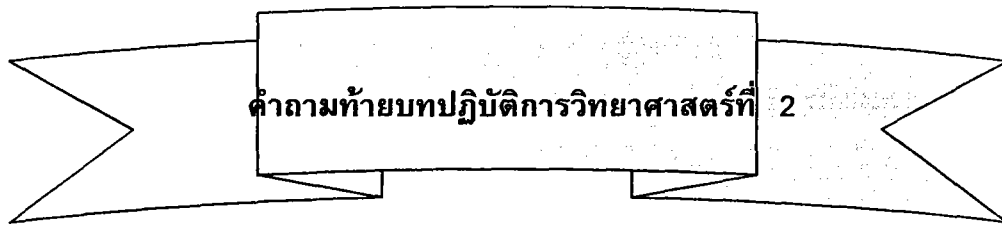
.....

.....

.....

.....





1. ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกมีหลักการและขั้นตอนการผลิต อย่างไร ?

.....

.....

.....

.....

2. ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแต่ละชนิดมีข้อแตกต่างกันอย่างไรบ้าง ?

.....

.....

.....

.....

3. ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อกระบวนการผลิต “ ผลิตภัณฑ์ปลาหมึก ” ?

.....

.....

.....

.....

4. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมึกมีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย ?

.....

.....

.....

.....

5. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแต่ละวิธีมีข้อแตกต่างกันอย่างไร ?

.....

.....

.....

.....

6. ผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่มีคุณภาพตรงตามผู้บริโภคต้องการควรมีลักษณะอย่างไร ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. มีวิธีการใดบ้างที่นักเรียนสามารถตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมักในชีวิตประจำวันได้ อธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ?

.....

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3

เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาร้า

สาระสำคัญ

ผลผลิตจากการประมง เช่น ปลา จะมีการเสื่อมคุณภาพและเน่าเสียได้ตลอดเวลา เริ่มตั้งแต่จับขึ้นมาจากน้ำต่อเนื่องไปจนถึงการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ การเสื่อมคุณภาพและการเน่าเสียที่เกิดขึ้นนี้จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับชนิดของปลาและสภาพแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงนี้มาจากสาเหตุต่างๆ กันซึ่งอาจจะให้ทั้งผลดีและผลเสีย สำหรับผลเสียที่มักเกิดกับอาหารคือ การที่อาหารมีลักษณะและเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไป มีกลิ่นและรสที่ไม่พึงประสงค์ที่เรียกว่า อาหารเสีย ซึ่งเมื่อรับประทานเข้าไปมักจะเกิดโทษ ดังนั้น จึงมีการป้องกันไม่ให้อาหารเสีย ด้วยวิธีการต่างๆ โดยเรียกวิธีการเหล่านั้นว่า การถนอมอาหาร

การหมัก (Fermentation) เป็นวิธีหนึ่งในการถนอมอาหาร โดยการเปลี่ยนแปลงรสชาติและ/หรือลักษณะของอาหาร เพื่อให้เก็บอาหารได้นาน การหมักเป็นการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารบางตัวในอาหารด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์บางชนิด ทำให้ได้อาหารต่างออกไปจากเดิมหรือได้อาหารชนิดใหม่เกิดขึ้นซึ่งสามารถเก็บได้นาน เช่น การทำไวน์จากผลไม้ ผักดองเปรี้ยว และผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ปลาหมักมีหลายชนิด ได้แก่ ปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อม และแหนมปลา เหล่านี้มีกระบวนการหมักแตกต่างกัน เช่น ปลาร้า

กระบวนการหมักปลาร้า

ปลาร้า เป็นอาหารประเภทปลาหมักเกลือและเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการทำงานเอนไซม์ในปลา ร่วมกับเอนไซม์ของจุลินทรีย์ จัดเป็นอาหารหมักพื้นบ้านของคนไทยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ซึ่งนิยมบริโภคกันเฉลี่ยประมาณ 15-40 กรัม/คน/วัน โดยทำจากปลาเกล็ดกับเกลือในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทั้งไ้ระยะหนึ่งจึงนำมาผสมกับข้าวคั่วหรือรำจนกลายเป็นปลาร้า ให้คุณค่าอาหารไม่ว่าจะเป็นโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และเกลือแร่หลายชนิดที่จำเป็นต่อความต้องการของร่างกาย ในปัจจุบันการผลิตปลาร้าได้รับการพัฒนาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปหลายประเภท เช่น ปลาร้าผง ปลาร้าก้อน เป็นต้น

กรรมวิธีการผลิตปลาร้า มีดังนี้

1. เตรียมวัตถุดิบ วัตถุดิบที่ใช้ในการทำปลาร้าที่สำคัญมี 3 อย่างคือ ปลา เกลือ และข้าวคั่วบดหรือรำข้าว
2. การหมักปลา ใช้ปลาเบญจพรรณ เช่น ปลากระดี่ ปลาสร้อย ปลาหมอ และปลาดุกเลี้ยง นำมาขอดเกล็ด ตัดหัว ตัดครีบ ควักไส้ ล้างน้ำให้สะอาด ทั้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ นำมาหมักกับเกลือในอัตราส่วน ปลา : เกลือ เท่ากับ 10:3 โดยน้ำหนัก ทั้งไว้ 1 คืน จึงนำมาผสมข้าวคั่วในอัตราส่วน ปลาต่อข้าวคั่ว 10:1 โดยน้ำหนัก นำไปอัดให้แน่นในขวดโหล ไขไม้ไผ่ขัดปิดฝาให้สนิทหมักไว้จนครบกำหนด หรือจนเป็นปลาร้า

ชนิดของปลาร้า

ปลาร้าโดยทั่วไปจำแนกได้หลายชนิด ดังเกณฑ์ต่อไปนี้

ถ้าจำแนกโดยใช้เครื่องปรุงเป็นเกณฑ์ จะแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. ปลาร้าข้าวคั่ว เป็นปลาหมักเกลือที่ใส่ข้าวคั่ว มีลักษณะเปียก บางชนิดค่อนข้างแห้ง ตัวปลานิ่ม เนื้ออ่อนนุ่ม มีสีเหลืองเข้ม กลิ่นเฉพาะตัว เช่น ปลาร้าปลากระดี่ ปลาร้าปลาเบญจพรรณ ปลาร้าปลาสด ปลาร้าปลาหมอเทศ ปลาร้าชนิดนี้นิยมใช้รับประทานโดยนำมาหลน ปลาร้าทรงเครื่อง น้ำพริกปลาร้า และใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสในอาหารชนิดอื่น

2. ปลาร้ารำ เป็นปลาหมักเกลือที่ใส่รำหรือรำผสมข้าวคั่ว มีลักษณะเป็นน้ำใสสีดำนวล ปลายังเป็นตัว ปลาเนื้อไม่นิ่มมาก มีกลิ่นรุนแรงมากกว่าปลาร้าข้าวคั่ว โดยมากมักทำจากปลาขนาดเล็ก เช่น ปลาสวาย ปลาชิว

ถ้าจำแนกโดยใช้กรรมวิธีการหมักเป็นเกณฑ์ จะแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. ปลาร้าสด มีวิธีการหมักโดยนำปลาที่จะหมักมาทำความสะอาด คลุกเคล้ากับเกลือป่นในอัตราส่วน ปลา : เกลือ 4 : 1 โดยปริมาตร ผึ่งในตะแกรงเพื่อให้แห้ง ตัด แล้วนำมาอัดให้แน่นในภาชนะโองดินเผา หรือถังไม้ ใช้ไม้ไผ่ขัดทับข้างบนเพื่อให้ปลาจมอยู่ใต้ผิวน้ำเกลืออยู่เสมอ ปิดทับด้วยพลาสติก เพื่อป้องกันแมลงวันลงไป ทั้งไว้ 3 เดือน หลังจากนั้นนำปลามาล้างหรือไม่ล้างก็ได้ แล้วนำมาผสมกับข้าวคั่วบดหรือรำ โดยใช้อัตราส่วน ปลา : ข้าวคั่ว เท่ากับ 4 : 1 โดยน้ำหนัก หรืออาจแตกต่างกันไปตามความต้องการของผู้ผลิต จากนั้นนำมาหมักต่อในลักษณะเดิมประมาณ 6 เดือน หรือมากกว่านั้น ระยะเวลาการหมักยิ่งนานจะทำให้กลิ่น รสของปลาร้าดีขึ้น

2. ปลาร้าเน่าหรือปลาร้าลัม ปลาลัม คือ ปลาที่มีลักษณะเกือบเน่า มีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย มีวิธีการทำเหมือนกับการทำปลาสด จะแตกต่างกันตรงที่การใช้ปลา ปลาร้าเน่าจะใช้ปลาที่ตายแล้วเป็นเวลานานจนเกิดการย่อยตัวเอง (Autolysis) มีกลิ่นเหม็น หรืออาจใช้ปลาสด แช่น้ำทิ้งไว้ 12-24 ชั่วโมง ปลาจะมีลักษณะเนื่อมนุ่ม มีกลิ่นไม่ดีและแตกต่างกันตรงช่วงที่ผสมข้าวคั่ว หรือรำ โดยที่ปลาร้าเน่าอาจมีการเติมลงในช่วงที่เริ่มหมักเกลือ หรืออาจใช้ผสมเมื่อต้องการจะขาย

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในการหมักปลาร้า

ในระหว่างการหมักปลาร้าจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี คือ ความเป็นกรด-เบส จะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่เดียวกันปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้น เมื่อเติมข้าวคั่วค่าความเป็นกรด-เบสจะลดลง ปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้น กรดที่สะสมนี้เป็นกรดแลคติก ซึ่งเกิดจากแบคทีเรียย่อยสลายอาหารต่างๆ โดยเฉพาะไกลโคเจนที่มีในเนื้อปลา โดยผ่านกระบวนการไกลโคไลซิส (Glycolysis) ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นนี้เกิดจากแบคทีเรียเปลี่ยนแปลงให้เป็นกรดแลคติก

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักปลาร้า

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักปลาร้า ส่วนใหญ่เป็นพวกแบคทีเรีย ซึ่งในระยะแรกของการหมัก มักพบแบคทีเรียพวก สแตฟฟิโลค็อกคัส (*Staphylococcus*) นอกจากนี้ยังพบบาซิลลัส (*Bacillus*) และ ไมโครค็อกคัส (*Micrococcus*) เชื่อว่าแบคทีเรียเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการช่วยย่อยสลายโปรตีน ในเนื้อปลา ส่วนแบคทีเรียเพดิโอค็อกคัส ฮาโลฟิลัส (*Pediococcus halophilus*) จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น

เรื่อยๆ ตามระยะเวลาในการหมัก โดยเฉพาะเมื่อหมักนาน 3-5 เดือนไปแล้ว และเมื่อสิ้นสุดการหมักจะพบแบคทีเรียชนิดนี้สูงถึงร้อยละ 90 จึงเชื่อว่าแบคทีเรียชนิดนี้มีบทบาทสำคัญในการสร้างกรดและกลิ่น

ประโยชน์ของปลาร้า

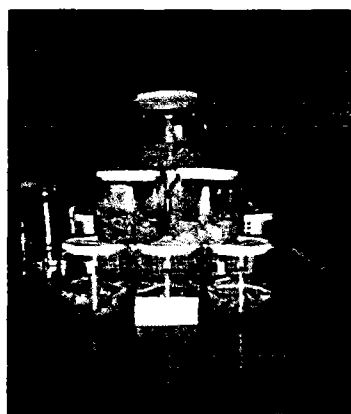
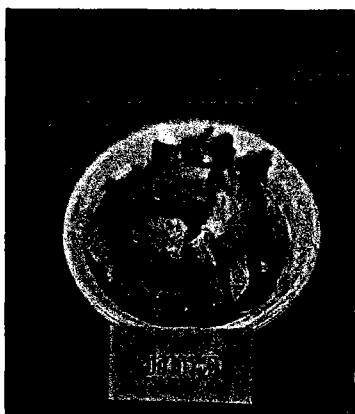
1. เป็นอาหารที่เพิ่มกลิ่น รสชาติในอาหาร
2. ให้คุณค่าอาหาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน เกลือแร่

โทษของปลาร้า

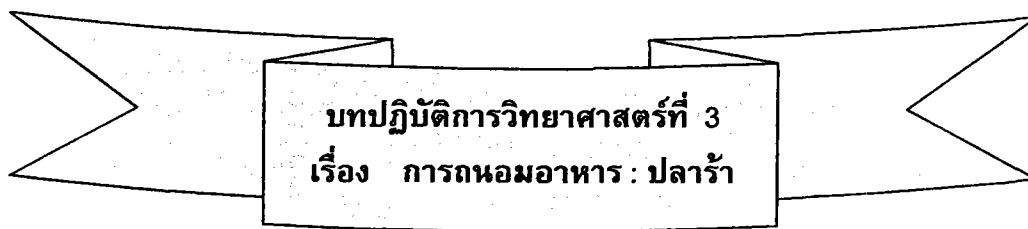
มีรายงานว่าในปลาร้ามีสารไนโตรซามีน (Nitrosamine) ซึ่งคาดว่าเกิดจากกระบวนการผลิตที่ใช้เกลือสินเธาว์ หรือปลาที่มีการปนเปื้อนของไนเตรด ไนไตรต์ ทำปฏิกิริยากับอะมิโนแอซิดหรือกรดอะมิโน ซึ่งมีผลให้เกิดมะเร็งในตับแก่ผู้บริโภคได้

ข้อควรปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคปลาร้า

1. ควรทำปลาร้าให้สุกก่อนรับประทาน
2. ลดปริมาณการเกิดไนโตรซามีนในปลาร้า โดยใช้สารยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาไนโตรเซชัน (Nitrosation) เช่น วิตามินซี วิตามินอี คาร์โบไฮเดรต ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และแอลกอฮอล์
3. ควรตรวจสอบคุณภาพของปลาร้าทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา



ภาพประกอบ 8 แสดงลักษณะปลากะตักสดและผลิตภัณฑ์ปลาร้า



หลักการ

การถนอมอาหารประเภทที่มีโปรตีนสูง เช่น เนื้อปลา กุ้ง หมู และไก่ มีหลายวิธี การหมัก (Fermentation) เป็นวิธีหนึ่งในการถนอมอาหารเหล่านี้ เพื่อช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร ป้องกันการเน่าเสียซึ่งมักจะเกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์บางชนิดและทำให้กลิ่นรสของอาหารชวนรับประทานยิ่งขึ้น ในประเทศไทยมีอาหารหมักที่ทำจากอาหารที่มีโปรตีนสูงหลายชนิด ได้แก่ กะปิ น้ำปลา ไส้กรอก แหนม ปลาต้ม ปลาจ่อม และปลาร้า

ปลาร้า เป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากเนื้อสัตว์จำพวกปลา ซึ่งปัจจุบันได้รับความนิยมจากคนทั่วทุกภาคของไทย แหล่งผลิตปลาร้าส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ การผลิตยังเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนใช้กรรมวิธีอย่างง่าย ๆ โดยการนำปลามาหมักกับเกลือและข้าวคั่วหรือรำ หมักไว้ระยะหนึ่ง ระหว่างหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยการกระทำของจุลินทรีย์และ/หรือการกระทำของเอนไซม์จากอาหารที่ใช้ในการหมัก ทำให้ได้อาหารมีรสชาติต่างออกไปหรือได้อาหารใหม่เกิดขึ้น โดยทั่วไปเรียกว่า ปลาร้า และปลาร้าที่ได้จะมีสี กลิ่น รส ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพมาตรฐานตลอดจนการเรียกชื่อแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ดังนั้นจึงเห็นสมควรทำการศึกษาวิเคราะห์ ตรวจสอบปลาร้าตั้งแต่กระบวนการผลิตจนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบสุขลักษณะของปลาร้าที่บริโภคและเป็นข้อชี้แนะให้ผู้บริโภคเพิ่มความระมัดระวังหรือป้องกันรักษาสุขภาพของตนเองให้มากขึ้นด้วย

จุดประสงค์

เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. ทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตปลาร้าได้
2. ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของปลาร้าได้
3. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตปลาร้าได้
4. นำหลักการการผลิตปลาร้าไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

วัสดุและอุปกรณ์

1. ขวดโหลสะอาดลวกน้ำร้อน ขนาดบรรจุ 500 กรัม	2 ใบ
2. กะละมัง ขนาดเล็ก	2 ใบ
3. เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
4. ถุงมือ	2 คู่
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร	2 ใบ
6. โกร่งบดสาร	1 ชุด
7. แท่งแก้วคน	1 แท่ง
8. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร	1 ใบ
9. จานพลาสติก ขนาดเล็ก	4 ใบ
10. หลอดทดลอง ขนาด 10 มิลลิลิตร	6 หลอด
11. หลอดหยด	2 หลอด
12. หลอดฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร	1 หลอด
13. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 ชุด
14. ปลาน้ำจืด 2 ชนิดๆ ละ	500 กรัม
15. เกลือ 300 กรัม	300 กรัม
16. ข้าวคั่วบดละเอียด	100 กรัม
17. กระดาษวัด พี เอช	1 ม้วน
18. ถุงพลาสติก ขนาด 9 × 14 เซนติเมตร	2 ใบ
19. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 นอร์มัล	10 มิลลิลิตร
20. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 นอร์มัล	20 มิลลิลิตร
21. แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส	10 ชุด

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 วิธีการผลิตปลาร้า

1. ชั่งปลามา $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม (ปลาที่ขอดเกล็ด ควักไส้ ตัดหัวแล้ว)
2. นำไปผสมเกลือ 150 กรัมคลุกเคล้าให้เข้ากัน
3. บรรจุปลาลงในขวดโหลอัดให้แน่นปิดฝาให้สนิททิ้งไว้ 1 คืน
4. นำปลาที่หมักไว้ 1 คืน ออกจากขวดโหลแล้วผสมข้าวคั่ว 50 กรัม
5. บรรจุปลาลงในขวดโหลอัดให้แน่นทับด้วยถุงพลาสติกที่บรรจุเกลือปิดฝาขวดโหลให้สนิททิ้งไว้

21 วัน สังเกตและบันทึกผลแล้วนำเสนอผลงาน

6. ทำตามข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนใช้ปลาชนิดอื่นแทน

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของปลาร้า

กิจกรรมที่ 1 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

1) นำปลาร้าทั้ง 2 ชนิด ที่ได้จากตอนที่ 1 ให้สมาชิกกลุ่มอื่น จำนวน 10 คน สังเกตสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และแต่ละคนบันทึกผลลงในแบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส

2) รวบรวมผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แล้วสรุปลงตารางบันทึกผล และนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี

1) นำปลาร้าชนิดที่ 1 มา 3 กรัม บดให้ละเอียด

2) เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

3) จุ่มกระดาษวัดพี เอชลงไป สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดาษแล้วบันทึกผล

4) นำปลาร้าชนิดที่ 1 มา 1 กรัม บดให้ละเอียดแล้วเติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

5) นำของผสมที่ได้ในข้อ 4 ใส่หลอดทดลอง 3 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร

6) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 หยดลงในหลอดที่ 1 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล

7) เติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยดลงในหลอดที่ 2 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล

8) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 หยด และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยดลงในหลอดที่ 3 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล

9) ทำเหมือนข้อ 1-8 แต่เปลี่ยนเป็นปลาร้าชนิดที่ 2 แทน

10) สรุปผลและนำเสนอผลงาน



รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาร้า

ชื่อกลุ่ม วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ชื่อสมาชิก 1..... ชั้น..... เลขที่.....
 2..... ชั้น..... เลขที่.....
 3..... ชั้น..... เลขที่.....
 4..... ชั้น..... เลขที่.....
 5..... ชั้น..... เลขที่.....

จุดประสงค์

.....

สมมติฐาน

.....

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การผลิตปลาร้า

ชนิดของปลาร้า	ลักษณะสังเกต					หมายเหตุ
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม	
						
						
						
						
						
						

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของปลาร้า

กิจกรรมที่ 1 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

ลักษณะ สังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส																		รวม คะแนน		คะแนนเฉลี่ย		เกณฑ์ตัดสิน	
	คนที่ 1		คนที่ 2		คนที่ 3		คนที่ 4		คนที่ 5		คนที่ 6		คนที่ 7		คนที่ 8		คนที่ 9								คนที่ 10
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
สี																								
กลิ่น																								
รสชาติ																								
เนื้อสัมผัส																								
ความชอบรวม																								
หมายเหตุ																								
1 หมายถึง ปลาร้าชนิดที่ 1																								
2 หมายถึง ปลาร้าชนิดที่ 2																								

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 (กิจกรรมที่ 1)

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของปลาร้า

กิจกรรม 2 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี

ชนิด ปลาร้า	สังเกตการเปลี่ยนแปลง							
	กระดาศวัดพี เอช		สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์		สารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต		สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต	
	ก่อนจุ่ม	หลังจุ่ม	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด
1								
2								

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 (กิจกรรมที่ 2)

.....

.....

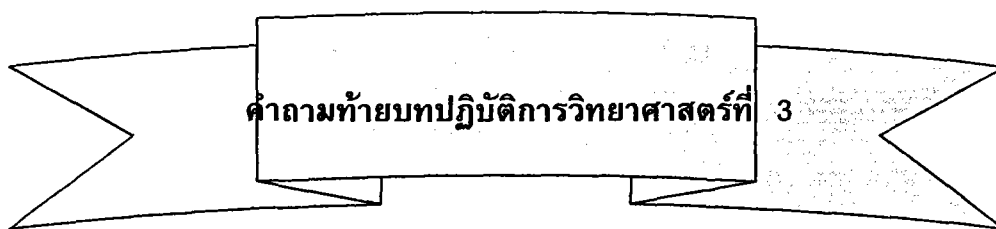
.....

.....

.....

.....

.....



1. เกล็ดมีประโยชน์อย่างไรในการถนอมอาหาร ?
.....
.....
.....
.....
2. ขั้นตอนการผลิตปลาร้าเป็นอย่างไร จงอธิบาย ?
.....
.....
.....
.....
3. ปลาร้าที่ผลิตขึ้นกับปลาร้าที่ขายตามท้องตลาดมีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง?
.....
.....
.....
.....
4. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของปลาร้ามีอะไรบ้าง ?
.....
.....
.....
.....
5. จงบอกลักษณะของปลาร้าที่มีคุณภาพตามเกณฑ์การยอมรับของสมาชิกในกลุ่ม ?
.....
.....
.....
.....

6. การบริโภคปลาร้าอย่างปลอดภัยควรปฏิบัติอย่างไร จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ ?

.....

.....

.....

.....

.....

7. นักเรียนมีวิธีการแนะนำอย่างไรให้คนในชุมชนได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับปลาร้า จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง ?

.....

.....

.....

.....

.....

8. นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการจัดลำดับคุณภาพของปลาร้าที่ผลิตขึ้นได้ อธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ?

.....

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4

เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาส้ม

สาระสำคัญ

ปลาส้มเป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่คนไทยนิยมรับประทานอีกชนิดหนึ่ง ได้จากการนำปลาทั้งตัวหรือเพียงบางส่วนมาหมักกับเกลือ ข้าวสุก และกระเทียม หมักไว้ประมาณ 7-12 วันสามารถบริโภคได้ ปลาส้มที่หมักได้ที่จะมีรสเปรี้ยว โดยข้าวจะให้สารอาหารคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดแลคติกได้ เชื้อนี้สามารถเปลี่ยนน้ำตาลในข้าวให้เป็นกรดแลคติก เพื่อช่วยในการถนอมอาหาร และยังสามารถสร้างสารอีกหลายชนิดในกระบวนการหมักที่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ทำให้อาหารเน่าเสีย หรือก่อโรคทางเดินอาหารเป็นพิษ

กระบวนการผลิตปลาส้ม

กระบวนการผลิตปลาส้มนั้นจะแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ปลาหมักชนิดอื่น โดยมีวัตถุดิบและวิธีการหมักดังนี้

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการหมักปลาส้ม

1.1 ปลา ปลาที่นิยมใช้ในการทำปลาส้มมักใช้ปลาน้ำจืดขนาดเล็ก เช่น ปลาสวาย

ปลาหมอเทศเล็ก บางแห่งใช้ปลาขนาดกลาง เช่น ปลาตะเพียน เป็นต้น

1.2 ข้าวสุก อาจเป็นข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวก็ได้ บางแห่งใช้น้ำตาลทรายแทนข้าวสุก

1.3 เกลือแกง

1.4 กระเทียม

2. วิธีการหมักปลาส้ม

นำปลามาขอดเกล็ดควักไส้ และล้างน้ำให้สะอาด เมื่อสะอาดก็นำไปคลุกเคล้ากับเกลือ ข้าวสุก และกระเทียมสับละเอียด ในอัตราส่วน ปลา 7 ส่วนต่อเกลือ 3 ส่วน ข้าวสุก และกระเทียมสับละเอียดอย่างละ 1 ส่วน อัดใส่ขวดโหลหรือไหใช้ไม้ไผ่ขัดด้านบนปิดฝาให้สนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 7-12 วัน จึงบริโภคได้

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักปลาส้ม

การหมักปลาส้มมีจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องหลายชนิดดังนี้

ในระยะแรกของการหมักปลาส้ม มักจะพบแบคทีเรียพวก สแตฟฟิโลค็อกคัส (*Staphylococcus*) ไมโครค็อกคัส (*Micrococcus*) และบาซิลลัส (*Bacillus*) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายโปรตีน ในเนื้อปลา ส่วนเชื้อแบคทีเรียแลคติกที่พบในปริมาณมาก และพบตลอดระยะในการหมัก คือ เพดิโอค็อกคัส ซีรีวีซี (*Pediococcus cerevisiae*) ที่พบในปริมาณมากรองลงไป คือ แลคโตบาซิลลัส แพลนทาไล (*Lactobacillus plantarum*) และ แลคโตบาซิลลัส บรีวิส (*L. brevis*) ซึ่งเชื่อว่าแบคทีเรียแลคติก

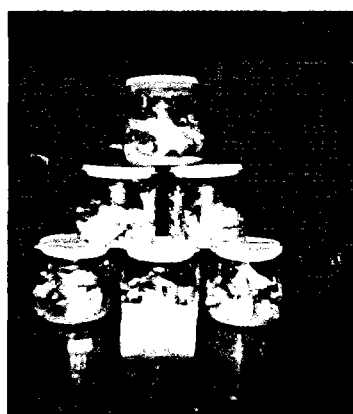
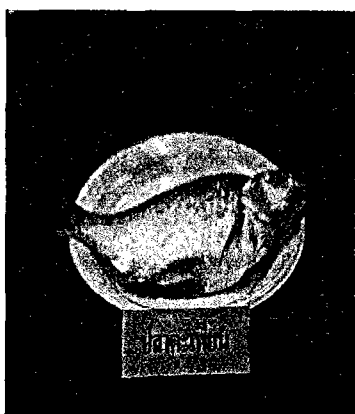
เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการสร้างกรดและกลีเซอรอลในปลาสด ผลสุดท้ายผลิตกรดแลคติก 1-2 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-เบส 3.2-5.2

คุณค่าทางโภชนาการของปลาสด

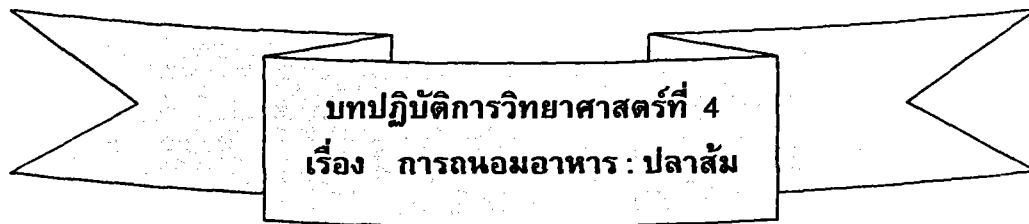
การผลิตปลาสดนั้นอาจเติม ขิง กระเทียม แล้วหมักในภาชนะ ที่อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลาตั้งแต่ 7 วัน ถึง 3 เดือน ผลผลิตสุดท้ายมีกรดแลคติก 1-2 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-เบส 3.2-5.2 และค่าเฉลี่ยของสารอาหารต่างๆ ในปลาสด มีดังนี้ คาร์โบไฮเดรต 8-30 กรัม ไขมัน 2-10 กรัม โปรตีน 25-40 กรัม พลังงาน 240-320 กิโลแคลอรี ในอาซีน 2-10 มิลลิกรัม แคลเซียม 50-1,000 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 50-500 มิลลิกรัม

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ของปลาสด

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ของปลาสด สามารถตรวจสอบได้ทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา โดยใช้วิธีการต่างๆ ตามหลักการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ดังได้กล่าวไว้ใน เนื้อหาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2



ภาพประกอบ 9 แสดงลักษณะปลาตะเพียนสดและผลิตภัณฑ์ปลาหมัก



หลักการ

ปลาส้มเป็นอาหารหมักพื้นเมืองอีกชนิดหนึ่งที่คนไทยนิยมรับประทาน แหล่งผลิตส่วนใหญ่อยู่ในบางจังหวัดของภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นการผลิตในระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรมขนาดย่อมเพื่อการบริโภคทันที เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น

ปลาส้มเป็นอาหารหมักที่ทำมาจากปลา นิยมใช้ปลาขนาดเล็กผสมเกลือ ข้าวสุกและกระเทียมสับละเอียดในอัตราส่วนพอเหมาะหมักไว้ประมาณ 7-12 วัน จะได้ปลาส้มใช้บริโภคได้ ผลิตภัณฑ์ที่หมักได้ที่แล้วจะมีรสเปรี้ยว ส่วนคุณภาพของปลาส้มจะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบคุณลักษณะต่างๆ ด้านด้วยวิธีการหลายอย่างประกอบกัน

จุดประสงค์

เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. ทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตปลาส้มได้
2. ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของปลาส้มได้
3. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตปลาส้มได้
4. นำหลักการการผลิตปลาส้มไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

วัสดุและอุปกรณ์

1. ขวดโหล สะอาดลวกน้ำร้อน ขนาดบรรจุ 500 กรัม	2 ใบ
2. กะละมัง ขนาดเล็ก	2 ใบ
3. เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
4. ถูมือ	2 คู่
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร	2 ใบ
6. โกร่งบดสาร	1 ชุด
7. แท่งแก้วคน	1 แท่ง
8. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร	1 ใบ
9. จานพลาสติก ขนาดเล็ก	4 ใบ

10. หลอดทดลอง ขนาด 10 มิลลิลิตร	6 หลอด
11. หลอดหยด	2 หลอด
12. หลอดฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร	1 หลอด
13. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 ชุด
14. ปลาน้ำจืด	1 กิโลกรัม
15. เกลือ	150 กรัม
16. ข้าวสุก	100 กรัม
17. กระเทียม	100 กรัม
18. กระดาษวัด พี เอช	1 ม้วน
19. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 นอร์มัล	20 มิลลิลิตร
20. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 นอร์มัล	10 มิลลิลิตร
21. แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส	10 ชุด

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 วิธีผลิตปลาส้ม

1. ชั่งปลามา 1 กิโลกรัม (ปลาที่ขอดเกล็ด ควักไส้ ตัดหัวแล้ว)
2. แบ่งปลาออกเป็น 2 ส่วนๆ ละ $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม ส่วนที่ 1 นำไปผสมเกลือ 50 กรัม และส่วนที่ 2 ผสมเกลือ 100 กรัม คลุกเคล้าให้เข้ากัน
3. นำข้าวสุก และกระเทียมสับละเอียดอย่างละ 50 กรัม ผสมคลุกเคล้าปลาแต่ละส่วน
4. บรรจุปลาลงในขวดโหลชนิดละ 1 ใบ อัดให้แน่นปิดฝาให้สนิททิ้งไว้ 7 วัน สังเกตบันทึกผลและนำเสนอผลงาน

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของปลาส้ม

กิจกรรมที่ 1 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

- 1) นำปลาส้มส่วนที่ 1 และ 2 ที่หมักได้จากตอนที่ 1 ให้สมาชิกกลุ่มอื่น จำนวน 10 คน สังเกตสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และแต่ละคนบันทึกผลลงในแบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส

- 2) รวบรวมผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แล้วสรุปลงตารางบันทึกผล และนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี

- 1) นำปลาส้มส่วนที่ 1 มา 3 กรัม บดให้ละเอียด
- 2) เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
- 3) จุ่มกระดาษวัด พี เอช ลงไป สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดาษแล้วบันทึกผล
- 4) นำปลาส้มส่วนที่ 1 มา 1 กรัม บดให้ละเอียดแล้วเติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

- 5) น้ำของผสมที่ได้ในข้อ 4 ใส่หลอดทดลอง 3 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร
- 6) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 หยดลงในหลอดที่ 1 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล
- 7) เติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยดลงในหลอดที่ 2 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล
- 8) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 หยด และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยดลงในหลอดที่ 3 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล
- 9) ทดลองเหมือนข้อ 1-8 แต่เปลี่ยนเป็นปลาส่วนที่ 2 แทน
- 10) สรุปผลและนำเสนอผลงาน



รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาต้ม

ชื่อกลุ่ม วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ชื่อสมาชิก	1.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	2.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	3.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	4.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	5.....	ชั้น.....	เลขที่.....

จุดประสงค์

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 วิธีผลิตปลาต้ม

[illegible]

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของปลาสาม

กิจกรรมที่ 1 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

ลักษณะ สังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส																				รวม คะแนน		คะแนนเฉลี่ย		เกณฑ์ตัดสิน	
	คนที่ 1		คนที่ 2		คนที่ 3		คนที่ 4		คนที่ 5		คนที่ 6		คนที่ 7		คนที่ 8		คนที่ 9		คนที่ 10							
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
สี																										
กลิ่น																										
รสชาติ																										
เนื้อสัมผัส																										
ความชอบรวม																										
หมายเหตุ																										
1 หมายถึง ปลาสามชนิดที่ 1																										
2 หมายถึง ปลาสามชนิดที่ 2																										

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 (กิจกรรมที่ 1)

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของปลาสด

กิจกรรม 2 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี

ชนิด ปลา สด	สังเกตการเปลี่ยนแปลง							
	กระดาดวัด พี เอช		สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์		สารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต		สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต	
	ก่อนจุ่ม	หลังจุ่ม	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด
1								
2								

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 (กิจกรรมที่ 2)

.....

.....

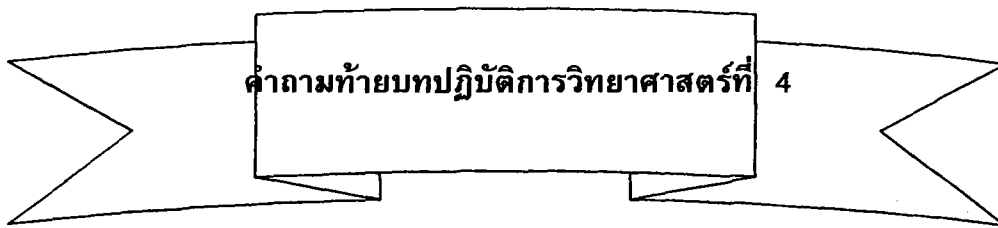
.....

.....

.....

.....

.....



1. พลาสติกมีองค์ประกอบและขั้นตอนการผลิตต่างจากพลาสติกอย่างไร ?

.....

.....

.....

2. พลาสติกที่ผลิตได้ทั้งสองชนิดมีลักษณะต่างกันอย่างไร ?

.....

.....

.....

3. การตรวจหาโปรตีนในพลาสติกมีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย ?

.....

.....

.....

4. การตรวจสอบคุณภาพของพลาสติกมีวิธีการอย่างไร ?

.....

.....

.....

5. พลาสติกที่มีคุณภาพควรมีลักษณะอย่างไร และมีวิธีการใดที่จะรักษาคุณภาพไว้ได้นานที่สุด ?

.....

.....

.....

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5

เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาจ่อม

สาระสำคัญ

ปลาจ่อม เป็นอาหารหมักพื้นบ้านที่มีมาเป็นเวลานานแล้ว ซึ่งเป็นอาหารที่ได้จากการนำปลาทั้งตัวหรือเพียงบางส่วนมาหมักกับเกลือ ข้าวสุก ข้าวคั่วและกระเทียม หมักไว้ประมาณ 5-7 วันก็นำมารับประทานได้ ซึ่งก่อนจะรับประทานมักจะเติมเครื่องปรุงอื่นๆ ด้วย เช่น พริกสด ข่า ตะไคร้ มะเขือเหลือง เป็นต้น

กระบวนการผลิตปลาจ่อม

การผลิตปลาจ่อมมีวัตถุดิบและวิธีการหมักดังนี้

1. วัตถุดิบที่ใช้หมักปลาจ่อมมีหลายชนิด ได้แก่

- 1.1 ปลา ที่นิยมใช้ เช่น ปลาชิว ปลาชิวแก้ว ปลาสร้อย ปลาไส้ตัน เป็นต้น
- 1.2 เกลือแกง
- 1.3 ข้าวสุก อาจเป็นข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวก็ได้
- 1.4 ข้าวคั่ว อาจเป็นข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวก็ได้
- 1.5 กระเทียม

2. วิธีการหมักปลาจ่อม

นำปลามาซอดเกล็ดควักไส้และล้างน้ำให้สะอาด ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำคลุกเคล้าปลากับเกลือ ข้าวสุกบด กระเทียมสับละเอียด และข้าวคั่วบด ในอัตราส่วน ปลา 10 ส่วนต่อเกลือ 3 ส่วน ข้าวสุก 3 ส่วน กระเทียมสับ 1 ส่วน และข้าวคั่ว 3 ส่วน คลุกให้เข้ากัน บรรจุในขวดโหลหรือไหปิดฝาให้สนิท เก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5-7 วัน เมื่อมีรสเปรี้ยวจึงรับประทานได้

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักปลาจ่อม

ในระยะแรกของการหมัก มักพบแบคทีเรีย พวงสแตฟฟายโลค็อกคัส (*Staphylococcus*) ไมโครค็อกคัส (*Micrococcus*) และบาซิลลัส (*Bacillus*) ซึ่งเชื่อว่าแบคทีเรียเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการช่วยย่อยสลายโปรตีนในเนื้อปลา ส่วนแบคทีเรียที่พบตลอดกระบวนการหมักและพบในปริมาณมาก คือ เพดิโอค็อกคัส ซีรีวีซี (*Pediococcus cerevisiae*) จึงเชื่อว่าเป็นตัวการสำคัญในการหมักปลาจ่อม เพื่อสร้างกรดและกลิ่นรสในปลาจ่อม

องค์ประกอบและลักษณะทางเคมีของปลาจ่อม

จากตัวอย่างปลาจ่อม 100 ตัวอย่าง พบว่ามีองค์ประกอบและลักษณะทางเคมี ดังนี้

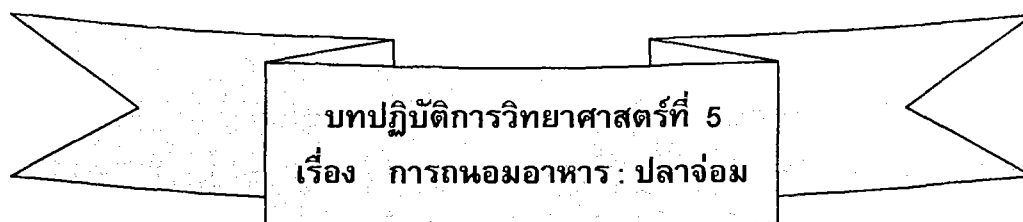
ค่าความเป็นกรด-เบส 5.0-6.1 กรดแลคติก 2.0-4.4 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 11-29 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 10-14 เปอร์เซ็นต์

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาจ่อม

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาจ่อมสามารถตรวจสอบได้ทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา โดยใช้วิธีการต่างๆ ตามหลักการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ดังได้กล่าวไว้ใน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2



ภาพประกอบ 10 แสดงลักษณะปลาจิ๋วแก้วสดและผลิตภัณฑ์ปลาจ่อม



หลักการ

ปลาจ่อม เป็นผลิตภัณฑ์ปลาอีกชนิดหนึ่งที่แปรรูปโดยผ่านกระบวนการหมัก เพื่อให้เก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสีย และยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ส่วนมากจะผลิตกันทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเป็นการผลิตในระดับครัวเรือน การผลิตปลาจ่อมนิยมใช้ปลาน้ำจืดขนาดเล็ก เช่น ปลาช่อน ปลาช่อนแก้ว คลุกเคล้ากับเกลือ ข้าวสุกบด กระเทียมสับละเอียด และข้าวคั่วบดในอัตราส่วนที่เหมาะสม หมักไว้ประมาณ 5-7 วัน เมื่อมีรสเปรี้ยวจึงนำมารับประทานได้ สำหรับปลาจ่อมที่ผลิตได้จะมีคุณภาพหรือไม่อย่างนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น คุณภาพของวัตถุดิบสุลักษณะของผู้ผลิต และกระบวนการผลิต เป็นต้น

อย่างไรก็ตามเพื่อความปลอดภัยในการบริโภคอาหารหมักดังกล่าว จำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพตามหลักการที่เหมาะสมและสถานการณ์ที่เอื้ออำนวย

จุดประสงค์

เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. ทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตปลาจ่อมได้
2. ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของปลาจ่อมได้
3. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตปลาจ่อมได้
4. นำหลักการการผลิตปลาจ่อมไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

วัสดุและอุปกรณ์

1. ขวดโหลสะอาดลวกน้ำร้อน ขนาดบรรจุ 500 กรัม	2 ใบ
2. กะละมัง ขนาดเล็ก	2 ใบ
3. เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
4. ถังมือ	2 ถัง
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร	2 ใบ
6. โกร่งบดสาร	1 ชุด
7. แห้งแก้วคน	1 แห้ง
8. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร	1 ใบ
9. จานพลาสติก ขนาดเล็ก	4 ใบ

10. หลอดทดลอง ขนาด 10 มิลลิลิตร	6 หลอด
11. หลอดหยด	2 หลอด
12. หลอดจี้ดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร	1 หลอด
13. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 ชุด
14. ปลายน้ำจืด	1 กิโลกรัม
15. เกลือสินเธาว์	150 กรัม
16. เกลือทะเล	150 กรัม
17. ข้าวสุก	300 กรัม
18. ข้าวคั่ว	300 กรัม
19. กระเทียม	100 กรัม
20. กระดาษวัด พี เอช	1 ม้วน
21. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 นอร์มัล	20 มิลลิลิตร
22. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 นอร์มัล	10 มิลลิลิตร
23. แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส	10 ชุด

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 วิธีผลิตปลาจ่อม

- นำปลาที่ ควักไส้ และล้างน้ำสะอาดแล้วมา 1 กิโลกรัม
- แบ่งปลาออกเป็น 2 ส่วนๆ ละ $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม ส่วนที่ 1 นำไปคลุกเคล้ากับเกลือสินเธาว์ และส่วนที่ 2 คลุกเคล้ากับเกลือทะเล ชนิดละ 150 กรัม
- นำกระเทียมสับละเอียด 50 กรัม ข้าวสุกบดและข้าวคั่วบดอย่างละ 150 กรัม ผสมคลุกเคล้ากับปลาแต่ละส่วน
- บรรจุปลาในขวดโหลชนิดละ 1 ใบ อัดให้แน่นปิดฝาให้สนิททิ้งไว้ 5 วัน สังเกต บันทึกผลและนำเสนอผลงาน

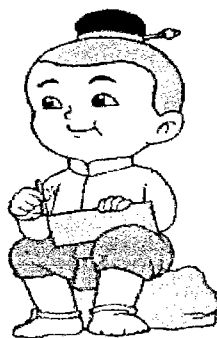
ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของปลาจ่อม

กิจกรรมที่ 1 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

- นำปลาจ่อมทั้งส่วนที่ 1 และ 2 ที่หมักได้จากตอนที่ 1 ให้สมาชิกกลุ่มอื่น จำนวน 10 คน สังเกตสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และแต่ละคนบันทึกผลลงในแบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส
- รวบรวมผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แล้วสรุปลงตารางบันทึกผล และนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี

- 1) นำปลาจ่อมส่วนที่ 1 มา 3 กรัม บดให้ละเอียด
- 2) เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
- 3) จุ่มกระดาษวัดพี เอชลงไป สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดาษแล้วบันทึกผล
- 4) นำปลาจ่อมส่วนที่ 1 มา 1 กรัม บดให้ละเอียดแล้วเติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
- 5) นำของผสมที่ได้ในข้อ 4 ใส่หลอดทดลอง 3 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร
- 6) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 หยดลงในหลอดที่ 1 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล
- 7) เติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยดลงในหลอดที่ 2 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล
- 8) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 หยด และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยดลงในหลอดที่ 3 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล
- 9) ทดลองเหมือนข้อ 1-8 แต่เปลี่ยนเป็นปลาจ่อมส่วนที่ 2 แทน
- 10) สรุปผลและนำเสนอผลงาน



รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การถนอมอาหาร: ปลาจ่อม

ชื่อกลุ่ม วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ชื่อสมาชิก	1.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	2.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	3.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	4.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	5.....	ชั้น.....	เลขที่.....

จุดประสงค์

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 วิธีผลิตปลาจ่อม

[illegible]

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของปลาจ่อม

กิจกรรมที่ 1 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

ลักษณะ สังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส																				รวม คะแนน		คะแนนเฉลี่ย		เกณฑ์ตัดสิน	
	คนที่ 1		คนที่ 2		คนที่ 3		คนที่ 4		คนที่ 5		คนที่ 6		คนที่ 7		คนที่ 8		คนที่ 9		คนที่ 10							
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2						
สี																										
กลิ่น																										
รสชาติ																										
เนื้อสัมผัส																										
ความชอบรวม																										
หมายเหตุ 1 หมายถึง ปลาจ่อมชนิดที่ 1																										
2 หมายถึง ปลาจ่อมชนิดที่ 2																										

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 (กิจกรรมที่ 1)

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของปลาจ่อม

กิจกรรม 2 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี

ชนิด ปลา จ่อม	สังเกตการเปลี่ยนแปลง							
	กระดากวัด พี เอช		สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์		สารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต		สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต	
	ก่อนจุ่ม	หลังจุ่ม	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด
1								
2								

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 (กิจกรรมที่ 2)

.....

.....

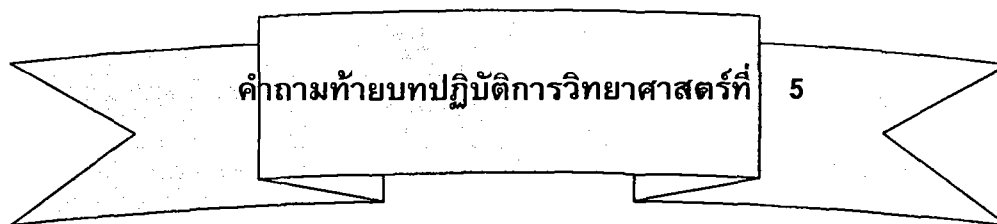
.....

.....

.....

.....

.....



1. หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตปลาจ่อม คืออะไร ?
.....
.....
.....
2. องค์ประกอบหลักในการผลิตปลาจ่อมมีอะไรบ้าง และแต่ละองค์ประกอบมีบทบาทหรือหน้าที่อย่างไร ?
.....
.....
.....
3. ปลาจ่อมมีลักษณะต่างจากปลาหมักชนิดอื่นอย่างไร ?
.....
.....
.....
4. การตรวจสอบคุณภาพของปลาจ่อมทางเคมี มีวิธีการอย่างไร ?
.....
.....
.....
5. การนำปลาจ่อมมาบริโภคอย่างปลอดภัยและเก็บรักษาคุณภาพไว้ได้นาน มีวิธีการอย่างไร ?
.....
.....
.....
6. นักเรียนมีข้อเสนอแนะและวิธีการเผยแพร่ความรู้ที่ได้ ให้แก่ชุมชนของตนอย่างไรบ้าง ?
.....
.....
.....

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6

เรื่อง การถนอมอาหาร : แหนมปลา

สาระสำคัญ

แหนมปลา เป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นบ้านอย่างหนึ่งของคนไทยมีลักษณะคล้ายส้มปึก นิยมบริโภคแทบทุกภาคของประเทศ แต่เดิมการผลิตแหนมปลาจะผลิตในครัวเรือน แต่ปัจจุบันมีการผลิตเป็นอุตสาหกรรม ส่วนประกอบเครื่องปรุงที่ใช้ในการหมักแหนมปลาจะแตกต่างกันไปตามแหล่งผลิตแต่ละแหล่ง แหนมปลาเป็นอาหารหมักที่ทำมาจากเนื้อปลาดิบและเครื่องปรุงหลายอย่างได้แก่ เกลือ ข้าวสุกบดและกระเทียมสับละเอียดมาผสมคลุกเคล้าและนวดให้เข้ากัน ปล่อยให้เกิดการหมักโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อปลา เป็นพวกแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus spp.*) จะผลิตกรดแลคติกทำให้เกิดรสเปรี้ยวในแหนมปลาขึ้น หลังจากหมักนาน 3 วัน ผลิตภัณฑ์สุดท้ายของแหนมปลาจะมีกรดแลคติกประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ และมีความเป็นกรด-เบส ประมาณ 4

กระบวนการผลิตแหนมปลา

การผลิตแหนมปลามีวัตถุดิบและวิธีการหมักดังนี้

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการหมักแหนมปลา มีหลายชนิด ได้แก่

1.1 ปลา ปลาที่นิยมใช้ปลาน้ำจืดขนาดเล็ก เช่น ปลาทราย ปลาเยือก ปลาสาละน ปลาฉล่อน ปลาหมอสี

เป็นต้น

1.2 เกลือแกง

1.3 ข้าวสุก

1.4 กระเทียม

2. วิธีการหมักแหนมปลา

นำปลามาขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ ล้างให้สะอาด แลเป็น 2 ซีกซูดเอาเนื้อไขหรือนวดกับเกลือจนเหนียวโดยใช้ปลา 10 ส่วนต่อเกลือ 0.3 ส่วน ข้าวสุก 1 ส่วนและกระเทียมสับ 0.3 ส่วน นวดให้เข้ากัน แล้วห่อด้วยใบตองหรือถุงพลาสติกมัดให้แน่น หรือบรรจุในขวดโหลอัดให้แน่นปิดฝาให้สนิท หมักไว้ในอุณหภูมิห้องประมาณ 2-3 วันก็ใช้ได้ ถ้าจะเก็บต้องเก็บเข้าตู้เย็นไว้

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักแหนมปลา

ในระยะแรกของการหมัก มักพบแบคทีเรีย พวกละอองฟ้าหรือแลคโตค็อกคัส (*Staphylococcus*) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการช่วยย่อยสลายโปรตีนในเนื้อปลา ส่วนแบคทีเรียที่พบตลอดกระบวนการหมักและพบในปริมาณมาก คือ แลคโตบาซิลลัส บริวิส (*L. brevis*) ที่พบในปริมาณรองลงไปคือ เพดิโอค็อกคัส ซีรีวีซี (*Pediococcus cerevisiae*) ซึ่งเชื่อว่าเป็นตัวการสำคัญในการหมักแหนมปลา

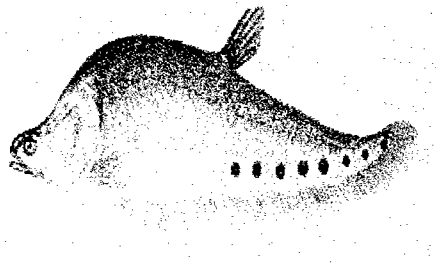
องค์ประกอบและลักษณะทางเคมีของแหนมปลา

จากตัวอย่างแหนมปลา 90 ตัวอย่าง พบว่ามีองค์ประกอบและลักษณะทางเคมี ดังนี้

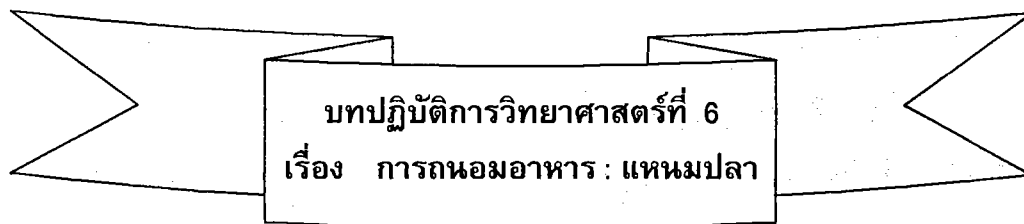
ค่าความเป็นกรด-เบส 4.0-5.0 กรดแลคติก 1.1-2.8 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 14-19 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.4-2.9 เปอร์เซ็นต์

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์แหนมปลา

แหนมปลาแต่ละแหล่งอาจมีคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ทั้งคุณสมบัติทางกายภาพทางเคมี และทางจุลชีววิทยา โดยใช้วิธีการต่างๆ ตามหลักการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ดังได้กล่าวไว้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2



ภาพประกอบ 11 แสดงลักษณะปลากลายและผลิตภัณฑ์แหนมปลา



หลักการ

แหนมปลา เป็นผลิตภัณฑ์ปลาที่แปรรูปโดยผ่านกระบวนการหมักเพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสียสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน จึงเป็นวิธีการถนอมอาหารอย่างหนึ่งที่มนุษย์เรียนรู้และปฏิบัติสืบเนื่องติดต่อกันมานาน ส่วนใหญ่จะมีแหล่งผลิตทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางในบางจังหวัด การผลิตแหนมปลาจะต้องใช้เนื้อปลาที่เหนียว เช่น ปลากลาย นวดให้เข้ากันกับเกลือ ข้าวสุกและกระเทียมในอัตราส่วนที่พอเหมาะ หมักไว้ประมาณ 3 วันจึงรับประทานได้ ซึ่งแหนมปลาที่ได้จะมีรสเปรี้ยว ส่วนคุณภาพของแหนมปลาจะดีหรือไม่ จำเป็นต้องตรวจสอบคุณสมบัติทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ด้วยวิธีการหลายอย่างตามความเหมาะสม

จุดประสงค์

เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. ทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตแหนมปลาได้
2. ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของแหนมปลาได้
3. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตแหนมปลาได้
4. นำหลักการการผลิตแหนมปลาไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

วัสดุและอุปกรณ์

1. ขวดโหลสะอาดลวกน้ำร้อน ขนาดบรรจุ 500 กรัม	1 ไบ
2. กะละมัง ขนาดเล็ก	2 ไบ
3. เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
4. ถุงมือ	2 ถู
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร	2 ไบ
6. โกร่งบดสาร	1 ชุด
7. แท่งแก้วคน	1 แท่ง
8. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร	1 ไบ
9. จานพลาสติก ขนาดเล็ก	4 ไบ

10. หลอดทดลอง ขนาด 10 มิลลิลิตร	6 หลอด
11. หลอดหยด	2 หลอด
12. หลอดฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร	1 หลอด
13. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 ชุด
14. ปลายน้ำจืด	1 กิโลกรัม
15. เกลือ	30 กรัม
16. ข้าวสุก	100 กรัม
17. ใบตอง	1 พับ
18. กระเทียม	30 กรัม
19. กระดาษวัด พี เอช	1 ม้วน
20. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 นอร์มัล	20 มิลลิลิตร
21. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 นอร์มัล	10 มิลลิลิตร
22. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 นอร์มัล	20 มิลลิลิตร
23. แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส	10 ชุด

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 วิธีผลิตแหนมปลา

1. นำเนื้อปลามา $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม
2. เติมเกลือ 15 กรัม ข้าวสุกบด 50 กรัม และกระเทียมบดละเอียด 15 กรัมลงในเนื้อปลาคลุกเคล้า

ให้เข้ากัน และนวดปลาให้เหนียว

3. บรรจุปลาลงในถุงพลาสติกมัดให้แน่นทิ้งไว้ 3 วัน สังเกต บันทึกผลและนำเสนอ ผลงาน
4. ทำตามข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนบรรจุปลาโดยห่อด้วยใบตองมัดให้แน่น

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของแหนมปลา

กิจกรรมที่ 1 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

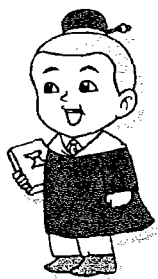
1) นำแหนมปลาทั้ง 2 ชนิดที่หมักได้จากตอนที่ 1 ให้สมาชิกกลุ่มอื่น จำนวน 10 คน สังเกตสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม และแต่ละคนบันทึกผลลงในแบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส

2) รวบรวมผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แล้วสรุปลงตารางบันทึกผล และนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี

- 1) นำแหนมปลาชนิดที่ 1 มา 3 กรัม บดให้ละเอียด
- 2) เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
- 3) จุ่มกระดาษวัด พี เอชลงไป สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดาษแล้วบันทึกผล
- 4) นำแหนมปลาชนิดที่ 1 มา 1 กรัม บดให้ละเอียดแล้วเติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

- 5) นำของผสมที่ได้ในข้อ 4 ใส่หลอดทดลอง 3 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร
- 6) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 หยดลงในหลอดที่ 1 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล
- 7) เติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยดลงในหลอดที่ 2 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล
- 8) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 หยด และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยดลงในหลอดที่ 3 เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผล
- 9) ทดลองเหมือนข้อ 1-8 แต่เปลี่ยนเป็นแอมมोनียา 2 แทน
- 10) สรุปผลและนำเสนอผลงาน



รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การถนอมอาหาร : แหนมปลา

ชื่อกลุ่ม วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ชื่อสมาชิก 1..... ชั้น..... เลขที่.....
 2..... ชั้น..... เลขที่.....
 3..... ชั้น..... เลขที่.....
 4..... ชั้น..... เลขที่.....
 5..... ชั้น..... เลขที่.....

จุดประสงค์

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 วิธีผลิตแหนมปลา

[illegible]

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของแหนมปลา

กิจกรรมที่ 1 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

ลักษณะ สังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส																รวม คะแนน		คะแนนเฉลี่ย		เกณฑ์ตัดสิน	
	คนที่ 1		คนที่ 2		คนที่ 3		คนที่ 4		คนที่ 5		คนที่ 6		คนที่ 7		คนที่ 8								คนที่ 9		คนที่ 10
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
สี																						
กลิ่น																						
รสชาติ																						
เนื้อสัมผัส																						
ความชอบรวม																						
หมายเหตุ 1 หมายถึง แหนมปลาชนิดที่ 1																						
2 หมายถึง แหนมปลาชนิดที่ 2																						

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 (กิจกรรมที่ 1)

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 วิธีตรวจสอบคุณภาพของแหวนปลา

กิจกรรม 2 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี

ชนิด แหวน ปลา	สังเกตการเปลี่ยนแปลง							
	กระดาดวัด พี เอช		สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์		สารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต		สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต	
	ก่อนจุ่ม	หลังจุ่ม	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด
1								
2								

สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 2 (กิจกรรมที่ 2)

.....

.....

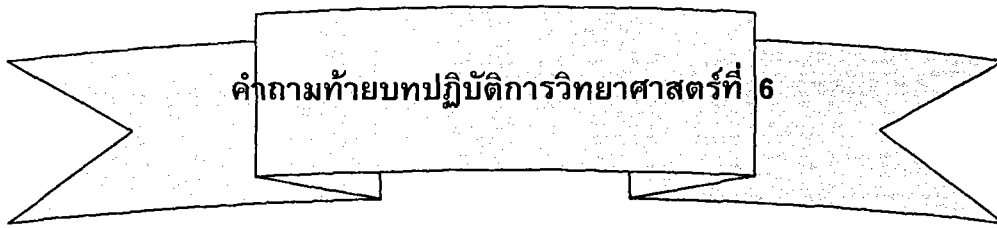
.....

.....

.....

.....

.....



1. แหนมปลากับปลาสดมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ?

.....

.....

.....

.....

2. แหนมปลาที่ห่อด้วยถุงพลาสติกกับห่อด้วยใบตอง มีลักษณะและคุณภาพต่างกันหรือไม่ อย่างไร ?

.....

.....

.....

.....

3. การบริโภคแหนมปลาที่ถูกสุขลักษณะควรปฏิบัติอย่างไร ?

.....

.....

.....

.....

4. จงอธิบายวิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแหนมปลา ตามที่ได้ทดลอง ?

.....

.....

.....

.....

5. การนำหลักการผลิตแหนมปลาไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่น มีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย ?

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7

เรื่อง การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

สาระสำคัญ

ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เช่น ปลาร้า ปลาส้ม ปลาจ่อม และแนมปลา ฯลฯ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย และมีชื่อต่างๆ กันตามท้องถิ่นที่ผลิต ประเทศไทยมีอาหารหมักพื้นบ้านไม่น้อยกว่า 80 ชนิด ที่ทำหาความสามารถของนักวิชาการที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ ให้ทราบถึงกระบวนการทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นตลอดจนชนิดและบทบาทของจุลินทรีย์ต่อกระบวนการหมัก เพื่อนำมาสู่แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีขึ้น ตลอดจนการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่สามารถนำผลมาปรับใช้ได้ ในทศวรรษที่ผ่านมา ได้มีการตื่นตัวเรื่องอาหารสุขภาพเป็นอย่างมาก ซึ่งอาหารหมักหลายชนิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพต่อการพัฒนาในด้านนี้

การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ปลาหมักหลายชนิดได้รับการพัฒนาแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปหลายประเภท เช่น ปลาร้าทำเป็นปลาร้าผง ปลาร้าก้อน ปลาร้าผสมเครื่องเทศ ปลาร้าบดเปียกผสมเครื่องเทศ การพัฒนาจากการหมักโดยใช้เชื้อจากธรรมชาติมาเป็นการหมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ และการพัฒนาโดยใช้วิธีการทางพันธุวิศวกรรม เป็นต้น การพัฒนาดังกล่าวอาจไขว้มีปัญญาท้องถิ่นและใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นการผสมผสานความรู้ วิธีการ และเทคโนโลยีจากหลายสาขาวิชา จะเห็นได้จากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของชาวบ้าน เช่น การผลิตปลาร้าผง ปลาร้าทรงเครื่อง (ชนิดผง) เป็นต้น

การผลิตปลาร้าผง เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาร้า โดยมีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1. นำปลาร้าดิบทั้งตัวมาอบให้แห้ง
2. บดให้ละเอียด
3. บรรจุใส่ถุง หรือซองปิดให้สนิท

การผลิตปลาร้าทรงเครื่อง (ชนิดผง) มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1. นำปลาร้าดิบมาสับเป็นชิ้นเล็กๆ

2. นำหอมแดง กระเทียมปอกเปลือกล้างน้ำให้สะอาด หั่นและซอยเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ถาดแยกชนิดเข้าเตาอบ ใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส อบนาน 2 วัน อบเฉพาะช่วงกลางวันๆ ละ 6-8 ชั่วโมง กลางคืนทิ้งไว้ให้เย็น

3. นำส่วนผสมทุกอย่างเข้าเครื่องบด บดรวมกันให้ละเอียด
4. บรรจุใส่ถุงปิดให้สนิท

การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักในประเทศไทยจำเป็นต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง โดยมีการรวบรวมข้อมูลและศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน ดังนั้นการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักในอนาคตจึงเน้นแนวทางดังต่อไปนี้

1. พัฒนาโครงการของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด
 - 1.1 กระบวนการผลิต
 - 1.2 การใช้วัตถุดิบอื่นทดแทน
2. พัฒนาคุณภาพและความปลอดภัย
 - 2.1 สุนัขลักษณะของสถานที่ผลิตและการผลิต
 - 2.2 การผลิตที่มีมาตรฐานทั้งกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์
3. พัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากผลิตภัณฑ์พื้นเมืองที่มีอยู่
 - 3.1 พร้อมบริโภค
 - 3.2 บรรจุภัณฑ์



ปลาร้าดิบตากแห้ง



บดให้ละเอียด



ปลาร้าผงบรรจุใส่ถุงหรือซอง



ผลิตภัณฑ์ปลาร้าประเภทต่างๆ ที่แปรรูปแล้ว

ที่มา : เติลินิวส์. "ปลาร้าผงบผลิตภัณ์ท์กลุ่มสตรีบ้านท่าแร่ อีกหนึ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นสร้างรายได้ชุมชน".

2544 : 32

ภาพประกอบ 12 แสดงขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาร้า

เรื่อง **บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7** **การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก**

หลักการ

การพัฒนาและแปรรูปอาหาร เป็นสิ่งที่มนุษย์เรียนรู้และปฏิบัติสืบต่อกันมานาน เป็นวิธีหนึ่งที่คนเราใช้เพื่อการยังชีพ คือ การหาวิธีทำให้สามารถมีอาหารไว้บริโภคตลอดทั้งปีโดยไม่ขาดแคลนในฤดูกาลใดฤดูกาลหนึ่ง โดยเฉพาะเมื่อถึงช่วงที่แหล่งอาหารจากธรรมชาติขาดแคลนหรือมีจำนวนลดน้อยลง การช่วยเหลือตัวเองในเรื่องกินอยู่จึงเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นการนำวัตถุดิบมาแปรรูป ถนอมรักษา และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ จึงต้องมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องโดยผสมผสานความรู้ วิธีการ และเทคโนโลยีจากหลายสาขา เพื่อให้เข้าใจถึงสาเหตุและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งจะนำมาสู่แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพดีขึ้นรวมทั้งการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่ให้มีความหลากหลายได้อย่างเหมาะสม

จุดประสงค์

เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. ทดลอง พัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
2. ทำโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
3. นำหลักการการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้ 200 นาที

วัสดุและอุปกรณ์

1. เอกสารเสริมความรู้โครงการวิทยาศาสตร์
2. ชุดอุปกรณ์ทดลองการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

วิธีการทดลอง

ให้นักเรียนปฏิบัติดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1

1. ศึกษาสำรวจและประชุมระดมความคิด
2. ทุกคนเสนอหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักคนละ 1 เรื่อง
3. วิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ บันทึกและนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 2

เขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาเลือก และนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 3

1. ลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามแผนที่กำหนดไว้ในเค้าโครงของโครงการ
2. บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลอง

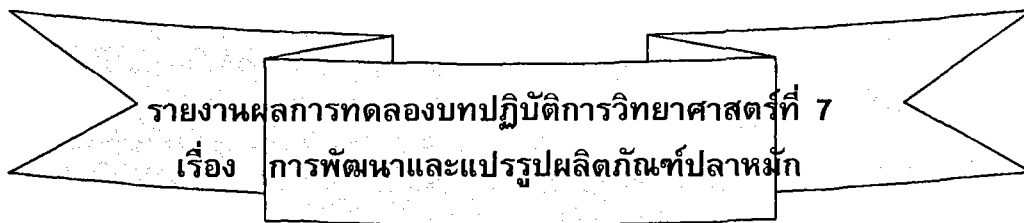
กิจกรรมที่ 4

เขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 5

เสนอผลงานและจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ แล้วประเมินโครงการ





ชื่อกลุ่ม วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ชื่อสมาชิก	1.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	2.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	3.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	4.....	ชั้น.....	เลขที่.....
	5.....	ชั้น.....	เลขที่.....

จุดประสงค์

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 วิเคราะห์หัวข้อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์หัวข้อเรื่องโครงการ						หมายเหตุ
รายการ	โครง งาน ที่ 1	โครง งาน ที่ 2	โครง งาน ที่ 3	โครง งาน ที่ 4	โครง งาน ที่ 5	
1. ความถนัด/ความสนใจ ในการทำงาน ตามโครงการนี้						เกณฑ์ให้คะแนน ตามรายการใน ช่องของแต่ละ โครงการ ดังนี้ มากที่สุด = 4 มาก = 3 ปานกลาง = 2 น้อย = 1 โครงการที่ได้รับ คะแนนมากที่สุด เป็นโครงการ ที่พิจารณาเลือก
2. ความต้องการ/ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจาก โครงการนี้						
3. ความรู้/ประสบการณ์เดิมที่สามารถนำมาใช้ ในโครงการนี้						
4. ความพร้อมด้านเงินทุน						
5. ความพร้อมด้านเวลา						
6. ความพร้อมด้านแหล่งวิทยาการที่รู้จัก						
7. ความพร้อมของคณะผู้ร่วมงาน (ถ้าทำเป็นกลุ่ม)						
8. การสนับสนุนจากเพื่อนอื่นๆ						
9. การสนับสนุนจากผู้ปกครอง						
10. การสนับสนุนจากอาจารย์ผู้สอน						
11. การสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษา หรือ อาจารย์อื่น						
รวมคะแนน						

กิจกรรมที่ 2 เขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์

ชื่อโครงการ

.....

สมมติฐาน

.....

.....

จุดมุ่งหมายของโครงการ

.....

.....

.....

วิธีดำเนินงาน

- วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

.....

.....

.....

- แนวการศึกษาและทดลอง

.....

.....

* แผนปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

.....

* ผลที่คาดว่าจะได้รับ

.....

.....

.....

.....

* เอกสารอ้างอิง

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 ลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการศึกษาทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 4 เขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์

1. ชื่อโครงการ.....
2. ชื่อผู้ทำโครงการ.....
3. ชื่อที่ปรึกษา.....
4. บทคัดย่อ

.....

.....

5. ที่มาและความสำคัญของโครงการ

.....

.....

6. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

.....

.....

7. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)

.....

.....

8. วิธีดำเนินการ

- 8.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

.....

.....

- 8.2 วิธีดำเนินการทดลอง

.....

.....

9. ผลการศึกษาทดลอง

.....

.....

10. สรุปและข้อเสนอแนะ

.....

.....

11. เอกสารอ้างอิง

.....

.....

.....

.....

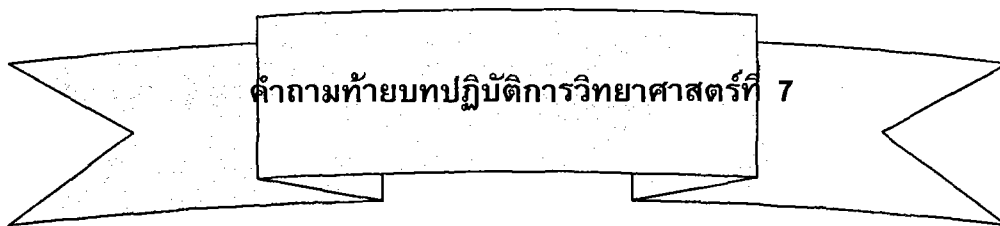
.....

กิจกรรมที่ 5 เสนอผลงานและจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์



ประเมินโครงการวิทยาศาสตร์

[illegible]



1. แนวคิดโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องที่ทำ ได้มาจากแหล่งใดและด้วยวิธีการใด ?
.....
.....
.....
2. นักเรียนได้รับประโยชน์หรือไม่ ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ให้เหตุผลประกอบ ?
.....
.....
.....
3. การเผยแพร่ความรู้เรื่องการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักให้กับชุมชนท้องถิ่นของตน มีวิธีการอย่างไรบ้าง จงอธิบาย ?
.....
.....
.....
4. หลักการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักให้มีคุณภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด ควรพิจารณาถึงปัจจัยใดบ้าง อธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ ?
.....
.....
.....
.....
5. การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักของไทยในอนาคตมีแนวทางอย่างไร ?
.....
.....
.....

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง
การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

พัฒนาโดย
นางชลิตา พันธุ์อ่อน

คำแนะนำในการใช้คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการดำเนินการสอนให้ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ มุ่งให้นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อันจะนำนักเรียนไปสู่การคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

คู่มือครูนี้ประกอบด้วยบทปฏิบัติการ 7 บท กำหนดเวลาสอนรวม 18 คาบๆ ละ 50 นาที และแต่ละบทปฏิบัติการมีหัวข้อสำคัญๆ ดังนี้

- จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- จุดประสงค์การทดลอง
- เวลาที่ใช้
- วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี
- การเตรียมล่วงหน้า
- อภิปรายก่อนการทดลอง
- แนวการตั้งสมมติฐาน
- ตัวอย่างผลการทดลอง
- อภิปรายหลังการทดลอง
- แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สำหรับการใช้คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก นั้นมีข้อควรปฏิบัติและทำความเข้าใจ ดังนี้

1. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้จะใช้ควบคู่กับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
2. ครูผู้สอนควรอ่านคู่มือครูและบทปฏิบัติการควบคู่กันไป
3. คู่มือครูนี้เป็นเพียงแนวทางเท่านั้น ครูผู้สอนอาจพิจารณาปรับปรุงหรือดัดแปลงกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ต้องตระหนักเสมอว่ากิจกรรมการสอนใดๆ ต้องเอื้ออำนวยต่อการพัฒนานักเรียนในทุกๆ ด้านตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนศึกษาสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่มีในท้องถิ่น และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

จุดประสงค์การสำรวจ

เมื่อจบการสำรวจนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกชนิด ปริมาณ ลักษณะ และประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
2. จำแนกประเภทของผลิตภัณฑ์ปลาหมักพร้อมระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกได้
3. อธิบายสรุปประโยชน์ที่ได้จากการสำรวจและการจำแนกประเภทของผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการสำรวจ	20	นาที
	สำรวจ	50	นาที
	อภิปรายหลังการสำรวจ	30	นาที
	รวม	100	นาที (2 คาบ)

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน / กลุ่ม
1. สมุดบันทึก	1 เล่ม
2. ปากกาหรือดินสอ	1 ด้าม
3. แบบสอบถามข้อมูลผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	1 ชุด

การเตรียมล่วงหน้า

1. ให้นักเรียนทำการสำรวจล่วงหน้าประมาณ 2 วัน และควรทำการสำรวจระหว่างวันหยุดเรียน
2. ให้นักเรียนเตรียมแบบสอบถามข้อมูลผลิตภัณฑ์ปลาหมักจำนวนมากพอ สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามที่อาจมีจำนวนเพิ่มขึ้นในบริเวณต่างๆ

อภิปรายก่อนการสำรวจ

ครูแนะนำนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการวางแผนให้ชัดเจนรัดกุมก่อนเดินทางไปสำรวจ
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมักในท้องถิ่นของนักเรียนตามบริเวณต่างๆ ให้

หลากหลาย

3. ครูเตือนนักเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการเดินทางไปสำรวจ
4. เน้นให้นักเรียนสังเกตลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกอย่างละเอียดขณะทำการสำรวจ

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ในท้องถิ่นมีผลิตภัณฑ์ปลาหมึกหลายชนิด
2. ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน
3. การทำผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแต่ละท้องถิ่นแตกต่างกัน
4. ท้องถิ่นต่างๆ มีผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแตกต่างกัน

ตัวอย่างผลการสำรวจ

แบบสอบถามข้อมูลผลิตภัณฑ์ปลาหมึก

1. วันที่...1...เดือน...มิถุนายน.....พ.ศ.2545.....เวลา...09.00...น.
2. ชื่อผู้ให้ข้อมูล...นางพรหมศรี...กุลสิทธิ์...อาชีพ...แม่บ้าน.....
3. ประเภทผลิตภัณฑ์ปลาหมึก
☒ ปลาร้า ☒ ปลาจ่อม ☐ อื่นๆ
☒ ปลาต้ม ☒ แหนมปลา
4. ภูมิลาเนาผู้ผลิต ตำบล...มุกดาหาร.....อำเภอ...เมือง.....จังหวัด...มุกดาหาร.....
5. แหล่งผลิต...ในหมู่บ้าน.....
6. จำนวนที่ผลิต...ชนิดละ 10...กิโลกรัม
7. ชนิด ปริมาณ และมูลค่าของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่ผลิตได้

ลำดับ ที่	ผลิตภัณฑ์ปลาหมึก	น้ำหนัก กิโลกรัม	ราคา บาท/กิโลกรัม
...1...	...ปลาร้า.....	10.....	15.....
...2...	...ปลาต้ม.....	10.....	50.....
...3...	...ปลาจ่อม.....	10.....	20.....
...4...	...แหนมปลา.....	10.....	80.....
.....			
.....			
.....			

ลงชื่อ...พรหมศรี...กุลสิทธิ์...ผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการสำรวจ

ลำดับ ที่	บริเวณที่สำรวจ	ชนิดผลิตภัณฑ์ ปลาหมักที่พบ	ข้อมูลของปลา			ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก					ประโยชน์
			ชนิดปลา ที่ใช้	การได้มา	แหล่งที่มา	น้ำหนัก กิโลกรัม	สี	ลักษณะปรากฏ	รส ชาติ	เนื้อ สัมผัส	
1	ในหมู่บ้าน	1. ปลาร้า	ปลาช่อน	ซื้อมา	ห้วยหนอง	10	น้ำตาลเข้ม	เหม็น	เค็ม	นิ่ม	ปรุงอาหาร
		2. ปลาจ่อม	ปลาชิว	ซื้อมา	ห้วยหนอง	10	น้ำตาลแดง	เหม็น	เปรี้ยว	นุ่ม	เป็นอาหาร
		3. ปลาส้ม	ปลาวัว	ซื้อมา	ห้วยหนอง	10	ขาวซีด	หอม	เปรี้ยว	นุ่ม	เป็นอาหาร
2	บ้านพักผู้ผลิต	1. ปลาส้ม	ปลาตะเพียน	หาเอง	ห้วยหนอง	20	ขาวซีด	หอม	เปรี้ยว	นิ่ม	เป็นอาหาร
		2. ปลาจ่อม	ปลาชิว	หาเอง	ห้วยหนอง	30	น้ำตาล	หอม	เปรี้ยว	นุ่ม	เป็นอาหาร
		3. ปลาร้า	ปลาช่อน	หาเอง	ห้วยหนอง	25	น้ำตาลอ่อน	เหม็น	เค็ม	นิ่ม	ปรุงอาหาร
3	ตลาดสด	1. แหนมปลา	ปลากราย	ซื้อมา	แม่น้ำ	5	ขาวอมชมพู	หอม	เปรี้ยว	นุ่ม	เป็นอาหาร
		2. ปลาร้า	ปลาสด	หาเอง	ห้วยหนอง	15	น้ำตาลเข้ม	หอม	เค็ม	นิ่ม	ปรุงอาหาร
		3. ปลาส้ม	ปลาวัว	ซื้อมา	บ่อเลี้ยง	15	ขาวอมแดง	หอม	เปรี้ยว	แข็ง	เป็นอาหาร

อภิปรายหลังการสำรวจ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลการสำรวจเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ปลาหมักในท้องถิ่นมีหลายชนิด เช่น ปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อม ปลาแจ่ว และแหนมปลา
2. ผลิตภัณฑ์ปลาหมักแต่ละชนิดมีวิธีการผลิต ส่วนประกอบ ลักษณะ และการนำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน
3. ผลิตภัณฑ์ปลาหมักแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ตามลักษณะและวิธีการหมักรวมทั้งวัตถุดิบที่ใช้ ดังนี้

3.1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลาทั้งตัวหรือเพียงบางส่วนมาหมักกับเกลือไว้ระยะเวลาหนึ่ง อาจเป็นเวลา 2 - 3 วัน หรือนานเป็นปี อาจเติมเครื่องปรุงอื่นๆ เช่น ร้าข้าว ข้าวคั่ว ข้าวหมาก หรือไม่เติมเครื่องปรุงอื่นๆ เลยก็ได้ (fermented fish) เช่น ปลาร้า ปลาแจ่ว ปลาสาม ส้มผัก ไตปลา เป็นต้น

3.2 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้ปลา กุ้ง หรือ หอย ใส่เกลือ แล้วนำไปตากแดดหลายครั้ง บดให้ละเอียดแล้วนำไปหมักไว้ระยะหนึ่ง จนได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีกลิ่นรสตามต้องการ อาจมีการเติมเครื่องปรุงอื่นๆ เช่น ร้าข้าว ข้าวคั่ว หรือไม่เติมก็ได้ (fermented fish paste) เช่น กะปิ

3.3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลามาหมักกับเกลือเป็นเวลานาน เอนไซม์ (Enzyme) จากตัวปลาและจากจุลินทรีย์จะย่อยสลายเนื้อปลาจนกลายเป็นของเหลวที่มีโปรตีนสูง แยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลวอาจมีการปรุงแต่งหรือไม่ปรุงแต่ง (fermented fish sauce) เช่น น้ำปลา บูด

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

1. ในท้องถิ่นของนักเรียนมีอาหารจำพวกปลาหมักหรือไม่ ถ้ามีได้แก่อะไรบ้าง และมีลักษณะอย่างไร

ตอบ มี ได้แก่ ปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อม แหนมปลา

ปลาร้า มีลักษณะเหลวข้นสีน้ำตาลเข้ม กลิ่นคาวปลา เหม็น รสเค็ม เนื้อปลาอ่อนนุ่ม

ปลาสาม มีลักษณะเปียกแฉะ เป็นตัวสีชมพูอมขาว กลิ่นคาวปลา เหม็น รสเค็มเปรี้ยว

เนื้อปลาแน่นนุ่ม

ปลาจ่อม มีลักษณะชุ่มน้ำ สีน้ำตาลเหลือง กลิ่นข้าวคั่ว เหม็นเปรี้ยวฉุนๆ รสเค็มจัด เนื้อปลาแข็ง

แหนมปลา มีลักษณะเป็นก้อน สีครีมอมชมพู เนื้อแน่นนุ่มนิ่ม กลิ่นหอม รสไม่เค็ม เปรี้ยว

2. ผลิตภัณฑ์ปลาหมักมีกี่ประเภท อะไรบ้าง และนักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนก

ตอบ มี 3 ประเภท คือ

1. ปลาหมักเกลือ เวลานาน แยกเอาเฉพาะของเหลว

2. ปลาหมักเกลือ หมัก 2-3 วัน หรือนานเป็นปีเติมเครื่องปรุงอื่นๆ

3. ปลาหมักเกลือแล้วนำไปผึ่งแดดหลายครั้งบดให้ละเอียด แล้วหมักไว้ระยะหนึ่งอาจเติมเครื่องปรุงอื่นๆ ด้วย

เกณฑ์ที่ใช้จำแนก คือ ลักษณะ วิธีการหมักและวัตถุดิบที่ใช้

3. ผลิตภัณฑ์ปลาหมักในแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะเหมือนกัน หรือต่างกันอย่างไร

ตอบ ต่างกัน คือ ลักษณะ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสไม่เหมือนกัน ทั้งๆที่เป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักชนิดเดียวกัน

4. ผลิตภณฑ์ปลาหมักมีประโยชน์อย่างไร

ตอบ 1. ทำให้มีอาหารพวกปลาที่รับประทานหลายรูปแบบแตกต่างกัน

2. ใช้เป็นเครื่องปรุงเพิ่มรสชาติให้กับอาหารต่างๆ

5. จากการสำรวจผลิตภณฑ์ปลาหมักในท้องถิ่น ทำให้นักเรียนได้รับประโยชน์หรือไม่อย่างไร

ตอบ ทำให้ได้รับประโยชน์ คือ ทำให้ทราบว่าในท้องถิ่นมีการนำปลามาแปรรูปโดยกระบวนการหมักได้ผลิตภณฑ์ปลาหมักหลายชนิด ซึ่งมี ลักษณะ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และประโยชน์แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ครูอาจนำนักเรียนออกไปสำรวจบริเวณสถานประกอบการต่างๆ ที่มีในท้องถิ่น

2. การสำรวจผลิตภณฑ์ปลาหมักในแต่ละท้องถิ่น อาจได้ผลการสำรวจไม่เหมือนกันเพราะผลการสำรวจในกลุ่มนี้เป็นเพียงตัวอย่างที่ทำการสำรวจเท่านั้น

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนศึกษาวิธีการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักวิธีต่างๆ และนำหลักการไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์การทดลอง

เมื่อจบการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทดลองและสรุปหลักการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
2. ทดลองและสรุปหลักการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
3. สรุปเปรียบเทียบข้อแตกต่างของการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักแต่ละชนิด และการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักแต่ละวิธีได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	20	นาที
	ทดลอง	120	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	60	นาที
	รวม	200	นาที (4 คาบ)

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน / กลุ่ม
1. โกร่งบดสาร	1 ชุด
2. กะละมัง ขนาดเล็ก	4 ใบ
3. ถุงมือ	4 ถู
4. เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
5. ปีกเกอร์ ขนาด 50 , 100 มิลลิลิตร อย่างละ	1 ใบ
6. ช้อนตักสาร	1 อัน
7. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร	1 ใบ
8. หลอดหยด	2 หลอด
9. หลอดฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร	1 หลอด
10. ขวดโหลสะอาดลวกน้ำร้อน ขนาด 500 กรัม	4 ใบ
11. หลอดทดลอง ขนาด 10 มิลลิลิตร	12 หลอด
12. กระดาษวัด พี เอช	1 ม้วน
13. ถูพลาสติก ขนาด 9 × 14 เซนติเมตร	3 ใบ

รายการ	จำนวน / กลุ่ม
14. แท่งแก้วคน	1 แท่ง
15. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 ชุด
16. จานพลาสติกขนาดเล็ก	8 ใบ
17. กระเทียมบดละเอียด	60 กรัม
18. ข้าวสุกบด	125 กรัม
19. ข้าวคั่ว	100 กรัม
20. เกลือสินเธาว์	207.5 กรัม
21. ปลาน้ำจืด (ขนาดเล็ก 500 กรัม, กลาง 250 กรัม, และใหญ่ 250 กรัม)	1 กิโลกรัม
22. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ภัณฑ์ปลาหมัก (ปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อม แหนมปลา) อย่างละ	100 กรัม
23. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.5 นอร์มัล	100 มิลลิลิตร
24. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล	100 มิลลิลิตร
25. แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส	30 ชุด

การเตรียมล่วงหน้า

ครูเตรียมวัตถุดิบ วัสดุและสารต่างๆ ก่อนถึงชั่วโมงที่จะทำการทดลอง ดังนี้

1. ข้าวคั่ว โดยใช้ข้าวเจ้า 1 กิโลกรัมแช่น้ำประมาณ 5 ชั่วโมง รินน้ำออกพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ นำไปคั่วไฟอ่อนจนข้าวมีสีน้ำตาลจากนั้นโขลกให้ละเอียดเก็บไว้ในถุงพลาสติก

2. กระเทียมบดละเอียด ใช้กระเทียม 1 กิโลกรัมปอกเปลือกล้างน้ำให้สะอาดพักไว้ให้สะเด็ดน้ำนำไปโขลกให้ละเอียด เก็บไว้ในถุงพลาสติก

3. ข้าวสุกบด ใช้ข้าวสวย 750 กรัม ขยี้ให้ละเอียดเก็บไว้ในถุงพลาสติก

4. ปลาขนาดเล็ก เตรียมได้ดังนี้

4.1 ปลากระตี่ $1\frac{1}{2}$ กิโลกรัม ขอดเกล็ด คั่วก้าง ตัดหัวล้างน้ำให้สะอาดพักไว้ให้สะเด็ดน้ำเก็บไว้ในถุงพลาสติก

4.2 ปลาช่อนแก้ว $1\frac{1}{2}$ กิโลกรัม คั่วก้างล้างน้ำให้สะอาดพักไว้ให้สะเด็ดน้ำเก็บไว้ในถุงพลาสติก

5. ปลาขนาดกลาง โดยใช้ปลาตะเพียน ขนาดกลาง $1\frac{1}{2}$ กิโลกรัม ขอดเกล็ด คั่วก้าง บั้งบนตัวปลาหลายๆ ล้างน้ำให้สะอาดพักไว้ให้สะเด็ดน้ำเก็บไว้ในถุงพลาสติก

6. ปลาขนาดใหญ่ ปลากราย 2 กิโลกรัม ขอดเกล็ด คั่วก้าง ตัดหัว ล้างน้ำให้สะอาดพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ แล้วเนื้อปลาออกเป็น 2 ซีก ขูดเอาแต่เนื้อปลาเก็บไว้ในถุงพลาสติก

7. ขวดโหล นำขวดโหลลวกน้ำร้อนพักไว้ให้แห้งสนิทปิดฝาไว้

8. เตรียมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 25 กรัมในน้ำ แล้วทำให้สารละลายมีปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ขวดปิดฉลากไว้

9. เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.5 นอร์มัล โดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมในน้ำ แล้วทำให้สารละลายมีปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ขวดปิดฉลากไว้

10. เตรียมกระดานวัดพีเอช
11. เตรียมเกลือ

อภิปรายก่อนการทดลอง

ครูแนะนำนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้

1. อธิบายวิธีการใช้เครื่องชั่ง หลอดฉีดยา หลอดหยด กระบอกตวง โกร่งบด และกระดานวัดพีเอช
2. เตือนนักเรียนให้ระมัดระวังความสะอาดในขณะที่ทำการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
3. ก่อนบรรจุปลาลงในขวดโหล ควรนำเครื่องปรุงที่คลุกแล้วใส่ในท้องและเหงือกปลาด้วย โดยเฉพาะการหมักปลาขนาดกลาง
4. การคลุกเคล้าส่วนผสมต่างๆ ควรคลุกให้ทั่วและไม่ต้องออกแรงดันหรือกด จะออกแรงเฉพาะเวลานวดเนื้อปลาให้เหนียว
5. ก่อนคลุกและนวดปลาควรล้างมือให้สะอาด หรือใส่ถุงมือ
6. การบรรจุปลาในขวดโหลควรจัดเรียงปลาให้แน่นแล้วปิดฝาขวดให้สนิท
7. ก่อนชิมรสควรทำผลิตภัณฑ์ปลาหมักให้สุก และบ้วนปากด้วยน้ำสะอาดทุกครั้ง
8. อธิบายการสังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงสี ของกระดานวัดพีเอช สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
9. ย้ำนักเรียนให้ทำการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์เมื่อหมักครบกำหนด
10. ขวดโหลบรรจุปลาควรมีขนาดพอเหมาะ ถ้ามีขนาดใหญ่เกินไปให้ใช้ถุงพลาสติกบรรจุน้ำปิดทับปลาก่อนปิดฝาขวดเพื่อแทนที่อากาศ
11. ให้ทำเครื่องหมายหรือเขียนเป็นรหัสติดที่ขวดโหล เพื่อให้ทราบว่าขวดโหลใดเป็นผลิตภัณฑ์ปลาร้า ปลาสาม ปลาจ่อม แหนมปลา
12. ให้ทำเครื่องหมายที่หลอดทดลอง เพื่อให้ทราบว่าหลอดใดใส่สารชนิดใด
13. การทดลองตอนที่ 2 กิจกรรมที่ 2 และ 3 ให้มีส่วนร่วมที่เป็นเนื้อปลาจากหลายจุดมาทำการทดลอง
14. ย้ำนักเรียนให้ทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชิ้นก่อนและหลังการใช้
15. การบันทึกผล ตอนที่ 2 กิจกรรมที่ 1 ถ้าสมาชิกในกลุ่มมีมากควรเพิ่มช่องบันทึกผล
16. ในใบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส 1 ชุด ใช้บันทึกผลการสังเกตผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้หลายชนิด โดยเพิ่มรายการหรือรหัสผลิตภัณฑ์
17. นักเรียน 1 คน ควรใช้ใบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส 1 ชุด

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ปลาหมักแต่ละชนิดมีสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน
2. ปลาหมักที่ใช้เวลาหมักนานปลาจะเค็มมาก
3. ปลาหมักที่ใช้เวลาหมักนานมีรสเปรี้ยวมาก
4. ปลาหมักแต่ละชนิดมีความเป็นกรด-เบส แตกต่างกัน
5. ปลาหมักแต่ละชนิดมีโปรตีนแตกต่างกัน

ตอนที่ 2

ใบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อตัวอย่าง ปลาร้า ปลาส้ม ปลาจ่อม แหนมปลา วัน 11 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2545

ทดสอบ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ชื่อผู้ทดสอบ จิตลดา พระสาวงค์

คำแนะนำ : - ทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ละตัวอย่าง บ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

- ให้คะแนนแต่ละคุณลักษณะ และคะแนนความชอบรวมดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	ปลาร้า (202)	ปลาส้ม (330)	ปลาจ่อม (990)	แหนมปลา (411)
สี	5	9	7	8
กลิ่น	6	8	6	7
รสชาติ	6	9	5	8
เนื้อสัมผัส	7	7	7	8
ความชอบรวม	6	7	6	8

กิจกรรมที่ 1

ผลิตภัณฑ์ ปลาร้า

ลักษณะสังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส					รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย	เกณฑ์ ตัดสิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สี	7	6	6	5	4	28	5.6	ผ่าน
กลิ่น	5	4	3	7	6	25	5.0	ผ่าน
รสชาติ	6	5	7	7	4	29	5.8	ผ่าน
เนื้อสัมผัส	7	4	8	7	6	30	6.0	ผ่าน
ความชอบรวม	7	7	6	6	5	31	6.2	ผ่าน

ผลิตภัณฑ์ ปลาต้ม

ลักษณะสังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส					รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย	เกณฑ์ ตัดสิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สี	6	9	8	7	7	37	7.4	ผ่าน
กลิ่น	4	7	8	6	8	33	6.6	ผ่าน
รสชาติ	4	8	5	5	7	29	5.8	ผ่าน
เนื้อสัมผัส	6	8	6	7	8	35	7	ผ่าน
ความชอบรวม	4	8	8	7	7	34	6.8	ผ่าน

ผลิตภัณฑ์ ปลาจ่อม

ลักษณะสังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส					รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย	เกณฑ์ ตัดสิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สี	5	7	8	6	8	34	6.8	ผ่าน
กลิ่น	6	8	7	5	7	33	6.6	ผ่าน
รสชาติ	6	7	7	5	6	31	6.2	ผ่าน
เนื้อสัมผัส	5	8	7	5	7	32	6.4	ผ่าน
ความชอบรวม	5	8	9	5	7	34	6.8	ผ่าน

ผลิตภัณฑ์ แหนมปลา

ลักษณะสังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส					รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย	เกณฑ์ ตัดสิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สี	6	7	7	7	8	35	7	ผ่าน
กลิ่น	4	6	7	6	7	30	6	ผ่าน
รสชาติ	4	8	6	6	7	31	6.2	ผ่าน
เนื้อสัมผัส	6	8	8	6	7	35	7	ผ่าน
ความชอบรวม	4	7	7	6	7	31	6.2	ผ่าน

ตอนที่ 2

กิจกรรมที่ 2

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมัก	สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดามะ วัด พี เอช	ค่าความเป็นกรด- เบส (pH)
ปลาร้า	สีเหลือง	6
ปลาต้ม	เหลือง	6
ปลาจ่อม	เหลืองเข้ม	5
แหนมปลา	เหลืองปนส้ม	4

ตอนที่ 2

กิจกรรมที่ 3

ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ ปลาหมัก	ลักษณะตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ ปลาหมัก ก่อนทดสอบ	สังเกตการเปลี่ยนแปลงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมักหลังทดสอบ		
		หลอด 1 หยด สารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์	หลอด 2 หยด สารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต	หลอด 3 หยดสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต
ปลาร้า	ของเหลวสีเทาขุ่น	ของเหลวสีขาวขุ่น	ของเหลวสีฟ้าขุ่น	ของเหลวสีม่วงอมน้ำเงิน
ปลาต้ม	ของเหลวสีเทาขุ่น	ของเหลวสีขาวขุ่น	ของเหลวสีฟ้าขุ่น	ของเหลวสีม่วงอมน้ำเงิน
ปลาจ่อม	ของเหลวสีเทาขุ่น	ของเหลวสีขาวขุ่น	ของเหลวสีฟ้าขุ่น	ของเหลวสีม่วงอมน้ำเงิน
แหนมปลา	ของเหลวสีเทาขุ่น	ของเหลวสีขาวขุ่น	ของเหลวสีฟ้าขุ่น	ของเหลวสีม่วงอมน้ำเงิน

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูนำผลการทดลองมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่า

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตขึ้น มีลักษณะต่างๆ ไม่เหมือนกัน โดยแบ่งเป็น 4 ชนิด ได้แก่ ปลาร้า ปลาต้ม ปลาจ่อมและแหนมปลา ซึ่งแต่ละชนิดมีหลักการผลิตที่เหมือนกันคือ การนำปลามาหมักกับเกลือ แต่จะมีส่วนประกอบและระยะเวลาในการหมักแตกต่างกัน เช่น

1.1 ปลาร้า นำปลามาหมักเกลือ 1 คืน จากนั้นผสมข้าวคั่วแล้วหมักต่อไปประมาณ 6-12 เดือน จะได้ปลาร้าที่มีลักษณะเป็นของเหลวชั้นสีน้ำตาล กลิ่นคาวปลา หอมข้าวคั่ว รสเค็ม และเนื้อนุ่ม

1.2 ปลาต้ม นำปลามาหมักเกลือ กระเทียม และข้าวสุก หมักไว้ประมาณ 7-12 วัน ได้ปลาต้มสีขาวอมชมพู รสเค็มเปรี้ยว กลิ่นคาวปลา หอมกระเทียม เนื้อปลาแน่นนุ่ม

1.3 ปลาจ่อม นำปลามาหมักเกลือ กระเทียม ข้าวสุก และข้าวคั่ว หมักไว้ประมาณ 5-7 วัน ได้ปลาจ่อมสีเหลืองน้ำตาล กลิ่นคาวปลา เค็มน้อย เปรี้ยวน้อย เนื้อปลาค่อนข้างแข็ง

1.4 แหนมปลา นำปลามาหมักเกลือ กระเทียม ข้าวสุกหมักไว้ประมาณ 3-5 วัน ได้แหนมปลา ลักษณะเป็นก้อนเนื้อแน่นนุ่มนิ่มสีขาวอมชมพู รสเค็มน้อย เปรี้ยวน้อย กลิ่นคาวปลาน้อย หอมกระเทียม

2. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยทั่วไปมีหลักการตรวจสอบ ดังนี้

2.1 ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยการตรวจสอบ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ด้วยวิธีการใช้ประสาทสัมผัส แล้วนำผลการตรวจสอบประเมินคุณภาพรวม

2.2 ตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีการทางเคมี ได้แก่ วิเคราะห์โปรตีนโดยใช้วิธีไบยูเรตซึ่งเป็นวิธีการทำปฏิกิริยาระหว่างสารที่มีพันธะเพปไทด์ตั้งแต่สองพันธะขึ้นไปกับสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้สารประกอบเชิงซ้อนสีม่วง ตรวจวัดความเป็นกรด-เบส โดยใช้กระดาษวัดพี เอช และวิเคราะห์ความชื้น เถ้า ไฟเบอร์ กรดแลคติก ปริมาณน้ำอิสระ เป็นต้น

2.3 ตรวจสอบคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา โดยวิธีตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางชีวเคมีที่สำคัญ ได้แก่ การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแลคติก และจำแนกชนิดของแบคทีเรียแลคติก

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

1. ผลิตภัณฑ์ปลาหมักมีหลักการและขั้นตอนการผลิต อย่างไร

ตอบ หลักการ คือ การนำปลามาหมักกับเกลือแล้วหมักไว้ระยะเวลาหนึ่ง

ขั้นตอนการผลิต คือ นำปลามาขอดเกล็ด ควักไส้ ตัดหัวล้างน้ำให้สะอาดพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ แล้วคลุกเคล้ากับเกลือในอัตราส่วนที่พอเหมาะ บรรจุขวดโหลอัดให้แน่นปิดฝาให้สนิท หมักไว้ระยะหนึ่งตามต้องการ

2. ผลิตภัณฑ์ปลาหมักแต่ละชนิดมีข้อแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

ตอบ แตกต่างกัน คือ มีส่วนผสม ระยะเวลาในการหมัก สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสต่างกัน

3. ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อกระบวนการผลิต “ ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ”

ตอบ จุลินทรีย์ อุณหภูมิ วัตถุดิบ ระยะเวลา เ็นไซม์ เกลือ ออกซิเจน ความเป็นกรด-เบส และอาหารของจุลินทรีย์

4. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักมีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ มีวิธีการตรวจสอบทั้งทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา คือ

- ตรวจทางกายภาพ ใช้ประสาทสัมผัสตรวจ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส
- ตรวจทางเคมี ใช้วิธีทางเคมีวิเคราะห์โปรตีน และความเป็นกรด-เบส
- ตรวจทางจุลชีววิทยา โดยตรวจลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมี

5. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักแต่ละวิธีมีข้อแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ แตกต่างกัน คือ ใช้วิธีการ อุปกรณ์ เครื่องมือ และผลที่ได้จากการตรวจสอบต่างกัน

6. ผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่มีคุณภาพตรงตามผู้บริโภคต้องการควรมีลักษณะอย่างไร

ตอบ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสดี มีโปรตีน และคุณค่าอาหารสูง ไม่เป็นพิษ ไม่เป็นอันตราย

ได้มาตรฐาน และผ่านการตรวจสอบ ตลอดจนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

7. มีวิธีการใดบ้างที่นักเรียนสามารถตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมักในชีวิตประจำวันได้ อธิบาย พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

ตอบ วิธีการสังเกตลักษณะต่างๆ เช่น สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และดูวันผลิตและวันหมดอายุ

มีเครื่องหมายรับรองคุณภาพของสินค้า (อย.) เช่น สังเกตผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่จำหน่ายตามห้างสรรพสินค้าทั่วไปก่อนซื้อบริโภค

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ผลิตเป็นตัวอย่างในการทดลองนี้ เป็นเพียงตัวอย่างที่มีเฉพาะท้องถิ่นเท่านั้น แต่ละท้องถิ่นอาจเลือกทำได้ตามความเหมาะสม

2. ผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่ต้องใช้ระยะเวลาหมักนานอาจทำล่วงหน้าก่อนถึงชั่วโมงทดลอง หรือใช้ตัวอย่างที่มีในบ้านแทนก็ได้เฉพาะกรณีการทดลองตอนที่ 2 แต่ต้องชี้แจงเหตุผลให้นักเรียนเข้าใจว่า ที่เอามาแทนนั้นเพราะเป็นการศึกษาวิธีการตรวจสอบเท่านั้น

3. ปลาและเกล็ดที่นำมาใช้หมักอาจเป็นชนิดอื่นๆ ได้ตามความเหมาะสมและหาได้ในท้องถิ่น

4. อาจให้นักเรียนทำการทดลองตอนที่ 1 กลุ่มละ 1 ชนิดแล้วแลกเปลี่ยนกันศึกษา เพื่อครูจะได้เตรียมวัสดุอุปกรณ์น้อยลง

5. อาจน่านักเรียนไปฝึกปฏิบัติจริงในสถานประกอบการที่อยู่ใกล้ และสะดวก

6. อาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนกันตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักของกลุ่มอื่น

7. นำสไลด์หรือเทปวีดิทัศน์มาฉายให้นักเรียนดูวิธีการตรวจสอบคุณภาพอาหารวิธีต่างๆ

8. ในการทดลองตอนที่ 1 หากโรงเรียนไม่มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อาจพานักเรียนไปทดลองที่ห้องเรียนคหกรรมหรือโรงอาหารแทน เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นคาวปลา

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3

เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาร้า

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนศึกษาเปรียบเทียบลักษณะและคุณภาพปลาร้าที่ผลิตโดยใช้ปลาต่างชนิดกัน

จุดประสงค์การทดลอง

เมื่อจบการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตปลาร้าได้
2. ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของปลาร้าได้
3. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตปลาร้าได้
4. นำหลักการการผลิตปลาร้าไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้	อธิบายก่อนการทดลอง	15	นาที
	ทดลอง	60	นาที
	อธิบายหลังการทดลอง	25	นาที
	รวม	100	นาที (2 คาบ)

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน / กลุ่ม
1. ขวดโหลสะอาดลวกน้ำร้อน ขนาดบรรจุ 500 กรัม	2 ใบ
2. กะละมัง ขนาดเล็ก	2 ใบ
3. เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
4. ถุงมือ	2 ถุง
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร	2 ใบ
6. โกร่งบดสาร	1 ชุด
7. แท่งแก้วคน	1 แท่ง
8. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร	1 ใบ
9. จานพลาสติก ขนาดเล็ก	4 ใบ
10. หลอดทดลอง ขนาด 10 มิลลิลิตร	6 หลอด
11. หลอดหยด	2 หลอด
12. หลอดฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร	1 หลอด
13. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 ชุด

รายการ	จำนวน / กลุ่ม
14. ปลาน้ำจืด 2 ชนิดๆ ละ	500 กรัม
15. เกลือ	300 กรัม
16. ข้าวคั่วบดละเอียด	100 กรัม
17. กระดาษวัด พี เอช	1 ม้วน
18. ถูพลาสติก ขนาด 9 × 14 เซนติเมตร	5 ถู
19. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 นอร์มัล	10 มิลลิลิตร
20. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 นอร์มัล	20 มิลลิลิตร
21. แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส	10 ชุด

การเตรียมล่วงหน้า

1. ครูให้นักเรียนเตรียมปลากระดี่ (ขอดเกล็ด ควักไส้ ตัดหัว) และข้าวคั่ว แล้วนำมาในวันที่จะทดลอง
2. การทดลองตอนที่ 1 ทำล่วงหน้า 3 สัปดาห์ ก่อนถึงวันทดสอบคุณภาพ
3. เตรียมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล เหมือนการทดลองบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2
4. เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.5 นอร์มัล เหมือนการทดลองบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2
5. เตรียมกระดาษวัดพี เอช
6. เตรียมเกลือ

อภิปรายก่อนการทดลอง

- ครูแนะนำนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้
1. ย้ำให้นักเรียนใช้ปลาต่างชนิดกัน เช่น ปลาที่มีเกล็ดกับไม่มีเกล็ด และให้ใช้ขนาดไม่ใหญ่ไม่เล็กจนเกินไป ถ้าเป็นปลาที่มีเกล็ดต้องขอดเกล็ดออก
 2. ข้าวคั่วอย่าใช้ข้าวคั่วใหม่ (สีดำ)
 3. เกลือที่ใช้ควรเป็นเกลือชนิดเดียวกัน
 4. เมื่อคลุกปลากับเกลือบรรจุลงในขวดแล้วติดฉลากกำกับด้วยว่า ขวดใดใช้ปลาชนิดใดเริ่มทำวันไหน
 5. การตรวจสอบรสชาติ ให้นักเรียนนำผลิตภัณฑ์ไปทำให้สุกก่อน
 6. การตรวจสอบโปรตีนให้ชูดเอาส่วนที่เป็นเนื้อปลา
 7. ครูเตือนนักเรียนให้ระวังการใช้สารเคมีพวกกรด-เบส อย่าให้กระเด็นเข้าตา ถูกผิวหนัง และเสื้อผ้า ถ้าสารดังกล่าวกระเด็นมาถูกควรล้างออกด้วยน้ำธรรมดาทันที ถ้าถูกสารมากเมื่อล้างด้วยน้ำแล้วรีบแจ้งให้ครูทราบ
 8. ก่อนใช้อุปกรณ์ทุกอย่างทุกครั้งต้องล้างให้สะอาด

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ปลาที่เลี้ยงในบ่อต่างชนิดกันมีสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน
2. ปลาที่เลี้ยงในบ่อต่างชนิดกันมีโปรตีนแตกต่างกัน
3. ปลาที่เลี้ยงในบ่อต่างชนิดกันมีสมบัติเป็นกรด-เบส แตกต่างกัน

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตอนที่ 1

ชนิดของปลาร้า	ลักษณะสังเกต					หมายเหตุ
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม	
ปลามีเกล็ด	น้ำตาล	เหม็น	เค็ม	อ่อนนิ่ม	ชอบปานกลาง	
ปลาไม่มีเกล็ด	น้ำตาล	เหม็น	เค็ม	แน่นนุ่ม	ชอบปานกลาง	

ตอนที่ 2

กิจกรรมที่ 1

ลักษณะ สังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส																				รวม คะแนน		คะแนน เฉลี่ย		เกณฑ์ ตัดสิน	
	คนที่ 1		คนที่ 2		คนที่ 3		คนที่ 4		คนที่ 5		คนที่ 6		คนที่ 7		คนที่ 8		คนที่ 9		คนที่ 10							
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
สี	6	7	5	6	5	4	6	6	6	6	6	7	2	1	8	7	3	6	7	8	54	58	5.4	5.8	✓	✓
กลิ่น	7	6	6	8	5	5	4	4	4	4	7	7	1	1	9	3	4	5	6	7	53	50	5.3	5.0	✓	✓
รสชาติ	6	4	5	7	6	5	6	7	6	4	6	7	5	7	8	7	8	6	7	5	60	55	6.0	5.5	✓	✓
เนื้อสัมผัส	8	7	5	5	8	5	5	5	5	5	7	6	1	2	7	5	6	7	5	6	57	53	5.7	5.3	✓	✓
ความชอบรวม	7	7	7	8	6	5	5	5	5	5	8	7	2	1	8	6	5	6	7	8	60	58	6.0	5.8	✓	✓
หมายเหตุ 1 หมายถึง ปลาข้าวชนิดที่ 1 (ปลามีเกล็ด) 2 หมายถึง ปลาข้าวชนิดที่ 2 (ปลาไม่มีเกล็ด)																										

ตอนที่ 2

กิจกรรมที่ 2

ชนิดปลาร้า	สังเกตการเปลี่ยนแปลง							
	กระดาศวัดพี เอช		สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์		สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต		สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต	
	ก่อนจุ่ม	หลังจุ่ม	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด
1	เหลืองน้ำตาล	เหลืองเข้ม	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ฟ้าขุ่น	ขาวขุ่น	ม่วงอมม่น้ำเงิน
2	เหลืองน้ำตาล	เหลืองเข้ม	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ฟ้าขุ่น	ขาวขุ่น	ม่วงอมม่น้ำเงิน

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลการทดลองเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

1. การผลิตปลาร้า เป็นวิธีการถนอมอาหารวิธีหนึ่งโดยการเปลี่ยนแปลงรสชาติและ/หรือลักษณะของอาหารเพื่อให้เก็บอาหารได้นาน ซึ่งลักษณะของปลาร้าโดยทั่วไปเป็นของเหลวข้นสีน้ำตาล กลิ่นคาวปลารสเค็ม เนื้อปลานุ่มนิ่ม

2. ปลาร้า เป็นอาหารประเภทปลาหมักเกลือ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการทำงานของเอนไซม์ในปลาร่วมกับเอนไซม์ของจุลินทรีย์ จัดเป็นอาหารหมักพื้นบ้านของคนไทย ปัจจุบันมีการผลิตปลาร้าจำนวนมากหลากหลายลักษณะ แต่ยังเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนใช้กรรมวิธีอย่างง่าย ๆ ได้ปลาร้าที่มีลักษณะและคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ปลาต่างชนิดกันจะได้ปลาร้าที่มีลักษณะและคุณภาพแตกต่างกัน คือ ปลาร้าปลามีเกล็ด มีลักษณะข้นสีน้ำตาล กลิ่นคาวปลา รสเค็ม เนื้อปลาละเอียดนุ่ม ส่วนปลาร้าปลาไม่มีเกล็ด มีลักษณะข้นสีน้ำตาล กลิ่นคาวปลาน้อย รสเค็มน้อย เนื้อปลาแน่นนุ่ม สำหรับด้านคุณภาพนั้นพบว่า มีโปรตีนและความเป็นกรด-เบสใกล้เคียงกัน

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3

1. เกลือมีประโยชน์อย่างไรในการถนอมอาหาร

ตอบ ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้อาหารไม่เน่าเสีย

2. ขั้นตอนการผลิตปลาร้าเป็นอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ นำปลามาหมักกับเกลือทิ้งไว้ 1 คืน คลุกกับข้าวคั่วแล้วหมักต่อไป 6- 12 เดือน

3. ปลาร้าที่ผลิตขึ้นกับปลาร้าที่ขายตามท้องตลาดมีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง

ตอบ ไม่เหมือนกัน คือ ปลาร้าที่ผลิตขึ้นเองมีลักษณะเหลวข้น มีกลิ่นหอมข้าวคั่ว เนื้อปลาแน่นนุ่ม รสเค็มพอเหมาะ ส่วนปลาร้าที่มีขายตามท้องตลาดมีลักษณะเหลวสีค่อนข้างดำ กลิ่นเหม็นมาก

เนื้อปลาและเปื่อยยุ่ย รสเค็มมาก

4. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของปลาร้ามีอะไรบ้าง

ตอบ ชนิดและความสดของปลา ปริมาณเกลือ ระยะเวลาในการหมัก ภาชนะบรรจุ เครื่องปรุงต่างๆ จุลินทรีย์ และเอนไซม์

5. จงบอกลักษณะของปลาร้าที่มีคุณภาพตามเกณฑ์การยอมรับของสมาชิกในกลุ่ม

ตอบ มีกลิ่นหอมข้าวคั่ว รสเค็มน้อย เนื้อปลามีสีชมพูแน่นนุ่ม สีปลาร้าไม่ดำ ไม่มีหนอนและเชื้อรา น้ำปลาร้าไม่ใส

6. การบริโภคปลาร้าอย่างปลอดภัยควรปฏิบัติอย่างไร จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ตอบ 1. ทำให้สุกก่อนบริโภคเพื่อฆ่าเชื้อโรค และพยาธิที่มีในปลาดิบ
2. ใช้สารยับยั้งการเกิดสารไนโตรซามีนในปลาร้า เพื่อป้องกันการเกิดมะเร็งในตับโดยใช้วิตามินซี คาร์โบไฮเดรต ฯลฯ

7. นักเรียนมีวิธีการแนะนำอย่างไรให้คนในชุมชนได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับปลาร้า จงอธิบาย พร้อมยกตัวอย่าง

ตอบ 1. เผยแพร่ข้อมูลใหม่ๆ เกี่ยวกับปลาร้าให้ชุมชนทราบ โดยจัดป้ายนิเทศในหมู่บ้าน
2. จัดทำแผ่นพับแจก
3. รวมกลุ่มตั้งชมรมจัดประชุมอบรมให้ความรู้ทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ

8. นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการจัดลำดับคุณภาพของปลาร้าที่ผลิตขึ้นได้ อธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

ตอบ 1. ใช้เกณฑ์ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส โดยผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพรวมจากผู้บริโภค
2. ใช้เกณฑ์ความเป็นกรด-เบส คือเป็นกลางหรือกรดเล็กน้อย
3. ใช้เกณฑ์คุณค่าทางอาหาร คือ มีโปรตีน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ครูอาจให้นักเรียนค้นคว้าเรื่องการทำปลาร้าวิธีแปลกใหม่เพิ่มเติม
2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนทดลองทำปลาร้าโดยเปรียบเทียบตัวแปรอื่นๆ เช่น ใช้ปลาทะเล ใช้เครื่องปรุงที่เป็นสมุนไพร ใช้เกลือต่างชนิดกัน
3. หากโรงเรียนอยู่ใกล้แหล่งที่มีการทำปลาร้าขาย ครูอาจพานักเรียนไปศึกษาดูงานเกี่ยวกับการผลิต และการพัฒนากระบวนการผลิตปลาร้า

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4

เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาสาม

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนศึกษาเปรียบเทียบลักษณะและคุณภาพปลาสามที่ผลิตโดยใช้เกลือปริมาณต่างกัน

จุดประสงค์การทดลอง

เมื่อจบการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตปลาสามได้
2. ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของปลาสามได้
3. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตปลาสามได้
4. นำหลักการการผลิตปลาสามไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	15	นาที
	ทดลอง	60	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	25	นาที
	รวม	100	นาที (2 คาบ)

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน / กลุ่ม
1. ขวดโหลสะอาดลวกน้ำร้อน ขนาดบรรจุ 500 กรัม	2 ใบ
2. กะละมัง ขนาดเล็ก	2 ใบ
3. เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
4. ถุงมือ	2 คู่
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร	2 ใบ
6. โกร่งบดสาร	1 ชุด
7. แท่งแก้วคน	1 แท่ง
8. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร	1 ใบ
9. จานพลาสติก ขนาดเล็ก	4 ใบ
10. หลอดทดลอง ขนาด 10 มิลลิลิตร	6 หลอด
11. หลอดหยด	2 หลอด
12. หลอดฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร	1 หลอด
13. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 ชุด

รายการ	จำนวน / กลุ่ม
14. ปลาน้ำจืด	500 กรัม
15. เกลือ	150 กรัม
16. ข้าวสุก	100 กรัม
17. กระเทียม	100 กรัม
18. กระดาษวัด พี เอช	1 ม้วน
18. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 นอร์มัล	10 มิลลิลิตร
19. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 นอร์มัล	20 มิลลิลิตร
20. แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส	10 ชุด

การเตรียมล่วงหน้า

1. ครูให้นักเรียนเตรียมปลาตะเพียนขนาดกลาง (ขอเกล็ด ควักไส้ ตัดหัว บั้งตัวปลา) กระเทียม บดละเอียดและข้าวสุกบด แล้วนำมาในวันที่จะทดลองตอนที่ 1
2. การทดลองตอนที่ 1 ทำล่วงหน้า 1 สัปดาห์ ก่อนถึงวันทดสอบคุณภาพ
3. ครูเตรียมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.5 นอร์มัล เหมือนการทดลองบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2
4. ครูเตรียมกระดาษวัดพีเอช
5. เตรียมเกลือ

อภิปรายก่อนการทดลอง

ครูแนะนำนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้

1. ย้ำให้นักเรียนเลือกปลาที่สดขนาดพอเหมาะ เวลาบั้งตัวปลาให้บั้งเฉียง 45 องศา ห่างกันพอประมาณและไม่ลึกมาก
2. การคลุกปลากับเกลือ กระเทียม และข้าวสุก ควรคลุกให้ทั่วและไม่ควรกดแรงเกินไปเพราะจะทำให้ปลาช้ำเน่าง่าย
3. ก่อนบรรจุปลาลงในขวดโหลควรนำกระเทียม ข้าวสุกจากที่เหลือนำมาบรรจุในตัวปลา และจัดเรียงปลาให้ชิดกัน
4. เตือนนักเรียนให้ระมัดระวังครีปปลาเวลาคลุกปลา เพราะอาจทิ่มแทงมือทำให้เกิดบาดแผลได้
5. การบรรจุปลา ถ้าปลาตัวใหญ่ให้ตัดแบ่งเป็นชิ้นได้ ก่อนคลุกเคล้าแล้วจึงบรรจุลงขวดโหล
6. เมื่อบรรจุปลาลงในขวดโหลแล้ว ควรติดฉลากกำกับไว้ว่าขวดใดใช้เกลือเท่าใด
7. การตรวจสอบคุณภาพ ให้ใช้ส่วนที่เป็นเนื้อปลาโดยสุ่มมาจากหลายๆจุด
8. การทดลองตอนที่ 2 ก่อนชิมรส ต้องทำให้ปลาสุกก่อน

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ปลาสุกที่หมักเกลือปริมาณมากเก็บไว้ได้นานกว่าปลาสุกที่หมักเกลือปริมาณน้อย
2. ปลาสุกที่หมักเกลือปริมาณต่างกันมีลักษณะและคุณภาพแตกต่างกัน
3. ปลาสุกหมักเกลือปริมาณต่างกันมีโปรตีนแตกต่างกัน

4. ปลาสดที่หมักเกลือปริมาณมากเนื้อปลาจะแน่น
5. ปลาสดหมักเกลือปริมาณต่างกันมีความเป็นกรด-เบสแตกต่างกัน

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตอนที่ 1

ชนิดของปลาสด	ลักษณะสังเกต					หมายเหตุ
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม	
ปลาสดหมักเกลือน้อย	ขาวซีด	หอมกระเทียม	เค็มเปรี้ยว	นิ่ม	ชอบปานกลาง	
ปลาสดหมักเกลือมาก	ขาวอมชมพู	หอมกระเทียม	เค็มมากเปรี้ยว	นุ่ม	ชอบปานกลาง	

ตอนที่ 2

กิจกรรมที่ 1

ลักษณะ สังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส																				รวม คะแนน		คะแนน เฉลี่ย		เกณฑ์ ตัดสิน	
	คนที่ 1		คนที่ 2		คนที่ 3		คนที่ 4		คนที่ 5		คนที่ 6		คนที่ 7		คนที่ 8		คนที่ 9		คนที่ 10							
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
สี	7	7	5	7	6	8	7	8	5	6	6	6	7	7	7	5	8	8	8	4	66	66	6.6	6.6	✓	✓
กลิ่น	8	7	6	6	8	7	7	7	6	4	8	7	8	7	6	6	8	8	7	7	72	66	7.2	6.6	✓	✓
รสชาติ	7	7	6	7	6	7	7	8	7	8	6	8	7	7	6	6	6	7	7	7	65	72	6.5	7.2	✓	✓
เนื้อสัมผัส	9	9	7	8	5	7	6	7	6	6	9	9	7	6	4	4	8	8	8	8	69	68	6.9	6.8	✓	✓
ความชอบรวม	9	8	6	8	6	7	8	8	6	6	7	8	8	7	7	8	8	8	8	8	73	76	7.3	7.6	✓	✓
หมายเหตุ 1 หมายถึง ปลาสดชนิดที่ 1 (เติมเกลือ 50 กรัม)																										
2 หมายถึง ปลาสดชนิดที่ 2 (เติมเกลือ 100 กรัม)																										

ตอนที่ 2

กิจกรรมที่ 2

ชนิดปลา	สังเกตการเปลี่ยนแปลง							
	กระดาศวัดพี เอช		สารละลายไฮดรอกไซด์		สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต		สารละลายไฮดรอกไซด์และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต	
	ก่อนจุ่ม	หลังจุ่ม	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด
1	เหลืองน้ำตาล	เหลืองส้ม	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ฟ้าขุ่น	ขาวขุ่น	ม่วงอมน้ำเงิน
2	เหลืองน้ำตาล	เหลืองส้ม	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ฟ้าขุ่น	ขาวขุ่น	ม่วงอมน้ำเงิน

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลการทดลองเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

ปลาส้ม เป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่คนนิยมบริโภค มีกรรมวิธีการผลิตโดยนำปลามาหมักกับเกลือ กระเทียมและข้าวสุกในอัตราส่วนที่เหมาะสมหมักไว้ประมาณ 7-12 วัน จะได้ปลาส้มที่มีรสเปรี้ยวรับประทานได้ อย่างไรก็ตามถ้าวิธีการผลิตและอัตราส่วนของเครื่องปรุงแตกต่างกัน ก็จะได้ปลาส้มที่มีลักษณะและคุณภาพต่างกันไปด้วย เช่น ถ้านำปลามาหมักเกลือปริมาณน้อยจะได้ปลาส้มที่มีลักษณะขาวซีด เนื้อนิ่ม กลิ่นคาวมาก รสไม่เค็ม เปรี้ยวน้อย แต่ถ้านำปลามาหมักเกลือปริมาณมากก็ได้ปลาส้มสีขาวอมชมพู เนื้อแน่นนุ่มกลิ่นคาวน้อย หอมกระเทียม รสเค็ม เปรี้ยว นอกจากนี้คุณภาพของปลาส้มทั้งสองพบว่า มีโปรตีนและความเป็นกรด-เบสใกล้เคียงกัน คือ เป็นกรดเล็กน้อยมีค่า pH ประมาณ 4-6

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4

1. ปลาส้มมีองค์ประกอบและขั้นตอนการผลิตต่างจากปลาร้าอย่างไร

ตอบ ประกอบด้วยปลา เกลือ กระเทียม ข้าวสุก

ขั้นตอนการผลิต คือ นำปลามาขอดเกล็ด ควักไส้ บั้งตัวปลาแล้วล้างน้ำให้สะอาดพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ นำปลาไปคลุกกับเกลือ กระเทียม ข้าวสุกหมักไว้ประมาณ 7 วัน

2. ปลาส้มที่ผลิตได้ทั้งสองชนิดมีลักษณะต่างกันอย่างไร

ตอบ ปลาส้มหมักเกลือ 50 กรัม มีลักษณะสีขาวซีด กลิ่นคาวมาก เปรี้ยว รสไม่เค็ม เนื้อเหนียว

ปลาส้มหมักเกลือ 100 กรัม มีลักษณะสีขาวอมชมพู กลิ่นคาวน้อย เปรี้ยว รสเค็ม เนื้อแน่นนุ่ม

3. การตรวจหาโปรตีนในปลาส้มมีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ ใช้วิธีไบยูเรต โดยนำเนื้อปลาส้มมา 1 กรัมบดให้ละเอียดเติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตรคนให้เข้ากัน แล้วดูค่า 1 มิลลิลิตรเติมสารละลายไฮดรอกไซด์ 10 หยด และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 5 หยด

เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าเปลี่ยนเป็นสีม่วงอมน้ำเงิน แสดงว่ามีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ

4. การตรวจสอบคุณภาพของปลาสดมีวิธีการอย่างไร

- ตอบ 1. ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ โดยใช้ประสาทสัมผัส ได้แก่ ตรวจสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส
2. ตรวจสอบคุณภาพทางเคมี โดยวิธีทางเคมี ได้แก่ วิเคราะห์โปรตีนและความเป็นกรด-เบส
3. ตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา โดยวิธีทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ตรวจสอบลักษณะ

ทางสัณฐานวิทยา และทางชีวเคมี

5. ปลาสดที่มีคุณภาพควรมีลักษณะอย่างไร และมีวิธีการใดที่จะรักษาคุณภาพไว้ได้นานที่สุด

ตอบ มีลักษณะสีขาวอมชมพู รสเปรี้ยวและเค็มนิดๆ กลิ่นไม่คาว หอมกระเทียม เนื้อปลานุ่ม

วิธีการรักษาคุณภาพไว้ได้นานที่สุด คือ เมื่อหมักครบกำหนดได้ลักษณะตามต้องการแล้ว นำมารับประทานได้เลย แต่ถ้าจะเก็บไว้รับประทานหลายวันควรเก็บไว้ในที่เย็น เช่น ตู้เย็น หรืออาจนำไปทอดแล้วเก็บไว้ให้มิดชิด

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ปลาสดอาจใช้ปลานิตใดก็ได้ที่มีและหาได้ในท้องถิ่น
2. กระตุ้นให้นักเรียนทดลองผลิตปลาสดโดยเปรียบเทียบตัวแปรอื่นๆ เช่น ใช้ปลาหรือเกลือต่างชนิดกัน
3. อาจพานักเรียนไปศึกษาดูงานตามสถานประกอบการที่อยู่ใกล้โรงเรียน
4. ครูอาจให้นักเรียนศึกษาแลกเปลี่ยนกันกับกลุ่มอื่น
5. กระตุ้นให้นักเรียนทำการตรวจสอบคุณภาพปลาสดที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5

เรื่อง การถนอมอาหาร : ปลาจ่อม

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนศึกษาเปรียบเทียบลักษณะและคุณภาพปลาจ่อมที่ผลิตโดยใช้เกลือต่างชนิดกัน คือ เกลือสินเธาว์และเกลือทะเล

จุดประสงค์การทดลอง

เมื่อจบการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตปลาจ่อมได้
2. ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของปลาจ่อมได้
3. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตปลาจ่อมได้
4. นำหลักการการผลิตปลาจ่อมไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	15	นาที
	ทดลอง	60	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	25	นาที
	รวม	100	นาที (2 คาบ)

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน / กลุ่ม
1. ขวดโหลสะอาดลวกน้ำร้อน ขนาดบรรจุ 500 กรัม	2 ใบ
2. กะละมัง ขนาดเล็ก	2 ใบ
3. เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
4. ถุงมือ	2 คู่
5. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร	2 ใบ
6. โกร่งบดสาร	1 ชุด
7. แท่งแก้วคน	1 แท่ง
8. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร	1 ใบ
9. จานพลาสติก ขนาดเล็ก	4 ใบ
10. หลอดทดลอง ขนาด 10 มิลลิลิตร	6 หลอด
11. หลอดหยด	2 หลอด
12. หลอดฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร	1 หลอด
13. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 ชุด

รายการ	จำนวน / กลุ่ม
14. ปลาน้ำจืด	500 กรัม
15. เกลือสินเธาว์และเกลือทะเลชนิดละ	150 กรัม
16. ข้าวคั่วบดละเอียด	300 กรัม
17. ข้าวสุก	300 กรัม
18. กระเทียม	100 กรัม
19. กระดาษวัด พี เอช	1 ม้วน
20. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 นอร์มัล	10 มิลลิลิตร
21. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 นอร์มัล	20 มิลลิลิตร
22. แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส	10 ชุด

การเตรียมล่วงหน้า

1. ให้นักเรียนเตรียมปลาชีวแก้ว (ควักไส้ล้างน้ำให้สะอาด) ข้าวคั่ว กระเทียมบดละเอียด และข้าวสุกบด มาในวันที่จะทำการทดลองตอนที่ 1
2. การทดลองตอนที่ 1 ทำล่วงหน้า 5 วัน ก่อนถึงวันตรวจสอบคุณภาพ
3. ครูเตรียมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.5 นอร์มัล เหมือนการทดลองบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1
4. ครูเตรียมกระดาษวัดพีเอช
5. เตรียมเกลือสินเธาว์และเกลือทะเล

อภิปรายก่อนการทดลอง

ครูแนะนำนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้

1. ย้ำนักเรียนให้ใช้ปลาขนาดเล็กเท่านั้น
2. เตือนนักเรียนให้ระมัดระวังความสะอาดในขณะที่ทำการทดลอง
3. การคลุกเคล้าปลา กับส่วนผสมต่างๆ ไม่ควรออกแรงกดเพราะจะทำให้ปลาและเบื่อยยุ่ย
4. เมื่อบรรจุปลา ลงขวดโหลแล้ว ควรติดฉลากกำกับไว้ว่าขวดใดใช้เกลือชนิดใด
5. ย้ำนักเรียนให้ปิดฝาขวดโหลให้สนิท
6. การทดลองตอนที่ 2 กิจกรรมที่ 2 ให้สุ่มเอาที่เป็นตัวปลาจากบริเวณต่างๆ หลายจุดมาชั่งน้ำหนักแล้วบดให้ละเอียด
7. เตือนนักเรียนก่อนชิมรสต้องทำปลาจ่อมให้สุกก่อน
8. การหยดสารละลาย ควรหยดให้ตรงลงไป ในหลอดยาให้ติดข้างหลอด
9. การสังเกตการเปลี่ยนแปลง ให้สังเกตอย่างละเอียดชัดเจนก่อนบันทึกผล

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ปลาจ่อมหมักด้วยเกลือต่างชนิดกันมีรสชาติแตกต่างกัน
2. ปลาจ่อมหมักด้วยเกลือทะเลมีเนื้อสัมผัสแข็งกว่าปลาจ่อมหมักด้วยเกลือสินเธาว์

3. ปลาจ่อมหมึกด้วยเกลือต่างชนิดกันมีโปรตีนแตกต่างกัน
4. ปลาจ่อมหมึกด้วยเกลือต่างชนิดกันมีความเป็นกรด-เบสแตกต่างกัน

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตอนที่ 1

ชนิดของปลาจ่อม	ลักษณะสังเกต					หมายเหตุ
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม	
หมึกเกลือสินเธาว์	น้ำตาลอมเหลือง	หอมกระเทียมข้าวคั่ว	เค็มและเปรี้ยว	นิ่ม	ชอบปานกลาง	
หมึกเกลือทะเล	น้ำตาลอมเหลือง	หอมกระเทียมข้าวคั่ว	เค็มและเปรี้ยว	แข็งเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	

ตอนที่ 2

กิจกรรมที่ 1

ลักษณะ สังเกต	รายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส																				รวม คะแนน		คะแนน เฉลี่ย		เกณฑ์ ตัดสิน	
	คนที่ 1		คนที่ 2		คนที่ 3		คนที่ 4		คนที่ 5		คนที่ 6		คนที่ 7		คนที่ 8		คนที่ 9		คนที่ 10							
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
สี	6	6	7	8	6	5	6	7	5	6	7	6	6	7	5	7	7	7	7	8	61	67	6.1	6.7	✓	✓
กลิ่น	5	4	6	9	5	4	5	5	6	5	7	8	7	6	5	5	7	7	8	8	61	61	6.1	6.1	✓	✓
รสชาติ	5	6	5	5	6	7	6	6	6	7	6	6	5	6	5	5	7	7	6	7	57	62	5.7	6.2	✓	✓
เนื้อสัมผัส	5	4	6	7	3	7	6	7	5	5	5	6	6	6	2	9	7	7	8	7	53	59	5.3	5.9	✓	✓
ความชอบรวม	5	5	8	7	6	8	5	6	6	6	6	6	6	6	7	8	7	7	8	8	51	73	5.1	7.3	✓	✓
หมายเหตุ		1		หมายถึง		ปลาจ่อมชนิดที่ 1 (เติมเกลือสินเธาว์)																				
		2		หมายถึง		ปลาจ่อมชนิดที่ 2 (เติมเกลือทะเล)																				

ตอนที่ 2

กิจกรรมที่ 2

ชนิด ปลาจ่อม	สังเกตการเปลี่ยนแปลง							
	กระดาดวัดพี เอช		สารละลายไฮเดียม ไฮดรอกไซด์		สารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต		สารละลาย ไฮเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต	
	ก่อนจุ่ม	หลังจุ่ม	ก่อน หยด	หลัง หยด	ก่อน หยด	หลัง หยด	ก่อนหยด	หลังหยด
1	เหลือง น้ำตาล	เหลือง เข้ม	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ฟ้าขุ่น	ขาวขุ่น	ม่วง อมน้ำเงิน
2	เหลือง น้ำตาล	เหลือง ส้ม	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ฟ้าขุ่น	ขาวขุ่น	ม่วง อมน้ำเงิน

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลการทดลองเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

1. ปลาจ่อม เป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักอีกชนิดหนึ่งที่แปรรูปโดยผ่านกระบวนการหมักเพื่อเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสีย และยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง การผลิตปลาจ่อมจะใช้ปลาขนาดเล็ก คลุกเคล้ากับเกลือ ข้าวสุก กระเทียม และข้าวคั่วในอัตราส่วนที่พอเหมาะหมักไว้ 5-7 วัน เมื่อมีรสเปรี้ยวนำมารับประทานได้

2. ปลาจ่อมที่หมักโดยใช้เกลือต่างชนิดกันพบว่า มีลักษณะและคุณภาพแตกต่างกัน กล่าวคือ ปลาจ่อมที่หมักด้วยเกลือสินเธาว์จะมีสีเหลืองน้ำตาล รสเค็ม เปรี้ยวน้อย กลิ่นหอมกระเทียมและข้าวคั่ว เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม มีโปรตีน เป็นกรดเล็กน้อยค่า pH ประมาณ 6-7 ส่วนปลาจ่อมที่หมักด้วยเกลือทะเลมีสีเหลืองน้ำตาล กลิ่นหอมกระเทียมและข้าวคั่ว รสเค็ม เปรี้ยวน้อย เนื้อสัมผัสแข็งเล็กน้อย มีโปรตีน เป็นกรดเล็กน้อยค่า pH ประมาณ 6-7

3. การรับประทานปลาจ่อมมักจะเติมเครื่องปรุงอื่นๆ เช่น พริกสด ข่า ตะไคร้ มะเขือเหลือง และ เติมน้ำต้มสุกผสมเล็กน้อยหมักทิ้งไว้ 2-3 วัน

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5

1. หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตปลาจ่อม คืออะไร

ตอบ กระบวนการหมัก

2. องค์ประกอบหลักในการผลิตปลาจ่อมมีอะไรบ้าง และแต่ละองค์ประกอบมีบทบาทหรือหน้าที่อย่างไร

ตอบ มีปลา เกลือ กระเทียม ข้าวสุกและข้าวคั่ว

ปลา เป็นวัตถุดิบที่เอนไซม์ในตัวปลาจะทำงานร่วมกับเอนไซม์ของจุลินทรีย์

เกลือ ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

กระเทียม เป็นสารอินทรีย์ มีเอนไซม์ช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการหมัก

ข้าวสุก เป็นแหล่งของคาร์บอนช่วยการทำงานของแบคทีเรียที่สร้างกรดอินทรีย์ เช่น กรดแลคติก หรือสารอื่น สามารถกลบกลิ่นเหม็นของสารที่เกิดจากการสลายตัวของโปรตีน

ข้าวคั่ว 1. เป็นแหล่งของคาร์บอนช่วยการทำงานของแบคทีเรียที่สร้างกรดอินทรีย์ เช่น กรดแลคติก หรือสารอื่น สามารถกลบกลิ่นเหม็นของสารที่เกิดจากการสลายตัวของโปรตีน

2. ทำให้การสลายตัวของโปรตีนช้าลง

3. ให้สีน้ำตาลและกลิ่นที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์

3. ปลาจ่อมมีลักษณะต่างจากปลาหมักชนิดอื่นอย่างไร

ตอบ ต่างจากอย่างอื่นคือ ใช้ปลานขนาดเล็กส่วนผสมหลายชนิด เป็นปลาหมักลักษณะปรากฏค่อนข้างเป็นผงแห้งนิดๆ และเวลารับประทานจะต้องปรุงแต่งหรือแปรรูปให้เป็นของเหลวขึ้น

4. การตรวจสอบคุณภาพของปลาจ่อมทางเคมี มีวิธีการอย่างไร

ตอบ - ใช้วิธีไบยูเรตหาโปรตีน โดยนำเนื้อปลาหมักมาบดให้ละเอียดแล้วเติมน้ำกลั่นจากนั้นหยดสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนพอเหมาะ เขย่าและสังเกตการเปลี่ยนสีของสาร จะได้สีม่วงอมน้ำเงิน

- ใช้วิธีวัดความเป็นกรด-เบส โดยใช้กระดาษวัดพี เอช จุ่มลงในสารละลายที่ได้จากการบดเนื้อปลาหมักผสมน้ำกลั่น แล้วสังเกตการเปลี่ยนสีกระดาษวัดพี เอช

5. การนำปลาจ่อมมาบริโภคอย่างปลอดภัยและเก็บรักษาคุณภาพไว้ได้นาน มีวิธีการอย่างไร

ตอบ 1. ทำให้สุก

2. ใส่เครื่องปรุงพวกสมุนไพร

3. เก็บไว้ในที่เย็น

4. เก็บไว้ในมิดชิดป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์และเชื้อโรคต่างๆ

6. นักเรียนมีข้อเสนอแนะและวิธีการเผยแพร่ความรู้ที่ได้ ให้แก่ชุมชนของตนเองอย่างไรบ้าง

ตอบ 1. ประชาสัมพันธ์เสียงตามสายชาวชาวบ้าน

2. จัดนิทรรศการให้ความรู้

3. จัดอบรมกลุ่มแม่บ้านและเยาวชน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. อาจใช้ปลานขนาดเล็กชนิดอื่นที่หาได้ในท้องถิ่น

2. อาจเชิญวิทยากรในชุมชนมาให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิตปลาจ่อม

3. หากโรงเรียนอยู่ใกล้แหล่งผลิตปลาจ่อม อาจพานักเรียนไปศึกษาดูงาน

4. กระตุ้นนักเรียนให้ทดลองผลิตปลาจ่อม โดยเปลี่ยนศึกษาตัวแปรอื่นๆ

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6

เรื่อง การถนอมอาหาร : แหนมปลา

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนศึกษาเปรียบเทียบลักษณะและคุณภาพแหนมปลาที่ผลิตโดยขณะหมักจะห่อแหนมปลาด้วยถุงพลาสติก และห่อด้วยใบตอง

จุดประสงค์การทดลอง

เมื่อจบการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตแหนมปลาได้
2. ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของแหนมปลาได้
3. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตแหนมปลาได้
4. นำหลักการการผลิตแหนมปลาไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้	อธิบายก่อนการทดลอง	15	นาที
	ทดลอง	60	นาที
	อธิบายหลังการทดลอง	25	นาที
	รวม	100	นาที (2 คาบ)

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน / กลุ่ม
1. ขวดโหลสะอาดลวกน้ำร้อน ขนาดบรรจุ 500 กรัม	2 ใบ
2. กะละมัง ขนาดเล็ก	2 ใบ
3. เครื่องชั่ง	1 เครื่อง
4. ถุงมือ	2 คู่
5. ปีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร	2 ใบ
6. โกร่งบดสาร	1 ชุด
7. แห้งแก้วคน	1 แห้ง
8. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร	1 ใบ
9. จานพลาสติก ขนาดเล็ก	4 ใบ
10. หลอดทดลอง ขนาด 10 มิลลิลิตร	6 หลอด
11. หลอดหยด	2 หลอด
12. หลอดฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร	1 หลอด
13. ที่ตั้งหลอดทดลอง	1 ชุด

รายการ	จำนวน / กลุ่ม
14. ปลาน้ำจืด	500 กรัม
15. เกลือ	30 กรัม
16. ข้าวสุก	100 กรัม
17. กระเทียม	30 กรัม
18. กระดาษวัด พี เอช	1 ม้วน
19. ถังพลาสติก ขนาด 9 × 14 เซนติเมตร	5 ถัง
20. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 0.1 นอร์มัล	10 มิลลิลิตร
21. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 นอร์มัล	20 มิลลิลิตร
22. แบบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส	10 ชุด
23. ใบตอง (กล้วยน้ำว่า) ขนาด 20 × 15 เซนติเมตร	15 ชิ้น
24. ยางรัด	10 เส้น

การเตรียมล่วงหน้า

1. เตรียมเนื้อปลาทราย เกลือ กระเทียมบดละเอียด และข้าวสุกบดมาในวันที่จะทำการทดลอง
2. เตรียมใบตองกล้วยน้ำว่าฉีกและตัดเป็นชิ้น ขนาด 20 × 15 เซนติเมตร จำนวน 15 ชิ้น
3. ครูเตรียมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.5 นอร์มัล เหมือนการทดลองบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2
4. เตรียมกระดาษวัดพี เอช

อภิปรายก่อนการทดลอง

ครูแนะนำนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้

1. เมื่อนำเนื้อปลาลงกับส่วนผสมต่างๆ ออกแรงนวดจนเนื้อปลาเหนียวจึงหยุด
 2. เตือนนักเรียนให้ระมัดระวังเรื่องความสะดวกขณะทำการทดลอง
 3. เมื่อบรรจุปลาในถังพลาสติก ควรบีบไล่เนื้อปลาลงไปที่ก้นถังอย่าให้มีช่องว่างและฟองอากาศ แล้วกดให้แน่นพร้อมกับม้วนถุงให้เรียบร้อยจึงรัดด้วยยางที่ปลายทั้ง 2 ข้างให้แน่น
 4. เมื่อนำใบตองห่อปลาที่นวดแล้วให้ทำเป็นก้อนขนาดพอเหมาะเท่าที่ต้องการ บีบและกดให้แน่นพร้อมม้วนใบตองพับปลายทั้ง 2 ข้างเข้าหากันรัดด้วยยางให้แน่น
 5. ใบตอง ให้นำไปผึ่งแดดพออ่อนตัว (เพื่อป้องกันการฉีกขาดของใบตองขณะทำการห่อ)
- ทำความสะดวกจึงนำไปใช้
6. ย้ำนักเรียนให้ใช้ใบตองซ้อนกันหลายชั้น และถ้าชั้นใดฉีกขาดให้เปลี่ยนใหม่
 7. เน้นให้นักเรียนบ้วนปากด้วยน้ำสะอาดก่อนชิมขนมปลาแต่ละตัวอย่าง

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ขนมปลาห่อด้วยใบตองมีกลิ่นหอมกว่าขนมปลาห่อด้วยถุงพลาสติก
2. เนื้อสัมผัสของขนมปลาที่ห่อด้วยใบตองนุ่มกว่าขนมปลาที่ห่อด้วยถุงพลาสติก

ตอนที่ 2

กิจกรรมที่ 2

ชนิด แหนม ปลา	สังเกตการเปลี่ยนแปลง							
	กระดาศวัดพี เอช		สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์		สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต		สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต	
	ก่อนจุ่ม	หลังจุ่ม	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด	ก่อนหยด	หลังหยด
1	เหลืองน้ำตาล	เหลืองอมส้ม	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ฟ้าขุ่น	ขาวขุ่น	ม่วงอมน้ำเงิน
2	เหลืองน้ำตาล	เหลืองอมส้ม	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น	ฟ้าขุ่น	ขาวขุ่น	ม่วงอมน้ำเงิน

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลการทดลองเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

1. แหนมปลา เป็นผลิตภัณฑ์ปลามากที่นิยมบริโภคแทบทุกภาคของประเทศไทย โดยทำมาจากเนื้อปลาดีผสมเครื่องปรุงได้แก่ เกลือ ข้าวสุกบดและกระเทียมบดละเอียด นวดให้เข้ากันหมักไว้ประมาณ 3 วันจะมีรสเปรี้ยวนำมารับประทานได้

2. การผลิตแหนมปลาแต่ละแหล่งอาจมีลักษณะและคุณภาพแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น แหนมปลาห่อด้วยใบตองและห่อด้วยถุงพลาสติกพบว่า สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความเป็นกรด-เบส และโปรตีนแตกต่างกัน

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6

1. แหนมปลากับปลาต้มมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

ตอบ แตกต่างกัน คือ แหนมปลาใช้ส่วนที่เป็นเนื้อปลามากหมัก ส่วนปลาต้มใช้ปลาทั้งตัวหมัก และแหนมปลาเวลาหมักอาจใช้ใบตองหรือถุงพลาสติกห่อ แต่ปลาต้มหมักใส่ขวดโหลหรือกะละมัง นอกจากนี้ แหนมปลาจะมีลักษณะเป็นก้อน แต่ปลาต้มจะเป็นตัว

2. แหนมปลาที่ห่อด้วยถุงพลาสติกกับห่อด้วยใบตอง มีลักษณะและคุณภาพต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ ต่างกัน คือ ห่อด้วยถุงพลาสติกจะมีสีขาวซีด กลิ่นหอมกระเทียม รสชาติเค็มและเปรี้ยว เนื้อสัมผัสนุ่มเนื้อมัน ส่วนแหนมปลาที่ห่อด้วยใบตองมีสีขาวอมเหลือง กลิ่นหอมกระเทียม รสชาติเค็มและเปรี้ยว เนื้อสัมผัสนุ่มนัม

3. การบริโภคแหนมปลาที่ถูกสุขลักษณะ ควรปฏิบัติอย่างไร

ตอบ 1. ทำให้สุก

2. ไม่บริโภคแหนมปลาที่มีเชื้อรา

3. ไม่บริโภคแหนมปลาที่มีรสเปรี้ยวจัด

4. จงอธิบายวิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแหนมปลาตามที่ได้ทดลอง

ตอบ วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คือ ตรวจสอบสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส โดยใช้ประสาทสัมผัส แล้วประเมินคุณภาพรวมสรุปความชอบรวม

วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี คือ ตรวจสอบความเป็นกรด-เบส โดยใช้กระดาษวัดพี เอช ดูการเปลี่ยนสีแล้วเทียบกับแถบสีมาตรฐาน และตรวจสอบโปรตีน โดยใช้วิธีไบยูเรต สังเกตการเปลี่ยนสีของสารว่าเป็นสีม่วงอมน้ำเงินหรือไม่

5. การนำหลักการผลิตแหนมปลาไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นมีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ นำหลักการไปใช้ปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตให้ดีขึ้น ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพและหาได้ในท้องถิ่น ส่งเสริมให้มีการผลิตและบริโภคมากขึ้น จัดตั้งกลุ่มสตรีแม่บ้านช่วยเหลือ และส่งเสริมสินค้าท้องถิ่นให้สามารถผลิตได้มาตรฐานจำหน่ายต่างจังหวัดได้ เพิ่มรายได้ให้กับครอบครัว

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. อาจใช้ปลาเล็กชนิดอื่นที่หาได้ในท้องถิ่น
2. อาจเชิญวิทยากรในชุมชนมาให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิตแหนมปลา
3. หากโรงเรียนอยู่ใกล้แหล่งผลิตแหนมปลา อาจพานักเรียนไปศึกษาดูงาน
4. กระตุ้นนักเรียนให้ทดลองผลิตแหนมปลา โดยเปลี่ยนศึกษาตัวแปรอื่นๆ

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7

เรื่อง การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนศึกษาหลักการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักโดยวิธีต่างๆ

จุดประสงค์การทดลอง

เมื่อจบการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ทดลองพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
2. ทำโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องการพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้
3. นำหลักการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	25	นาที
	ทดลอง	120	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	55	นาที
	รวม	200	นาที (4 คาบ)

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. เอกสารเสริมความรู้โครงการวิทยาศาสตร์
2. ชุดอุปกรณ์การทดลองตามโครงการของแต่ละกลุ่ม

การเตรียมล่วงหน้า

1. ครูให้นักเรียนจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีมาล่วงหน้าก่อนวันที่จะทดลองทำโครงการวิทยาศาสตร์เรื่องที่คิดไว้
2. ให้นักเรียนทุกคนคิดหัวข้อโครงการ และเขียนเค้าโครงเสนอต่อกลุ่มเพื่อพิจารณาคัดเลือก

อภิปรายก่อนการทดลอง

ครูแนะนำนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้

1. เตือนนักเรียนให้ระมัดระวังในเรื่องการใช้อุปกรณ์ที่อาจเกิดอันตรายในขณะที่ทดลองตามหัวข้อโครงการที่ช่วยกันคิด
2. สังเกตให้ละเอียดและบันทึกผลการทดลองให้ชัดเจนครบถ้วนเป็นระบบ
3. ย้ำให้นักเรียนเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์หลังจากทำการทดลองเสร็จแล้ว
4. การเสนอผลงาน ให้ออกแบบและเขียนแผนผังการจัดแสดงโครงการแล้วให้เพื่อนช่วยประเมิน แสดงความคิดเห็น

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่แปรรูปเก็บไว้ได้นาน
2. ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่แปรรูปแล้วมีรสชาติอร่อย
3. การพัฒนากระบวนการผลิตทำให้ลดระยะเวลาในการหมัก
4. ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่แปรรูปแล้วมีลักษณะแปลกใหม่ผู้บริโภคนิยมมากขึ้น

ตัวอย่างผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 1

ผลการวิเคราะห์หัวข้อเรื่องโครงการ						หมายเหตุ
รายการ	โครง งาน ที่ 1	โครง งาน ที่ 2	โครง งาน ที่ 3	โครง งาน ที่ 4	โครง งาน ที่ 5	
1. ความถนัด/ความสนใจ ในการทำงาน ตามโครงการนี้	4	2	3	1	4	เกณฑ์ให้คะแนน ตามรายการใน ช่องของแต่ละ โครงการ ดังนี้ มากที่สุด = 4 มาก = 3 ปานกลาง = 2 น้อย = 1 โครงการที่ได้รับ คะแนนมากที่สุด เป็นโครงการที่ พิจารณาเลือก
2. ความต้องการ/ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ จากโครงการนี้	3	3	3	1	4	
3. ความรู้/ประสบการณ์เดิมที่สามารถนำมา ใช้ในโครงการนี้	4	3	1	1	1	
4. ความพร้อมด้านเงินทุน	4	3	2	3	1	
5. ความพร้อมด้านเวลา	3	4	3	4	1	
6. ความพร้อมด้านแหล่งวิทยาการที่รู้จัก	4	3	4	2	4	
7. ความพร้อมของคณะผู้ร่วมงาน (ถ้าทำเป็นกลุ่ม)	4	3	2	2	4	
8. การสนับสนุนจากเพื่อนอื่นๆ	4	3	3	2	4	
9. การสนับสนุนจากผู้ปกครอง	4	4	3	3	3	
10. การสนับสนุนจากอาจารย์ผู้สอน	4	4	4	3	3	
11. การสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษา หรือ อาจารย์อื่น	4	4	4	3	3	
รวมคะแนน	42	36	32	25	32	

กิจกรรมที่ 2

ชื่อโครงการ แหนมปลารวมมิตร

สมมติฐาน

1. เมื่อเพิ่มส่วนประกอบลงไปในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักประเภทแหนมปลา จะมีผลต่อรสชาติ สี กลิ่น ของปลาหมัก
2. แหนมปลาที่แปรรูปสามารถเก็บไว้ได้นาน

จุดมุ่งหมายของโครงการ

เพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักประเภทแหนมปลาให้มีความแตกต่างและหลากหลายจากท้องตลาด

วิธีดำเนินงาน

- วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. ปลาน้ำจืด	2. เติดนางฟ้า
3. วุ้นเส้น	4. หนั้หมู
5. เกลือ	6. ข้าวสุก
7. กระเทียม	8. มีด
9. เขียง	10. ใบตอง
11. กะละมัง	12. ยางรัด

- แนวการศึกษาและทดลอง

ประยุกต์มาจากหลายผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด และภูมิปัญญาท้องถิ่น

- แผนปฏิบัติงาน

นำเนื้อปลามาบด แล้วนวดกับกระเทียมบด เกลือ ข้าวสุกบด หนั้หมู(ต้มแล้ว) เติดนางฟ้า(นึ่งแล้ว) วุ้นเส้น(ลวกแล้ว) ห่อด้วยใบตองหมักไว้ 3-4 วัน

- ผลที่คาดว่าจะได้รับ

จะได้ผลิตภัณฑ์แหนมปลาที่มีรสชาติ สี กลิ่น คุณภาพแตกต่างออกไปจากท้องตลาด

- เอกสารอ้างอิง

นางประยงค์ จินดาวงศ์ และคณะ.(2540). *หาเงินได้ไม่ยาก จากการถนอมอาหาร*.
กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์การศาสนา.

กิจกรรมที่ 3

บันทึกผลการทดลอง

แหนมปลาที่หมักไว้ 3-4 วันมีลักษณะจับกันเป็นก้อนเนื้อเดียวกัน สีขาวเหลือง กลิ่นหอมกระเทียม รสชาติเค็มและเปรี้ยวกลมกล่อม เนื้อสัมผัสนุ่ม

วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง

แหนมปลารวมมิตรที่แปรรูปเนื้อจะนุ่ม โดยใช้ปลาที่มีเนื้อเหนียว เครื่องปรุงต้องสะอาดและสุก จะได้แหนมปลาที่มีคุณภาพ

สรุปผลการศึกษาทดลอง

ได้แหนมปลารวมมิตรที่มีรสชาติอร่อยแปลกใหม่ตามต้องการ

กิจกรรมที่ 4

1. ชื่อโครงการ แหนมปลารวมมิตร

2. ชื่อผู้ทำโครงการ

1. เด็กหญิงทัศนธิมา สุวรรณพันธ์
2. เด็กหญิงณัฐพร เรืองวินิตวงศ์
3. เด็กหญิงสุลิตดา ทองผา
4. เด็กหญิงศิริวรรณ ภาคศิริ
5. เด็กชายพัฒนพงศ์ พิมพานนท์

3. ชื่อที่ปรึกษา

1. นายสุเทพ ทองผา
2. นางชลิตา พันธุ์ออน

4. บทคัดย่อ

นำปลาเห็ดนางฟ้า หนังหมู วันเส้น เกลือ กระเทียมบด ข้าวสุกนวดจนเหนียวและเป็นเนื้อเดียวกัน ห่อด้วยใบตองหมักไว้ 3-4 วัน จะได้ผลิตภัณฑ์แหนมปลารวมมิตร

5. ที่มาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องจากแหนมปลาทั่วไปตามท้องตลาดมากแล้ว จึงต้องการแปรรูปแหนมปลาที่ต่างไปจากท้องตลาด

6. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักประเภทแหนมปลาให้มีความแตกต่างและหลากหลายจากท้องตลาด

7. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)

1. เมื่อเพิ่มส่วนประกอบลงไปในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักประเภทแหนมปลา จะมีผลต่อรสชาติ สี กลิ่น ของปลาหมัก
2. แหนมปลาที่แปรรูปสามารถเก็บไว้ได้นาน

8. วิธีดำเนินการ

8.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. ปลาน้ำจืด	2. เติดนางฟ้า
3. วุ้นเส้น	4. หนั้หมู
5. เกลือ	6. ข้าวสุก
7. กระเทียม	8. มีด
9. เขียง	10. ใบตอง
11. กะละมัง	12. ยางรัด

8.2 วิธีดำเนินการทดลอง

นำเนื้อปลามาบด แล้วนวดให้เป็นเนื้อเดียวกันกับกระเทียมบด เกลือ ข้าวสุกบด หนั้หมู เติดนางฟ้า ห่อด้วยใบตองหมักไว้ 3-4 วัน

9. ผลการศึกษาทดลอง

แหนมปลาที่หมักไว้ 3-4 วันมีลักษณะจับกันเป็นก้อนเนื้อเดียวกัน สีขาวเหลือง กลิ่นหอมกระเทียม รสชาติเค็มและเปรี้ยวกลมกล่อม เนื้อสัมผัสนุ่ม

10. สรุปและข้อเสนอแนะ

ได้แหนมปลารวมมิตรที่มีรสชาติอร่อยแปลกใหม่ตามต้องการ และควรปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพมากขึ้น ตลอดจนผลิตจำหน่ายทำรายได้ให้กับครอบครัว

11. เอกสารอ้างอิง

นางประยงค์ จินดาวงศ์ และคณะ.(2540). *หาเงินได้ไม่ยาก จากการถนอมอาหาร*
กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์การศาสนา

กิจกรรมที่ 5

จัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์โดยจัดตั้งแผงโครงงานในห้องเรียน และนำเสนอให้นักเรียนชม ชักถามและประเมินโครงงาน

การประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์

นักเรียนที่เข้าชมการจัดแสดงโครงงาน ประเมินโครงงานตามแบบที่ผู้จัดแสดงโครงงานจัดทำขึ้น แล้วนำมาสรุปผล

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ผลการทดลองเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

1. การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก มีวิธีการหลายอย่าง โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นและเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นการผสมผสานความรู้ วิธีการ และเทคโนโลยีหลายสาขาวิชา ได้แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีขึ้น ตลอดจนพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่ สามารถนำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ปลาหมักได้รับการพัฒนาและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปหลายประเภท เช่น ปลาร้าผง ปลาร้าก้อน ปลาร้าผสมเครื่องเทศ ปลาร้าบดเปียกผสมเครื่องเทศ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาการหมักโดยใช้เชื้อจากธรรมชาติมาเป็นการหมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์

3. การคิดหัวข้อและการลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก เป็นแนวทางหนึ่งในการศึกษาค้นคว้าที่จะนำไปสู่การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักให้มีหลากหลายรูปแบบ และได้คุณภาพสามารถนำไปปรับใช้ได้เหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่น

4. โครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดจัดทำมีหลายเรื่อง เช่น

- ปลาร้าตากแห้ง
- ปลาส้มอัดกระป๋อง
- แหนมปลารวมมิตร
- ปลาร้าทรงเครื่องอัดกระป๋อง
- ปลาร้าผง
- ปลาร้าอัดก้อน

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7

1. แนวคิดโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องที่ทำ ได้มาจากแหล่งใดและด้วยวิธีการใด

ตอบ ได้จากวารสาร หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต ปรากฏ์ชาวบ้าน กลุ่มแม่บ้าน โทรทัศน์ ด้วยวิธีการศึกษาค้นคว้า สืบค้น อ่าน สอบถาม สัมภาษณ์ จดบันทึก

2. นักเรียนได้รับประโยชน์หรือไม่ ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ให้เหตุผลประกอบ

ตอบ ได้รับ คือ ทำให้ได้ฝึกฝนการทำงานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้ทราบวิธีการและปฏิบัติจริงเกี่ยวกับเรื่องการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมัก ได้รับความรู้ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. การเผยแพร่ความรู้เรื่องการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักให้กับชุมชนท้องถิ่นของตน มีวิธีการอย่างไรบ้าง จงอธิบาย

ตอบ จัดทำเอกสารเผยแพร่ แนะนำวิธีการทำ จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ จัดนิทรรศการ จัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง

4. หลักการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักให้มีคุณภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด ควรพิจารณาถึงปัจจัยใดบ้าง อธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ตอบ คุณภาพของวัตถุดิบ ความสะอาดของผู้ประกอบการ สถานที่ประกอบการและอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ งบประมาณ ระยะเวลา และความต้องการของผู้บริโภค กล่าวคือ ถ้าวัตถุดิบมีคุณภาพ เช่น ปลาสด เครื่องปรุงไม่มีเชื้อรา สถานที่ประกอบการ ผู้ประกอบการ และอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้สะอาด ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และเมื่อผลิตภัณฑ์มีคุณภาพผู้บริโภคก็ต้องการ

5. การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักของไทยในอนาคตมีแนวทางอย่างไร

ตอบ มีการพัฒนาและแปรรูปมากขึ้นจนได้มาตรฐานระดับโลกสามารถส่งเป็นสินค้าออกได้

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. อาจพานักเรียนไปศึกษาดูงาน ถ้ามีการจัดแสดงผลงานหรือแข่งขันโครงการวิทยาศาสตร์ในที่ต่างๆ ใกล้เคียงโรงเรียน

2. จัดนิทรรศการแสดงผลงานของนักเรียนเพื่อเป็นการเผยแพร่และให้นักเรียนได้แสดงออก รวมทั้งเกิดความภาคภูมิใจด้วย

3. อาจเชิญวิทยากรที่มีความรู้ความชำนาญในเรื่องการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมักมาบรรยายประกอบการสาธิต

ภาคผนวก ง

- ตารางสรุปการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
- ตารางสรุปการประเมินของนักเรียน (กลุ่ม 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
- ตารางสรุปดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ตารางสรุปดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
- ตารางสรุปดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงาน
ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

ตาราง 20 สรุปการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.05	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.35	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.08	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3.93	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.00	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.20	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.03	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.26	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.17	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.25	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.27	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.09	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3.93	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.47	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.00	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.05	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.27	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.06	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.23	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.50	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.20	ดีมาก

หมายเหตุ การแปลผล พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	0.00 – 1.25	หมายถึง	ควรปรับปรุง
คะแนนเฉลี่ย	1.26 – 2.50	หมายถึง	พอใช้
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.75	หมายถึง	ดี
คะแนนเฉลี่ย	3.76 – 5.00	หมายถึง	ดีมาก

ตาราง 21 สรุปการประเมินของนักเรียน (กลุ่มย่อย 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.00	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3.87	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.44	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.33	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.20	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.44	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.25	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.47	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.33	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.50	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.33	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.44	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.25	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.40	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.56	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.42	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.73	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.45	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.58	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.53	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.67	ดีมาก

หมายเหตุ การแปลผล พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	0.00 – 1.25	หมายถึง	ควรปรับปรุง
คะแนนเฉลี่ย	1.26 – 2.50	หมายถึง	พอใช้
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.75	หมายถึง	ดี
คะแนนเฉลี่ย	3.76 – 5.00	หมายถึง	ดีมาก

ตาราง 22 สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ตามการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

ทักษะ	แบบ ทดสอบ ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ทักษะการสังเกต	1	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
	2	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
	3	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
	4	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
	5	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	8	1	0	1	1	-1	2	0.40*	ปรับปรุง
2. ทักษะการวัด	9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	12	0	1	1	1	-1	2	0.40*	ปรับปรุง
	13	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	15	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
	16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3. ทักษะการจำแนก ประเภท	17	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
	18	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
	19	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	20	1	1	0	1	-1	2	0.40*	ปรับปรุง
	21	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	22	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	23	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4. ทักษะการหาความ สัมพันธ์ระหว่าง สเปกกับสเปส	25	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	26	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
	27	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 22 (ต่อ)

ทักษะ	แบบทดสอบข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
และสเปกกับเวลา	28	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	29	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	30	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	31	0	1	1	-1	-1	0	0.00*	ปรับปรุง
	32	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
5. ทักษะการคำนวณ	33	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	34	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	35	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	36	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	37	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	38	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	39	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
	40	-1	1	1	1	-1	1	0.20*	ปรับปรุง
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	41	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	42	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	43	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
	44	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
	45	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
	46	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
	47	1	0	1	-1	1	2	0.40*	ปรับปรุง
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	48	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	49	1	1	1	-1	-1	1	0.20*	ปรับปรุง
	50	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
	51	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
	52	1	0	1	-1	1	2	0.40*	ปรับปรุง
	53	1	-1	1	-1	1	1	0.20*	ปรับปรุง

ตาราง 22 (ต่อ)

ทักษะ	แบบทดสอบ ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
8. ทักษะการพยากรณ์	54	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
	55	1	0	1	-1	-1	0	0.00*	ปรับปรุง
	56	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
	57	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	58	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	59	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	60	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	61	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	62	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	63	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน	64	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
	65	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
	66	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	67	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	68	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	69	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	70	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	71	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10. ทักษะการทดลอง	72	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	73	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	74	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	75	1	0	1	1	-1	2	0.40*	ปรับปรุง
	76	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	77	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	78	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	79	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	80	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้

หมายเหตุ	+ 1	หมายถึง	เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
	-1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ตาราง 23 สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตามการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถาม ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
2	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
3	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	0	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	-1	1	1	1	1	5	0.60	ใช้ได้
11	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
12	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
13	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
16	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
20	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 23 (ต่อ)

แบบสอบถามข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	-1	1	3	0.60	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ	+ 1	หมายถึง	ข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีความสอดคล้องกัน
	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีความสอดคล้องกัน
	-1	หมายถึง	ข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดไม่มีความสอดคล้องกัน

ตาราง 24 สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ตามการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

รายการที่ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปลผล
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. การเขียนรายงาน								
1.1 จุดประสงค์ของการทดลอง กับเรื่องที่ทดลองมีความ สอดคล้องกัน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1.2 วัสดุอุปกรณ์เหมาะสมและ สอดคล้องกับวิธีการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1.3 วิธีการทดลอง เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ และตามลำดับ ขั้นตอนอย่างต่อเนื่องถูกต้อง และสอดคล้องกับหลักการ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1.4 การบันทึกข้อมูลจากการ ทดลอง ใช้รูปแบบที่อ่าน เข้าใจง่าย เป็นระเบียบและถูก ต้องชัดเจนตามหลักวิชาการ	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
1.5 การสรุปผลการทดลอง กระชับเข้าใจง่ายถูกต้อง สมบูรณ์	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
1.6 การจัดกระทำข้อมูล มีลำดับ ขั้นตอนเป็นระเบียบและ น่าสนใจ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
1.7 ข้อเสนอแนะ มีการระบุ ข้อบกพร่องจากการทดลอง และการศึกษาค้นคว้าต่อไปได้ ชัดเจนเหมาะสม	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2. การรายงานด้วยวาจา								
2.1 การจัดระบบการรายงาน มีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละ หัวข้อชัดเจนต่อเนื่อง	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 24 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	แปลผล
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
2.2 การใช้ภาษา รายงานด้วย ภาษาที่ฟังเข้าใจถูกต้อง ตามหลักภาษา และ สื่อความหมายได้ตรงประเด็น	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
2.3 การใช้ลีลาของเสียง รายงาน ด้วยน้ำเสียงที่ดังชัดเจน สอดคล้องกับเรื่องราวที่พูด	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2.4 การใช้ลีลาท่าทางประกอบ รายงานโดยใช้มือ สายตา สีหน้า เหมาะกับบรรยากาศ ตลอดการรายงาน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2.5 การใช้อุปกรณ์หรือสื่อ ประกอบ รายงานโดยมีการใช้ อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ และมีความเหมาะสม กับเรื่องที่รายงาน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2.6 การสื่อความหมายข้อมูล บรรยายข้อมูลได้ถูกต้อง ชัดเจนต่อเนื่องทุกตอน ทำให้ เข้าใจง่าย	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2.7 การรายงานตามเวลา ที่กำหนด รายงานเหมาะสม กับเวลาที่กำหนดและได้ ความครบทุกประเด็น	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3. แฟ้มสะสมงาน								
3.1 ความเข้าใจในกิจกรรม (การออกแบบการทดลอง, การใช้อุปกรณ์/สารเคมี)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 24 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวมคะแนน	IOC	แปลผล
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
3.2 คุณภาพของวิธีดำเนินการทดลอง (แสดงวิธีดำเนินการ, มีคำบรรยาย, มีภาพประกอบ)								
ถูกต้องตามหลักการ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3.3 การบันทึกผลการทดลอง (กราฟ, ตาราง, การบรรยาย, แผนภาพ, คำนวณ)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3.4 การสรุปผลการทดลอง (สรุปอ้างอิง, ย่อสรุป, ระบุความผิดพลาดในการทดลอง, วิเคราะห์ผลการทดลอง)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3.5 การรายงานผลการทดลอง (การจัดรูปเล่ม, การจัดลำดับขั้นตอน, การค้นคว้าเพิ่มเติม, ข้อเสนอแนะ)	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
3.6 การค้นคว้าเพิ่มเติม (ทันต่อเหตุการณ์, แหล่งแหล่งอ้างอิง, สิ่งพิมพ์, วารสาร)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3.7 การนำเสนองาน (การจัดรูปแบบ, แผนภาพ, บรรยาย, ชี้นำงาน)	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3.8 ประโยชน์ (สอดคล้องกับเรื่องราว, ข้อเสนอแนะ, นำไปประยุกต์ใช้)	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้

หมายเหตุ + 1 หมายถึง ประเด็นที่ประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีความสอดคล้องกัน
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าประเด็นที่ประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีความสอดคล้องกัน
 -1 หมายถึง ประเด็นที่ประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดไม่มีความสอดคล้องกัน

ภาคผนวก จ

- ตารางแสดงข้อมูลคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ในการทดสอบนักเรียน 100 คน จำนวน 80 ข้อ
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 26 แสดงความแปรปรวนรายข้อ คะแนนของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ค่าความยาก - ง่าย
ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 27) x	กลุ่มต่ำ (n = 27) x	p	r	ข้อที่เลือก	ค่าความแปรปรวน รายข้อของข้อสอบที่ ผ่านการคัดเลือก
1	0.24	15	19	0.63	-0.15	—	—
2	0.11	24	24	0.89	0	—	—
3*	0.25	16	10	0.48	0.22	✓	0.25
4*	0.21	13	5	0.33	0.3	✓	0.21
5*	0.25	18	11	0.54	0.26	✓	0.25
6*	0.22	24	15	0.72	0.33	✓	0.22
7*	0.25	21	9	0.56	0.44	✓	0.25
8*	0.24	14	7	0.39	0.26	✓	0.24
9*	0.25	17	11	0.52	0.22	✓	0.25
10	0.25	18	13	0.57	0.19	—	—
11*	0.25	20	9	0.54	0.41	✓	0.25
12*	0.25	17	9	0.48	0.3	✓	0.25
13*	0.21	24	12	0.67	0.44	✓	0.21
14*	0.17	26	16	0.78	0.37	✓	0.17
15*	0.23	22	14	0.67	0.3	✓	0.23
16	0.25	16	13	0.54	0.11	—	—
17*	0.22	23	14	0.69	0.33	✓	0.22
18	0.17	5	3	0.15	0.07	—	—
19*	0.25	14	8	0.41	0.22	✓	0.25
20	0.11	3	2	0.09	0.04	—	—
21*	0.25	16	6	0.41	0.37	✓	0.25

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 27) x	กลุ่มต่ำ (n = 27) x	p	r	ข้อที่เลือก	ค่าความแปรปรวน รายข้อของข้อสอบที่ ผ่านการคัดเลือก
22*	0.24	21	9	0.56	0.44	✓	0.24
23*	0.18	22	16	0.7	0.22	✓	0.18
24*	0.23	13	7	0.37	0.22	✓	0.23
25*	0.2	14	7	0.39	0.26	✓	0.2
26*	0.25	29	8	0.5	0.41	✓	0.25
27*	0.13	24	18	0.78	0.32	✓	0.13
28	0.11	25	21	0.85	0.15	—	—
29*	0.18	24	15	0.72	0.33	✓	0.18
30*	0.18	12	5	0.31	0.26	✓	0.18
31*	0.25	20	10	0.56	0.37	✓	0.25
32	0.24	9	11	0.37	-0.07	—	—
33	0.22	24	10	0.63	0.52	—	—
34*	0.24	24	10	0.63	0.52	✓	0.24
35*	0.22	24	8	0.59	0.59	✓	0.22
36*	0.25	22	4	0.48	0.67	✓	0.25
37*	0.24	21	10	0.57	0.41	✓	0.24
38*	0.18	26	11	0.69	0.56	✓	0.18
39	0.22	11	5	0.3	0.22	—	—
40*	0.25	21	4	0.46	0.63	✓	0.25
41	0.25	23	8	0.57	0.56	—	—
42*	0.23	23	11	0.63	0.44	✓	0.23
43*	0.25	26	9	0.46	0.26	✓	0.25

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 27)	กลุ่มต่ำ (n = 27)	p	r	ข้อที่เลือก	ค่าความแปรปรวน รายข้อของข้อสอบที่ ผ่านการคัดเลือก
		x	x				
44*	0.17	27	14	0.76	0.48	✓	0.17
45*	0.25	27	10	0.5	0.26	✓	0.25
46	0.09	27	21	0.89	0.22	—	—
47*	0.25	23	10	0.61	0.48	✓	0.25
48*	0.16	25	16	0.76	0.33	✓	0.16
49*	0.25	19	8	0.5	0.48	✓	0.25
50*	0.25	20	5	0.46	0.56	✓	0.25
51*	0.24	20	10	0.56	0.37	✓	0.24
52	0.22	12	3	0.28	0.33	—	—
53*	0.25	19	11	0.56	0.3	✓	0.25
54	0.25	14	6	0.37	0.3	—	—
55*	0.25	20	10	0.56	0.37	✓	0.25
56*	0.24	17	5	0.41	0.44	✓	0.24
57*	0.25	23	8	0.57	0.56	✓	0.25
58	0.2	8	8	0.3	0	—	—
59*	0.21	26	13	0.72	0.48	✓	0.21
60	0.17	26	14	0.74	0.44	—	—
61*	0.25	22	8	0.56	0.52	✓	0.25
62*	0.19	26	13	0.72	0.48	✓	0.19
63*	0.21	25	13	0.7	0.44	✓	0.21
64*	0.24	25	5	0.56	0.74	✓	0.24
65*	0.24	20	6	0.48	0.52	✓	0.24

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 27) x	กลุ่มต่ำ (n = 27) x	p	r	ข้อที่เลือก	ค่าความแปรปรวน รายข้อของข้อสอบที่ ผ่านการคัดเลือก
66*	0.2	13	7	0.37	0.22	✓	0.2
67	0.18	9	7	0.3	0.07	–	–
68*	0.24	17	9	0.44	0.22	✓	0.24
69*	0.25	17	7	0.44	0.37	✓	0.25
70	0.21	8	9	0.31	-0.04	–	–
71*	0.23	18	4	0.41	0.52	✓	0.23
72*	0.25	18	6	0.44	0.44	✓	0.25
73*	0.21	14	7	0.37	0.22	✓	0.21
74*	0.17	11	3	0.26	0.3	✓	0.17
75	0.11	4	4	0.15	0	–	–
76*	0.24	15	6	0.39	0.33	✓	0.24
77	0.21	6	7	0.24	-0.04	–	–
78*	0.25	16	8	0.44	0.3	✓	0.25
79*	0.22	19	7	0.43	0.33	✓	0.22
80*	0.23	21	13	0.63	0.3	✓	0.23
$\Sigma pq = 13.59$							
ความแปรปรวน = 17.4							

หมายเหตุ * หมายถึง แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ค่าความยาก – ง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยได้คัดเลือกไว้จำนวน 60 ข้อ แบบทดสอบเหล่านี้เป็นข้อที่นำไปคำนวณ Σpq เท่ากับ 13.59 และนำไปคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้เท่ากับ 0.89

$$\begin{aligned}
\text{ค่าความแปรปรวนรวม (} s_t^2 \text{)} &= \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \\
&= \frac{100(178028) - (4090)^2}{100(100-1)} \\
&= \frac{17802800 - 16728100}{100(99)} \\
&= \frac{1,074,700}{9900} \\
&= 108.55
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{ค่าความเชื่อมั่น (} r_{tt} \text{)} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right] \\
&= \frac{60}{60-1} \left[1 - \frac{13.59}{108.55} \right] \\
&= \frac{60}{59} [1 - 0.13] \\
&= 1.02 [0.87] \\
&= 0.89
\end{aligned}$$

ภาคผนวก จ

- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิต
และการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
- แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ใช้เวลาทำ 90 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. การตอบแบบทดสอบฉบับนี้ไม่มีผลโดยตรงต่อระดับคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ แต่จะบอกถึงความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จึงขอให้ตอบอย่างเต็มความสามารถ
4. ให้ทำเครื่องหมาย X บนข้อที่ถูกต้องที่สุดในกระดาษคำตอบเพียงข้อละหนึ่งคำตอบเท่านั้น ถ้าตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบจะไม่ได้คะแนน
5. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบนี้
6. เมื่อต้องการเปลี่ยนคำตอบในกระดาษคำตอบให้กระทำดังตัวอย่างข้างล่างนี้

ตัวอย่าง การตอบแบบทดสอบในกระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
00		X			

เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบจากตัวเลือก ข เป็น ง

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
00		~~X~~		X	

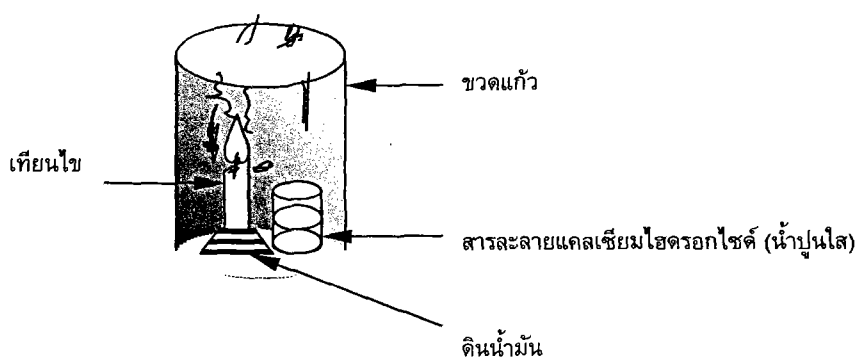
7. หากมีข้อสงสัยใดๆ ให้สอบถามผู้ควบคุมห้องสอบ
8. เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบส่งคืนให้กับผู้ควบคุมห้องสอบก่อนออกจากห้องสอบ

1. เอกพลได้เฝ้ามองปลาทอง 5 ตัว ในตู้ปลาดังรูป สิ่งที่เขาสังเกตคืออะไร ?

- ก. ปลาทองมี 5 ตัวและมีหางยาว
- ข. ปลาทองเหล่านี้มีอายุได้ 6 เดือน
- ค. ปลาทองกำลังตั้งท้องและใกล้จะออกลูก
- ง. ปลาทองชอบอาศัยในน้ำที่มีออกซิเจนตลอดเวลา

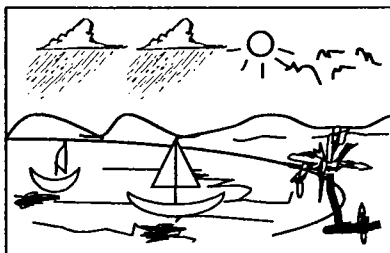


2. จากรูปซึ่งทดลองเรื่องการเผาไหม้ของเทียนไข ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้ ?



- ก. เทียนไขมีเปลวไฟและมีควัน
 - ข. ภายในครอบแก้วมีเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - ค. ภายในครอบแก้วมีก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - ง. อากาศภายในครอบแก้วจะร้อนแล้วเกิดการขยายตัวทำให้ขวดขยายตัว ส่วนอากาศจะลอยสูงขึ้น
3. ข้อใดใช้การสังเกตไม่ถูกต้อง ?
- ก. สูดฟุ้งขาวจากวิทยุ
 - ข. ก้อยใช้มือสัมผัสผิวหน้า
 - ค. สอนชิมของเหลวในแก้ว
 - ง. แสนดูแมลงบินเกาะบนต้นไม้
4. ข้อมูลใด ไม่ใช่ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ?
- ก. เปลือกไข่ไก่มีสีน้ำตาล
 - ข. ผิวเปลือกไข่ไก่มีลักษณะขรุขระ
 - ค. เปลือกไข่ไก่เป็นสารพวกแคลเซียม
 - ง. ไข่ไก่ด้านหนึ่งมีขนาดใหญ่ อีกด้านหนึ่งมีขนาดเล็ก

5. ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้จากภาพนี้ ?



- ก. อากาศวันนี้มีแสงแดดแต่ก็มีฝนตก
 ข. อากาศบริเวณชายทะเลมีความชื้นมาก
 ค. ฝนตกขณะมีแสงแดดอาจทำให้เกิดพายุ
 ง. อากาศเหนือพื้นดินมีความกดดันมากกว่าอากาศเหนือพื้นน้ำ
6. จากรูป ข้อใดเป็นผลของการสังเกต ?

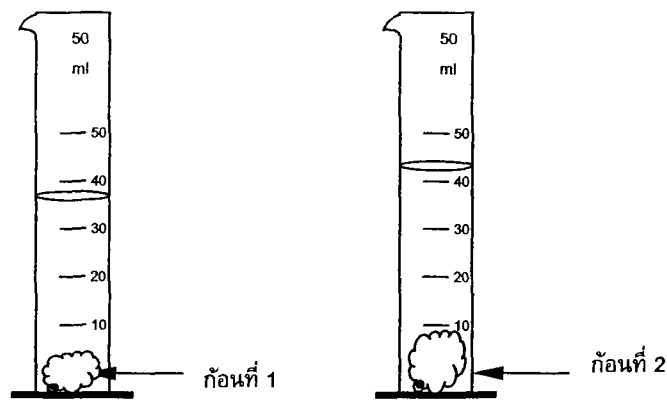


- ก. เด็กผู้หญิงกำลังจะซื้อขนม
 ข. แม่ค้าขายขนมใส่ไส้และกล้วย
 ค. รถไฟขบวนนี้เป็นรถไฟสายใต้
 ง. ใต้หน้าต่างมีป้ายเขียนว่า กรุงเทพฯ - สุราษฎร์ธานี
7. ถ้าต้องการใช้สารละลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ควรทำอะไร ?
- ก. ใช้ช้อนตักสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ข. ใช้ถ้วยตวงตวงสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ค. ใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลายมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ง. ใช้หลอดหยดดูดสารละลายมาประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

8. ข้อใดบอกหน่วยของการวัดได้ถูกต้องตามระบบสากล ?

- ก. แก้วใสสูง 158 มิลลิเมตร
- ข. สุตสววัดด้านกว้างของกระดานดำได้ 3 ฟุต
- ค. กานดาวัดปริมาตรของสารละลายได้ 10 ลูกบาศก์
- ง. สมสมรวัดด้านกว้างของหนังสือเล่มหนึ่งได้ 30 เซนติเมตร

9. กระบอกตวง 2 ใบ บรรจุน้ำ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อหย่อนก้อนหินก้อนที่ 1 และ 2 ลงในกระบอกตวงทั้งสอง ปรากฏว่าระดับน้ำสูงขึ้นดังรูป อยากทราบว่าก้อนหินก้อนที่ 1 และ 2 มีปริมาตรเท่าใด ?



- ก. ก้อนที่ 1 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร ก้อนที่ 2 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. ก้อนที่ 1 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร ก้อนที่ 2 12 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. ก้อนที่ 1 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร ก้อนที่ 2 14 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. ก้อนที่ 1 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ก้อนที่ 2 18 ลูกบาศก์เซนติเมตร

10. ข้อใดปฏิบัติได้ถูกต้อง ในการใช้เครื่องชั่ง ?

- ก. เครื่องชั่งใช้ชั่งของเหลว
- ข. ควรจัดให้ตาชั่งตั้งตรงที่มีลมพัดได้ดี
- ค. ควรปรับปุ่มทุกปุ่มให้อยู่ที่ตำแหน่งศูนย์
- ง. อ่านเครื่องชั่งในขณะที่เข็มเครื่องชั่งเกือบหยุดนิ่ง

11. ข้อใดกล่าวถึงหลักการวัด ไม่ถูกต้อง ?

- ก. ตรวจเครื่องมือก่อนใช้ทุกครั้ง
- ข. ควรวัดหลายๆ ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย
- ค. การวัดกับการประมาณมีค่าใกล้เคียงกัน
- ง. ต้องเลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด

12. ข้อใดใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง ?

- ก. ใช้เครื่องชั่งสปริงวัดน้ำหนักนักเรียน
- ข. วัดความกว้างและความยาวของห้องนอนโดยใช้ตลับเมตร
- ค. วัดอุณหภูมิของร่างกายโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
- ง. วัดหาปริมาตรของของเหลวจำนวน 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้หลอดจลิตยา

13. ข้อใดเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งสัตว์ในตารางออกเป็น 2 กลุ่ม ?

กลุ่มที่ 1	งู เต่า ไก่ นก จิ้งจก ปลา กัด
กลุ่มที่ 2	หนู แมว สุนัข กระรอก กระแต ช้าง

- ก. สัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยง
- ข. สัตว์เล็กและสัตว์ใหญ่
- ค. สัตว์กินเนื้อและสัตว์กินพืช
- ง. สัตว์ออกลูกเป็นตัวและสัตว์ออกลูกเป็นไข่

14. การจัดกลุ่มสิ่งของกับเกณฑ์ที่ใช้ในข้อใด ไม่สอดคล้องกัน ?

กลุ่มสิ่งของ	เกณฑ์
ก. วิทยุ มอเตอร์ โทรศัพท์	ให้พลังงานเสียง
ข. พัดลม ตู้เย็น เครื่องดูดฝุ่น	ให้พลังงานกล
ค. ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ไดนาโม	ให้พลังงานไฟฟ้า
ง. เตารีด กาต้มน้ำไฟฟ้า เต้าไฟฟ้า	ให้พลังงานความร้อน

15. ข้อใดเป็นเกณฑ์ในการจัดกลล้องส่องทางไกล กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ ไว้เป็นพวกเดียวกัน ?

- ก. ราคาแพง
- ข. มีเลนส์เป็นส่วนประกอบ
- ค. การขยายขนาดของวัตถุ
- ง. ส่วนประกอบเป็นสีดำทั้งหมด

16. อุปกรณ์ในข้อใด ที่แตกต่างจากพวก ?

- ก. จักรเย็บผ้า เต้าแก๊ส นาฬิกาปลุก
- ข. หม้อหุงข้าว กระทะไฟฟ้า เตารีด
- ค. วิทยุ กระทิกน้ำร้อน เครื่องซักผ้า
- ง. เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำอุ่น ทีวี

17. ข้อใดไม่เข้าพวก ?

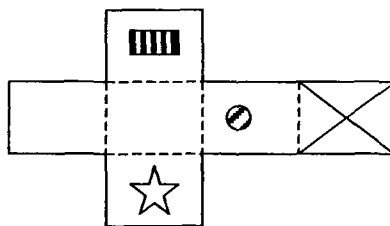
- ก. เข็ม ด้าย กรรไกร
- ข. สมุด ดินสอ ยางลบ
- ค. เรือ รถไฟ เครื่องบิน
- ง. หลอดทดลอง บัวรดน้ำ ปีกเกอร์

18. ข้อใดเป็นเกณฑ์ในการแบ่งพวกของดอกไม้ ?

พวกที่ 1	จำปี	จำปา	มะลิ
พวกที่ 2	ชบา	บานชื่น	ทานตะวัน

- ก. สีของดอกไม้
- ข. ชนิดของดอกไม้
- ค. รูปร่างของดอกไม้
- ง. กลิ่นหอมของดอกไม้

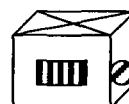
19. รูปใดไม่ได้เกิดจากการพับกระดาษจากรูปข้างล่างนี้ ?



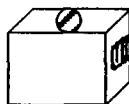
ก.



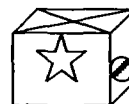
ข.



ค.



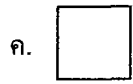
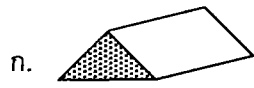
ง.



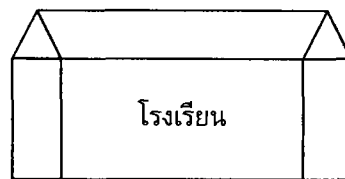
20. วัตถุในข้อใดที่มีรูปทรงต่างจากพวก ?

- ก. ผ้าสำหรับตัดเสื้อ
- ข. ภาพคนในแผ่นฟิล์ม
- ค. ภาพเขียนในแผ่นกระดาษ
- ง. ตัวหนังสือที่ทำจากแผ่นโฟม

21. รูปทรงในข้อใดมี 3 มิติ ?



22. จากภาพ เสาธงอยู่ที่ทิศใดของโรงเรียน ?



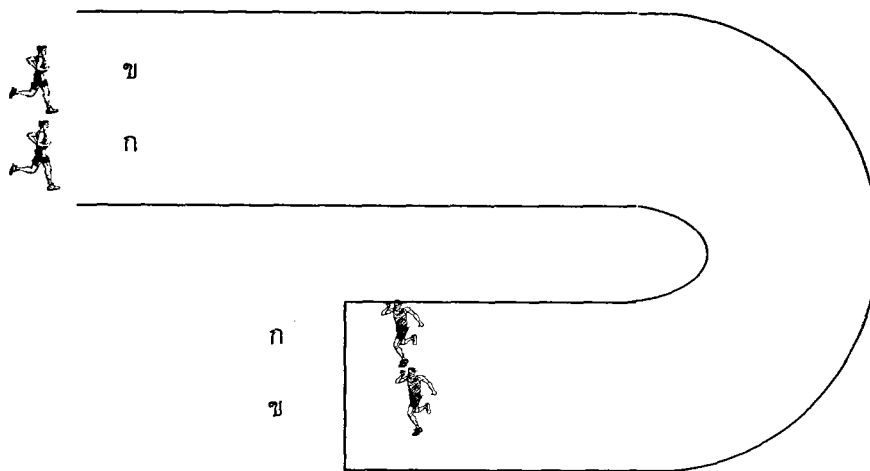
- ก. เหนือ
ข. ใต้
ค. ออก
ง. ตก



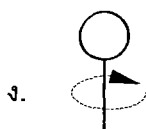
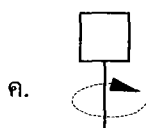
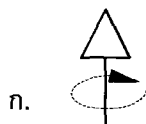
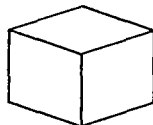
สนาม



23. จากภาพ ก และ ข วิ่งแข่งกันบนทางโค้ง โดย ก วิ่งในโค้งด้านใน ข วิ่งในโค้งด้านนอก
ปรากฏว่าทั้งสองคนวิ่งถึงจุดหมายพร้อมกัน ข้อความในข้อใดต่อไปนี้น่าจะถูกต้อง ?



- ก. ก วิ่งเร็วกว่า ข
ข. ข วิ่งเร็วกว่า ก
ค. ก และ ข วิ่งเร็วเท่ากัน
ง. ก และ ข ใช้ระยะทางเท่ากัน
24. หมุนรูป 2 มิติตามข้อใดจึงจะได้รูป 3 มิติ ตามรูปข้างล่าง ?



25. ในการวัดความสูงของต้นถั่วต้นหนึ่งในเวลา 6 วัน ปรากฏว่าได้ผลดังในตาราง ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นถั่วใน 3 วันแรกมีค่าเท่าไร ?

วันที่ทำการวัด	ความสูงของต้นถั่ว (มิลลิเมตร)
1	20
2	30
3	52
4	80
5	114
6	130

- ก. 16.67 มิลลิเมตร
 ข. 17.30 มิลลิเมตร
 ค. 34.00 มิลลิเมตร
 ง. 34.20 มิลลิเมตร
26. ในการตรวจสอบสารละลายชนิดหนึ่ง ได้ปริมาตรดังต่อไปนี้ 20.60 , 21.80 , 22.40 จงหาปริมาตรเฉลี่ยของสารละลาย ?
- ก. 20.40 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ข. 21.60 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ค. 22.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 ง. 23.20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
27. ดำ แดง และ ขาว หุ้มน้ำหนักคนละ 3 ครั้ง ได้ระยะทางดังตารางข้างล่าง

ชื่อ	ระยะทางที่หุ้มน้ำหนักได้ (m)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ดำ	A	B	A
แดง	D	A	B
ขาว	A	C	D

ระยะทางเฉลี่ยของ ขาวที่หุ้มน้ำหนักได้มีค่าตามข้อใด ?

- ก. $\frac{A+C+D}{3}$ m
 ข. $\frac{A+B+C}{3}$ m
 ค. $\frac{A \times C \times D}{3}$ m
 ง. $\frac{A+B+C+D}{4}$ m

28. เพาะเมล็ดถั่ว 20 เมล็ด เป็นเวลา 7 วัน ปรากฏว่าเจริญเติบโต 5 เมล็ด ต้นถั่วที่เจริญเติบโตคิดเป็นสัดส่วนอย่างต่ำเท่าไร ?
- ก. 1 : 2
ข. 1 : 4
ค. 5 : 5
ง. 5 : 20
29. กล่องสี่เหลี่ยม ซึ่งมีด้านกว้าง 3 เซนติเมตร ด้านยาว 12 เซนติเมตร และด้านหนา 2 เซนติเมตร มีปริมาตรเท่าใด ?
- ก. 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ข. 65 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ค. 72 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ง. 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร
30. จากตารางข้างล่าง ขวัญและเรียมมีน้ำในร่างกายเท่าใดตามลำดับ ถ้าร่างกายของคนมีน้ำอยู่ 2 ใน 3 ของน้ำหนักตัว ?

รายชื่อ	น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)
ขวัญ	60
เรียม	45

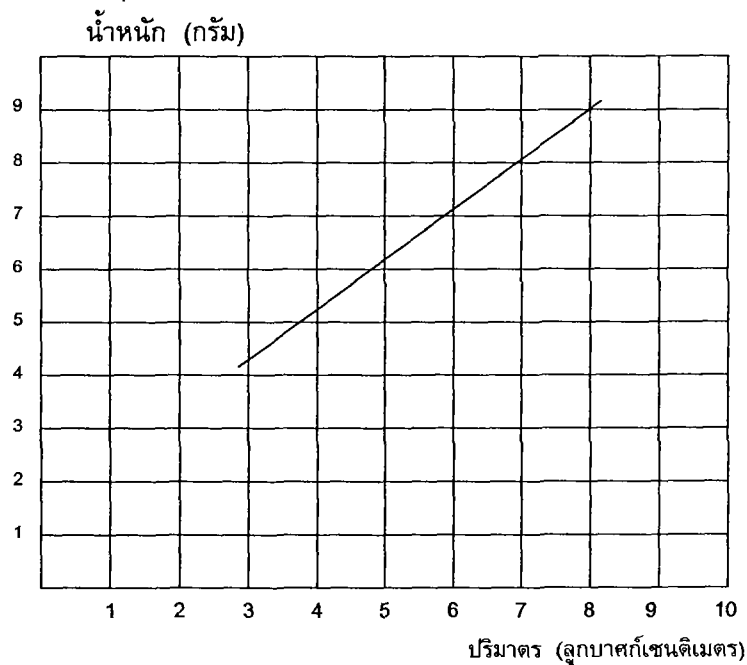
- ก. 35, 25 กิโลกรัม
ข. 40, 30 กิโลกรัม
ค. 45, 35 กิโลกรัม
ง. 50, 40 กิโลกรัม

31. จากข้อมูลในตารางช่วงที่มีจำนวนนักเรียนมากที่สุดคือช่วงน้ำหนักเท่าใด ?

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (คน)
53-55	3
50-52	3
47-49	5
44-46	1
41-43	6
38-40	5
35-37	7
รวม	30

- ก. 35 – 37 กิโลกรัม
- ข. 38 – 40 กิโลกรัม
- ค. 41 – 43 กิโลกรัม
- ง. 44 – 49 กิโลกรัม

32. จากกราฟข้างล่างวัตถุ ก 9 กรัม จะมีปริมาตรเท่าไร ?



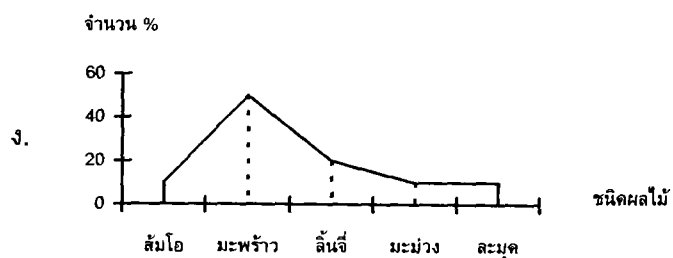
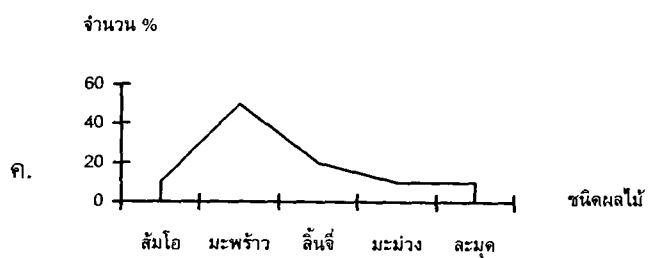
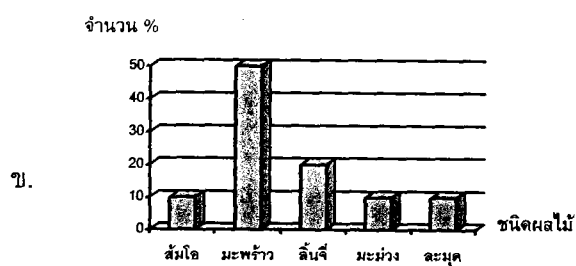
- ก. 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 9 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 12 ลูกบาศก์เซนติเมตร

33. ถ้าต้องการอธิบายเกี่ยวกับการเกิดของฝน โดยมีลำดับการเกิด ตั้งแต่ น้ำ ระเหยกลายเป็นไอ ไอน้ำ รวมตัวกันเป็นก้อนเมฆ แล้วตกมาเป็นฝนอีกครั้งหนึ่ง นักเรียนจะแสดงให้เห็นเข้าใจง่ายๆ โดยวิธีใด ?
- ก. เขียนเป็นกราฟ
 - ข. เขียนเป็นตาราง
 - ค. เขียนเป็นวัฏจักร
 - ง. เขียนเป็นแผนผัง
34. จากข้อมูล แสดงปริมาณการจับปลาดังนี้ พ.ศ. 2536 จับปลาได้ 200 กิโลกรัม พ.ศ. 2537 จับปลาได้ 300 กิโลกรัม พ.ศ. 2538 จับปลาได้ 400 กิโลกรัม พ.ศ. 2539 จับปลาได้ 250 กิโลกรัม พ.ศ. 2540 จับปลาได้ 350 กิโลกรัม ควรมีการจัดกระทำข้อมูลลักษณะใดจึงจะทำให้อ่านเข้าใจง่ายขึ้น ?
- ก. แผนผัง
 - ข. กราฟเส้น
 - ค. แผนภูมิแท่ง
 - ง. วัฏจักรวงจร

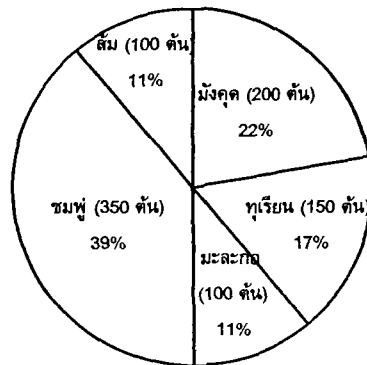
35. ผลไม้ในอำเภอนี้มีดังนี้ ส้มโอ 10% มะพร้าว 50% ลิ้นจี่ 20% มะม่วง 10% ละมุด 10% ถ้าต้องการแสดงเปรียบเทียบปริมาณผลไม้ให้เข้าใจง่าย ควรใช้รูปแบบใดเหมาะสมที่สุด ?

ก.

ชนิดผลไม้	จำนวนประชากรที่ปลูกผลไม้ (%)
ส้มโอ	10
มะพร้าว	50
ลิ้นจี่	20
มะม่วง	10
ละมุด	10



36. จากแผนภูมิวงกลมข้างล่าง อยากทราบว่าผลไม้ชนิดใดมีจำนวนมากที่สุด ?



- ก. ชมพู่
- ข. มังคุด
- ค. ทุเรียน
- ง. มะละกอ

37. จากภาพต้นมะม่วง ข้อความใดเป็นการอธิบายให้เหตุผลเหมาะสมที่สุด ?



- ก. มะม่วงต้นนี้มีผลตกมาก
- ข. มะม่วงสุกงอมหล่นจากต้น
- ค. มีนกมาจิก มะม่วงจึงหล่นจากต้น
- ง. มะม่วงลงสู่พื้นดิน เนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุ

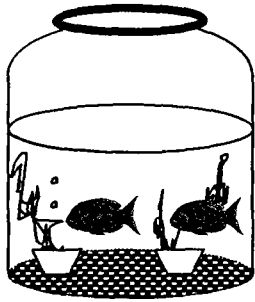
38. นเรศพบว่าอุณหภูมิของน้ำที่ต้มในทุกช่วงนาทียังเป็นดังนี้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°C)
1	18
2	22
3	25
4	29
5	35

ข้อความใดอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุด ?

- ก. นเรศต้มน้ำบนเตาไฟ
 - ข. นเรศต้มน้ำไว้ข้างเตาไฟ
 - ค. นเรศต้มน้ำไว้ใต้ต้นไม้นอกบ้าน
 - ง. นเรศใส่น้ำไว้ในเครื่องทำความเย็น
39. จากการต้มน้ำโดยการให้ความร้อนปรากฏว่ามีไอน้ำออกมาจากพวยกา ข้อใดเป็นการอธิบายให้เหตุผลที่เป็นไปได้มากที่สุด ?
- ก. เมื่อน้ำเดือดจะมีไอน้ำออกมา
 - ข. เมื่อต้มน้ำไปนานๆ น้ำจะมีปริมาณลดลง
 - ค. น้ำเมื่อได้รับความร้อนถึงจุดเดือดจะกลายเป็นไอ
 - ง. น้ำเมื่อต้มนานๆ จะทำให้ต้องใช้เชื้อเพลิงจำนวนมาก
40. เมื่อใช้หลอดทดลองขนาดกลางต้มน้ำให้ร้อน เทสารทิ้งแล้วนำไปล้างน้ำเย็นทันที ปรากฏว่าหลอดทดลองแตก การแสดงความคิดเห็นในข้อใดเป็นไปได้มากที่สุด ?
- ก. หลอดทดลองมีผิวแก้วที่บาง
 - ข. บริเวณผิวหลอดแต่ละแห่งขยายตัวไม่เท่ากัน
 - ค. ถ้าวางหลอดไม่ระวังจะทำให้หลอดทดลองแตก
 - ง. หลอดทดลองมีขนาดเล็กทำให้ความร้อนระเหยได้ไม่ดีจึงแตก
41. ข้อความใด เป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ?
- ก. ไข่ไก่สุกกลมรี
 - ข. ไข่ไก่มีผิวเรียบ
 - ค. ไข่ไก่มีสีน้ำตาล
 - ง. ไข่ไก่ลอยน้ำได้ถ้าใส่เกลือ

42. จากภาพข้อความในข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ?



- ก. ในโหลมีสาหร่าย
ข. ในโหลมีปลา 2 ตัว
ค. ในโหลมีสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด
ง. ในโหลมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ
43. จากตารางข้างล่างถ้าความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็น 5 กิโลเมตร อุณหภูมิของอากาศควรจะอ่านได้เท่าไร ?

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (กิโลเมตร)	อุณหภูมิของอากาศ (องศาเซลเซียส)
0	27.5
2	16.5
4	5.5
6	- 5.5
8	- 16.5
10	- 27.5

- ก. 0 องศาเซลเซียส
ข. - 5.5 องศาเซลเซียส
ค. - 5.5 องศาเซลเซียส
ง. - 27.5 องศาเซลเซียส

ใช้ข้อมูลจากตารางข้างล่างตอบคำถาม ข้อ 44

สัปดาห์ที่	ความยาวของปลา(เซนติเมตร)
2	1
4	2
6	3
8	4

44. ความยาวของปลาในสัปดาห์ที่ 5 เป็นเท่าไร ?

- ก. 1.5 เซนติเมตร
- ข. 2.5 เซนติเมตร
- ค. 3.5 เซนติเมตร
- ง. 4.5 เซนติเมตร

ใช้ข้อมูลจากตารางนี้ตอบคำถามข้อ 48

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณการละลายของสาร (g) ในน้ำ 50 กรัม	
	สาร A	สาร B
60	47	12
70	39	25
80	31	38
90	23	51

45. ถ้าน้ำเดือดการละลายของสาร A และ B จะเป็นอย่างไร ?

- ก. A และ B ลดลง
- ข. A และ B เพิ่มขึ้น
- ค. A เพิ่มขึ้น B ลดลง
- ง. A ลดลง B เพิ่มขึ้น

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม ข้อ 46 – 47

พ.ศ.	จำนวนพนักงาน
2530	
2531	
2532	
2533	
2534	
 1 รูป แทนพนักงาน 100 คน	

46. จำนวนพนักงานเพิ่มขึ้นปีละกี่คน ?

- ก. 20 คน
- ข. 30 คน
- ค. 40 คน
- ง. 50 คน

47. ในปี 2535 จะมีจำนวนพนักงานกี่คน ?

- ก. 450 คน
- ข. 500 คน
- ค. 550 คน
- ง. 600 คน

48. ข้อความใดเป็นการคาดคะเนคำตอบ ?
- ก. โต๊ะตัวนี้ทำด้วยไม้สัก
 - ข. สัตว์ตัวนี้มีขนยาวสวย
 - ค. คีนี่มีงานเลี้ยงที่ทำงาน
 - ง. วันนี้ฝนคงตกแน่เพราะมีเมฆมาก
49. นำลูกไก่ที่มีความสมบูรณ์เหมือนกันจำนวน 40 ตัว นำมาแบ่งเป็นสองพวก พวกแรกให้กินข้าวเปลือก พวกที่สองให้กินอาหารสำเร็จรูป โดยให้ทั้งสองพวกอยู่ในสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน ควรตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ว่าอย่างไร ?
- ก. อาหารสำเร็จรูปทำให้ไก่แข็งแรง
 - ข. อาหารสำเร็จรูปราคาแพงกว่าข้าวเปลือก
 - ค. ไก่ชอบกินข้าวเปลือกมากกว่าอาหารสำเร็จรูป
 - ง. ไก่ที่กินอาหารสำเร็จรูปโตกว่าไก่ที่กินข้าวเปลือก
50. อาชารินน้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในภาตทรงกระบอกที่มีความสูง 3 เซนติเมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 20 , 40 , 60 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ นำไปวางไว้กลางแจ้งในบริเวณใกล้เคียงกันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นวัดปริมาณของน้ำที่เหลือในแต่ละภาตในเวลาเดียวกันเพื่อหาปริมาตรของน้ำที่ระเหยไป จากการทดลองดังกล่าวอาชาต้องการหาคำตอบตามข้อใด ?
- ก. ความสูงของภาตมีผลต่ออัตราการระเหยของน้ำ
 - ข. ระยะเวลาที่ต่างกัน ทำให้อัตราการระเหยของน้ำแตกต่างกัน
 - ค. อัตราการระเหยของน้ำขึ้นอยู่กับสภาพของอากาศที่อยู่รอบ ๆ ภาต
 - ง. พื้นที่ผิวหน้าของน้ำที่แตกต่างกัน ทำให้อัตราการระเหยของน้ำแตกต่างกัน
51. เด็กชายมานะ นำขนมปังเล็กๆ เท่ากัน 2 ชิ้น ใส่ลงในหลอดทดลองที่ต้มเรียบร้อยแล้ว หลอดที่ 1 ใช้จุกปิดสนิท หลอดที่ 2 ไม่ได้ปิดจุกตั้งทิ้งไว้บริเวณเดียวกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา 6 วัน อยากทราบว่ามานะต้องการทดสอบสมมติฐานใด ?
- ก. ถ้าในขนมปังมีจุลินทรีย์แล้วจะมีราเกิดขึ้นในหลอดทั้งสอง
 - ข. ถ้าในอากาศมีจุลินทรีย์แล้วจะมีราเกิดขึ้นในหลอดที่ไม่ได้ปิดจุก
 - ค. ถ้าน้ำเดือดสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ แล้วจะไม่มีการเกิดขึ้นในหลอดทั้งสอง
 - ง. ถ้าความร้อนสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ แล้วจะไม่มีการเกิดขึ้นในหลอดทั้งสอง

52. ทดลองปลูกมะเขือเทศสองแปลง แปลงหนึ่งรดด้วยน้ำจากถังส้วม อีกแปลงหนึ่งรดด้วยน้ำธรรมดา สังเกตการเจริญเติบโตของทั้งสองแปลง ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้ ?
- พืชทุกชนิดต้องการน้ำ
 - น้ำจากถังส้วมทำให้ดินดีกว่าน้ำธรรมดา
 - น้ำจากถังส้วมทำให้พืชงอกงามดีกว่าน้ำธรรมดา
 - น้ำจากถังส้วมและน้ำธรรมดามีความจำเป็นต่อพืช
53. ในการทดลองปลูกมะลิพันธุ์เดียวกัน มีขนาดและอายุเท่ากัน 2 กิ่ง ในกระถาง 2 กระถาง โดยปลูกกระถางละ 1 กิ่ง ตั้งไว้ในบริเวณเดียวกัน รดน้ำเท่ากัน บันทึกผลโดยใช้ตารางข้างล่าง

กระถางที่	ดิน	การเจริญเติบโต
1	ดินขุยไผ่	
2	ดินธรรมดา	

ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้ ?

- น้ำมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิ
 - แสงเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารของต้นมะลิ
 - ดินและน้ำต่างมีความสำคัญในการสร้างอาหารของต้นมะลิ
 - ดินต่างชนิดกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะลิต่างกัน
54. มารินดา เอาสบู่ ก. ล้างแก้มข้างซ้าย และเอาสบู่ ข. ล้างแก้มข้างขวา เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพในการถนอมผิวหนังของสบู่ทั้งสองชนิด สมมติฐานของการทดลองนี้ควรเป็นข้อใด ?
- สบู่ ก. มีฟองมากกว่าสบู่ ข.
 - สบู่ ก. ให้ผิวเนียนกว่าสบู่ ข.
 - สบู่ ก. ใช้ประหยัดกว่าสบู่ ข.
 - สบู่ ก. มีสารพิษมากกว่าสบู่ ข.

55. ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการดูดพลังงานความร้อนของสาร 2 ชนิด นายรัตน์ได้ออกแบบการทดลอง ดังนี้

1. นำสารแต่ละชนิดอย่างละ 100 กรัม เทใส่ภาชนะที่มีลักษณะเหมือนกัน
ทุกประการ ภาชนะละ 1 ชนิด
2. นำภาชนะซึ่งบรรจุสารแต่ละชนิดนั้นไปรับแสงจากหลอดไฟ 100 วัตต์
เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
3. เทสารชนิดที่ 1 และ 2 ซึ่งผ่านการทดลองในขั้นที่ 2 ลงในอ่างแต่ละใบซึ่งมี
ลักษณะเหมือนกันทุกประการโดยในอ่างแต่ละใบมีน้ำกลั่นบรรจุอยู่แล้วครึ่งอ่าง
ในการเทสารต้องเทพร้อมกัน
4. วัดอุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นในอ่างแต่ละใบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ชนิดเดียวกัน และวัดพร้อมกัน

วิธีการทดลองในขั้นตอนใด ที่ทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้มากที่สุด ?

- ก. ขั้นตอนที่ 3 เพราะไม่ได้บอกค่ามวลและปริมาตรของน้ำ
- ข. ขั้นตอนที่ 1 เพราะไม่ได้กำหนดขนาดของภาชนะแต่ละใบ
- ค. ขั้นตอนที่ 4 เพราะไม่ได้ควบคุมให้ใช้เทอร์โมมิเตอร์อันเดียวกัน
- ง. ขั้นตอนที่ 2 เพราะไม่ได้ควบคุมให้ภาชนะแต่ละใบห่างจากหลอดไฟเท่ากัน

56. เมื่อนำ สาร ก ไปละลายน้ำ ได้สารละลาย ก สี ไม่มีสี เมื่อทดสอบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว
จะขุ่น ถ้าต้องการทดลองว่าสารละลายอีกชนิดหนึ่งไม่มีสีเช่นกัน เป็นสารละลาย ก หรือไม่ ควรทำ
อย่างไร ?

- ก. ต้มสารละลายนั้นเพื่อหาจุดเดือด
- ข. เติมน้ำลงในจานหลุมโลหะ
- ค. เป่าลมจากปากให้ผ่านสารละลายนั้น
- ง. กรองสารละลายนั้นแล้วต้มให้ตกตะกอน

57. ถ้าต้องการทดลองว่าของเหลวต่างชนิดกันระเหยได้มากน้อยต่างกัน จะต้องทำตามข้อใด ?

- ก. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆ ปริมาณเท่าๆ กัน ลงในภาชนะที่มีขนาดต่างกัน ตั้งไว้แห้งเดียวกัน
- ข. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆ ลงในภาชนะที่มีขนาดต่างกัน ตั้งไว้แห้งเดียวกัน เป็นเวลาเท่ากัน
สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่างๆ
- ค. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆ ปริมาณเท่าๆ กัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากัน ตั้งไว้แห้งเดียวกันเป็นเวลา
เท่ากัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่างๆ
- ง. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆ ปริมาณเท่าๆ กัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากัน ตั้งไว้แห้งเดียวกันเป็นเวลา
ต่างๆ กัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่างๆ

58. ถ้าต้องการทำการทดลองเพื่อหาปริมาณของของแข็งก้อนหนึ่งหนัก 300 กรัม ควรเลือกใช้อุปกรณ์ในข้อใดจึงจะเหมาะสม ?
- ก. บีกเกอร์ 2 ใบ
 - ข. เชือก กระดาษ ปากกา
 - ค. ถ้วยยูริกา บีกเกอร์ กระบอกตวง
 - ง. ถ้วยยูริกา หลอดทดลอง กระบอกตวง
59. การทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า ชนิดของปุ๋ยคอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศซึ่งมีขั้นตอนดังนี้
- (1) เตรียมดิน 2 กระถาง ปริมาณเท่ากัน กระถางที่ 1 ผสมปุ๋ยมูลไก่ กระถางที่ 2 ผสมปุ๋ยมูลวัว ด้วยปริมาณเท่ากัน
 - (2) ปลูกมะเขือเทศเท่ากัน พันธุ์เดียวกัน กระถางละ 1 ต้น
 - (3) วางไว้ในที่ได้รับแสงแดด
 - (4) รดน้ำมะเขือเทศทั้งสองกระถางเท่าๆ กันทุกวัน
 - (5) ฉีดยาเพื่อป้องกันศัตรูพืชปริมาณพอควรเท่าๆ กัน
 - (6) สังเกตการเจริญเติบโตของมะเขือเทศสองกระถางแล้วบันทึกผลเป็นเวลา 20 วัน
 - (7) หลังจากนั้นนำไปปลูกลงพื้นดิน
- ขั้นตอนใดไม่จำเป็นในการทดลองข้างต้น ?
- ก. ขั้นที่ 2 และ 5
 - ข. ขั้นที่ 2 และ 6
 - ค. ขั้นที่ 5 และ 6
 - ง. ขั้นที่ 5 และ 7
60. การหาปริมาณของวัตถุในข้อใดสามารถหาได้ด้วยวิธีการแทนที่น้ำ ?
- ก. โฟม
 - ข. สารส้ม
 - ค. ก้อนหิน
 - ง. ดินเหนียว

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้ถามความเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมักว่าเป็นอย่างไร มีทั้งหมด 30 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีช่องว่างให้เลือกตอบ 5 ช่อง ใช้เวลา 30 นาที คำตอบของนักเรียนเป็นการแสดงความคิดเห็น ไม่มีถูกหรือผิด

2.ให้อ่านข้อความแต่ละข้อแล้วพิจารณาว่า ควรตอบช่องใดจึงจะตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด แล้วจึงกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องนั้นเพียงช่องเดียว

ข้อที่	ข้อความ	ความคิดเห็นหรือความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
	<u>ความรู้สึกนึกคิดต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์</u>					
1.	การเรียนที่มีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ช่วยสร้างนิสัยรักการค้นคว้าทดลอง เพื่อแสวงหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.	กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดการศึกษา ค้นคว้าหาความจริง.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.	รู้สึกสนุกสนานกับการค้นคว้าหาความรู้จาก กิจกรรมการทดลอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.	กิจกรรมการทดลอง มักทำให้เกิดเสียงดัง และห้องเรียนสกปรก.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.	การให้นักเรียนอภิปรายผล หรือสรุป การทดลองทำให้สับสนและล่าช้า.....	.....	.....	.....	.....	.....
6.	การทดลองด้วยตนเองทำให้เข้าใจเนื้อหา ได้ดีกว่าครูสาธิต.....	.....	.....	.....	.....	.....
7.	การฝึกทักษะการทดลองและทักษะการใช้ อุปกรณ์ ทำให้เกิดความชำนาญมากขึ้น.....	.....	.....	.....	.....	.....
8.	การเรียนที่มีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำให้มีความละเอียดรอบคอบ ในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
9.	การเรียนที่มีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นการฝึกทักษะปฏิบัติ ทำให้คล่องตัว ในการทำงานภาคปฏิบัติอื่น ๆ ด้วย.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ความคิดเห็นหรือความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
10.	การมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ช่วยให้เกิด ความกระตือรือร้นในการเรียน..... <u>การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียน</u> <u>บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์</u>	.....	.....	.....	.....	.....
11.	การมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไม่ส่งเสริม ให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง....	.....	.....	.....	.....	.....
12.	การมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ช่วยให้กล้าแสดงความคิดเห็น.....	.....	.....	.....	.....	.....
13.	การมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ช่วยให้เกิด ความรักในการค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง	.....	.....	.....	.....	.....
14.	การมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ เป็นคนช่างสังเกต.....	.....	.....	.....	.....	.....
15.	การมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิด ความเข้าใจเกี่ยวกับการบรรยาย.....	.....	.....	.....	.....	.....
16.	การมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิด ความกังวลใจในการทดลอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
17.	การเรียนรู้โดยการใช้นบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เสียเวลาโดยไม่คุ้มค่า.....	.....	.....	.....	.....	.....
18.	การมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิด ความรู้สึกตื่นเต้นในการทดลอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
19.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แต่ละ การทดลองใช้เวลาพอเหมาะ.....	.....	.....	.....	.....	.....
20.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีความยาก-ง่าย พอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน..... <u>การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการ</u> <u>วิทยาศาสตร์</u>	.....	.....	.....	.....	.....
21.	การเรียนรู้โดยการใช้นบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์เป็นการให้ประสบการณ์ตรง....	.....	.....	.....	.....	.....
22.	การเรียนรู้โดยการใช้นบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ช่วยให้เกิดความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์.....	.....	.....	.....	.....	.....
23.	การเรียนรู้โดยการใช้นบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ช่วยให้ได้รับความรู้เกี่ยวกับ ภูมิปัญญาท้องถิ่น.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ความคิดเห็นหรือความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
24.	การเรียนรู้โดยการใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ช่วยเพิ่มความสนใจเกี่ยวกับ ภูมิปัญญาท้องถิ่น.....	.....	.....	.....	.....	.....
25.	การมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ช่วยในการ ประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน.....	.....	.....	.....	.....	.....
26.	การมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ช่วยในการ แก้ปัญหาคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก.....	.....	.....	.....	.....	.....
27.	การมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ช่วยสร้าง จิตสำนึกในการอนุรักษ์ และสืบทอด ภูมิปัญญาท้องถิ่น.....	.....	.....	.....	.....	.....
28.	การเรียนรู้โดยมีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ช่วยให้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของชุมชน	.....	.....	.....	.....	.....
29.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ เหมาะสำหรับใช้ในการเรียนการสอน.....	.....	.....	.....	.....	.....
30.	นักเรียนอยากให้มีการทดลองวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น.....					

**แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
(การเขียนรายงาน)**

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
 ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1.....เลขที่..... 2.....เลขที่.....
 3.....เลขที่..... 4.....เลขที่.....
 5.....เลขที่.....

ชื่อผู้ประเมิน.....

บทปฏิบัติการที่..... เรื่อง.....

ลำดับที่	รายการพิจารณา	คะแนน			หมายเหตุ
		3	2	1	
1.	จุดประสงค์ของการทดลอง กับเรื่องที่ทดลองมีความสอดคล้องกัน.....	....	....	....	
2.	วัสดุอุปกรณ์ เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีการทดลอง.....	....	....	....	
3.	วิธีการทดลอง เป็นไปตามวัตถุประสงค์และตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องถูกต้อง และสอดคล้องกับหลักการ.....	....	....	....	
4.	การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ใช้รูปแบบที่อ่านเข้าใจง่าย เป็นระเบียบ และถูกต้องชัดเจนตามหลักวิชาการ.....	....	....	....	
5.	สรุปผลการทดลอง กระชับเข้าใจง่ายถูกต้องสมบูรณ์.....	....	....	....	
6.	การจัดกระทำข้อมูล มีลำดับขั้นตอนเป็นระเบียบ และน่าสนใจ.....	....	....	....	
7.	ข้อเสนอแนะ มีการระบุข้อบกพร่องจากการทดลอง และการศึกษาค้นคว้าต่อไปได้ชัดเจนเหมาะสม.....	....	....	....	
	รวม	....	....	....	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

รายละเอียดของการให้คะแนนการเขียนรายงาน

1. จุดประสงค์ของการทดลอง

- 3 คะแนน ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาได้สมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้อง
- 2 คะแนน ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยขาดความสมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้องในบางส่วน
- 1 คะแนน ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาได้สมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้องน้อยมาก

2. วัสดุอุปกรณ์

- 3 คะแนน เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีการทดลองทุกข้อ
- 2 คะแนน เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้เหมาะสมสอดคล้องกับวิธีการทดลองเป็นส่วนใหญ่
- 1 คะแนน เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องกับวิธีการทดลองเป็นส่วนใหญ่

3. วิธีการทดลอง

- 3 คะแนน กำหนดวิธีการทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์และตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์สอดคล้องกับหลักการ
- 2 คะแนน กำหนดวิธีการทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์และตามลำดับขั้นตอนแต่ขาดความถูกต้อง สมบูรณ์และไม่สอดคล้องกับหลักการ
- 1 คะแนน กำหนดวิธีการทดลองไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์และตามลำดับขั้นตอน

4. การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

- 3 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่านเข้าใจง่าย เป็นระเบียบ และถูกต้อง ชัดเจนตามหลักวิชาการ
- 2 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่านเข้าใจง่าย เป็นระเบียบ และถูกต้อง ชัดเจนตามหลักวิชาการ
- 1 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่านเข้าใจยาก ขาดความเป็นระเบียบ และไม่ถูกต้องชัดเจนตามหลักวิชาการ

5. สรุปผลการทดลอง

- 3 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองได้อย่างกระชับเข้าใจง่าย ถูกต้อง สมบูรณ์ ชัดเจน
- 2 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองได้อย่างกระชับเข้าใจง่าย แต่ยังขาดความสมบูรณ์ เล็กน้อย
- 1 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองไม่กระชับ เข้าใจยาก ไม่ถูกต้อง ขาดความสมบูรณ์ และไม่ชัดเจน

6. การจัดกระทำข้อมูล

- 3 คะแนน จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนเป็นระเบียบและน่าสนใจ
- 2 คะแนน จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยขาดลำดับขั้นตอนเป็นระเบียบและความน่าสนใจเล็กน้อย
- 1 คะแนน จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยขาดลำดับขั้นตอนไม่เป็นระเบียบ และขาดความน่าสนใจ

7. การเสนอแนะ

- 3 คะแนน ระบุสิ่งที่บกพร่องจากการทดลอง และสิ่งที่ต้องการให้มีการศึกษาต่อไปได้ชัดเจน และเหมาะสม
- 2 คะแนน ระบุสิ่งที่บกพร่องจากการทดลอง และสิ่งที่ต้องการให้มีการศึกษาต่อไปได้ชัดเจน และเหมาะสมเล็กน้อย
- 1 คะแนน ระบุสิ่งที่บกพร่องจากการทดลอง และสิ่งที่ต้องการให้มีการศึกษาต่อไปได้ไม่ชัดเจน และไม่เหมาะสม

**แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
(การรายงานด้วยวาจา)**

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1.....เลขที่..... 2.....เลขที่.....
3.....เลขที่..... 4.....เลขที่.....
5.....เลขที่.....

ชื่อผู้ประเมิน.....

บทปฏิบัติการที่..... เรื่อง.....

ลำดับที่	รายการพิจารณา	คะแนน			หมายเหตุ
		3	2	1	
1.	<u>การจัดระบบการรายงาน</u> มีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อชัดเจนต่อเนื่อง.....	.....	.....	.....	
2.	<u>การใช้ภาษา</u> รายงานด้วยภาษาที่ฟังเข้าใจง่ายถูกต้องตามหลักภาษา และสื่อความหมายได้ตรงประเด็น.....	.....	.....	.....	
3.	<u>การใช้สื่อของเสียง</u> รายงานด้วยน้ำเสียงที่ตั้งชัดเจนเหมาะสมกับเรื่องราวที่พูด.....	.....	.....	.....	
4.	<u>การใช้สื่อท่าทางประกอบ</u> รายงานโดยมีการใช้มือ สายตา สีหน้า เหมาะกับบรรยากาศตลอดการรายงาน....	.....	.....	.....	
5.	<u>การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ</u> รายงานโดยมีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ และมีความเหมาะสมกับเรื่องที่รายงาน.....	.....	.....	.....	
6.	<u>การสื่อความหมายข้อมูล</u> บรรยายข้อมูลได้ถูกต้องชัดเจนต่อเนื่องทุกตอน ทำให้เข้าใจง่าย.....	.....	.....	.....	
7.	<u>การรายงานตามเวลาที่กำหนด</u> รายงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดและได้รับความครบทุกประเด็น.....	.....	.....	.....	
	รวม	.....	.....	.....	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

* ดูรายละเอียดการให้คะแนน (ในเอกสารที่แนบมา)

ละเอียดของการให้คะแนนการรายงานด้วยวาจา

1. การจัดระบบการรายงาน

- 3 คะแนน การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อชัดเจน มีความต่อเนื่อง
- 2 คะแนน การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อที่ขาดความชัดเจน และขาดความต่อเนื่องในบางส่วน
- 1 คะแนน การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อที่ขาดความชัดเจน และขาดความต่อเนื่องเป็นส่วนใหญ่

2. การใช้ภาษา

- 3 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการรายงานฟังแล้วเข้าใจง่าย ถูกต้องตามหลักภาษา และสื่อความหมายได้ตรงประเด็น
- 2 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการรายงานฟังแล้วเข้าใจง่าย แต่มีบางส่วนที่ไม่ถูกต้องตามหลักภาษา และสื่อความหมายได้ไม่ตรงประเด็น
- 1 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการรายงานฟังแล้วเข้าใจยาก และส่วนใหญ่ไม่ถูกต้องตามหลักภาษา และสื่อความหมายได้ไม่ตรงประเด็น

3. การใช้ลีลาของเสียง

- 3 คะแนน ใช้น้ำเสียงได้เหมาะสมกับเรื่องราวที่พูด เสียงดังชัดเจน
- 2 คะแนน ใช้น้ำเสียงได้เหมาะสมกับเรื่องราวที่พูดเป็นส่วนใหญ่ หรือเสียงไม่ดังชัดเจนเท่าที่ควร
- 1 คะแนน ใช้น้ำเสียงเบา และไม่เหมาะสมกับเรื่องราวที่พูดน้อย

4. การใช้ลีลาท่าทางประกอบ

- 3 คะแนน การรายงานมีการใช้มือ สายตา สีหน้า เหมาะกับบรรยากาศตลอดการรายงาน
- 2 คะแนน การรายงานมีการใช้มือ สายตา สีหน้า แต่เหมาะสมกับบรรยากาศตลอดการรายงานบางส่วน
- 1 คะแนน การรายงานไม่มีการใช้มือ สายตา สีหน้า และไม่เหมาะสมกับบรรยากาศตลอดการรายงาน

5. การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ

- 3 คะแนน การรายงานมีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ และมีความเหมาะสมกับเรื่องที่รายงาน
- 2 คะแนน การรายงานมีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ แต่ไม่เหมาะสมกับเรื่องที่รายงาน
- 1 คะแนน การรายงานไม่มีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ และไม่เหมาะสมกับเรื่องที่รายงาน

6. การสื่อความหมายข้อมูล

- 3 คะแนน บรรยายข้อมูลได้ถูกต้อง ชัดเจนต่อเนื่องทุกตอน ทำให้ผู้ฟังเข้าใจง่าย
- 2 คะแนน บรรยายข้อมูลได้ถูกต้อง ชัดเจนทำให้ผู้ฟังเข้าใจง่าย แต่ยังมีบางขั้นตอนที่ขาดความต่อเนื่อง
- 1 คะแนน บรรยายข้อมูลไม่ชัดเจน สับสน ทำให้ผู้ฟังเข้าใจยาก

7. การรายงานตามเวลาที่กำหนด

- 3 คะแนน การรายงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด และได้ความครบทุกประเด็น
- 2 คะแนน การรายงานไม่เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด แต่ได้ความครบทุกประเด็น
- 1 คะแนน การรายงานไม่เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด และได้ความไม่ครบทุกประเด็น

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

(แฟ้มสะสมงาน)

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อผู้ประเมิน.....

บทปฏิบัติการที่..... เรื่อง.....

ลำดับที่	รายการพิจารณา	คะแนน			หมายเหตุ
		3	2	1	
1.	ความเข้าใจในกิจกรรม (การออกแบบการทดลอง , การใช้อุปกรณ์ / สารเคมี).....	.....	.....	.....	
2.	คุณภาพของวิธีดำเนินการทดลอง (แสดงวิธีดำเนินการ , มีคำบรรยาย , มีภาพประกอบ) ถูกต้องตามหลักการ.....	.....	.....	.....	
3.	การบันทึกผลการทดลอง (กราฟ , ตาราง , การบรรยาย , แผนภาพ , คำนวณ) .....	.....	.....	.....	
4.	การสรุปผลการทดลอง (สรุปอ้างอิง , ย่อสรุป , ระบุความผิดพลาดในการทดลอง , วิเคราะห์ผลการทดลอง).....	.....	.....	.....	
5.	การรายงานผลการทดลอง (การจัดรูปเล่ม , การจัดลำดับขั้นตอน , การค้นคว้าเพิ่มเติม , ข้อเสนอแนะ).....	.....	.....	.....	
6.	การค้นคว้าเพิ่มเติม (ทันต่อเหตุการณ์ , แหล่งอ้างอิง , สิ่งพิมพ์ วารสาร).....	.....	.....	.....	
7.	การนำเสนองาน (การจัดรูปแบบ , แผนภาพ , บรรยาย , ชิ้นงาน).....	.....	.....	.....	
8.	ประโยชน์ (สอดคล้องกับเรื่องราว , ข้อเสนอแนะ นำไปประยุกต์ใช้) ..	.....	.....	.....	
	รวม	.....	.....	.....	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

* ดูรายละเอียดการให้คะแนน (ในเอกสารที่แนบมา)

**รายละเอียดของการให้คะแนนแฟ้มสะสมงาน
(มองภาพรวมทั้งหมดของผลงาน)**

1. ความเข้าใจในกิจกรรม

- 3 คะแนน เข้าใจ
- 2 คะแนน เข้าใจบางส่วน
- 1 คะแนน ไม่มีความเข้าใจทั้งหมด

2. คุณภาพของวิธีดำเนินการทดลอง

- 3 คะแนน วิธีดำเนินการทดลองเหมาะสม และถูกต้องตามหลักการ
- 2 คะแนน วิธีดำเนินการทดลองเหมาะสมในบางส่วน และถูกต้องตามหลักการ
- 1 คะแนน วิธีดำเนินการทดลองไม่เหมาะสม และไม่ถูกต้องตามหลักการ

3. การบันทึกผลการทดลอง

- 3 คะแนน ถูกต้อง
- 2 คะแนน ถูกต้องบางส่วน
- 1 คะแนน ไม่ถูกต้อง

4. การสรุปผลการทดลอง

- 3 คะแนน ถูกต้อง
- 2 คะแนน ถูกต้องบางส่วน
- 1 คะแนน ไม่ถูกต้อง

5. การรายงานผลการทดลอง

- 3 คะแนน ชัดเจน สมบูรณ์
- 2 คะแนน ชัดเจน สมบูรณ์บางส่วน
- 1 คะแนน ไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์

6. การค้นคว้าเพิ่มเติม (ความพยายามในการค้นคว้า)

- 3 คะแนน มีการค้นคว้าทั้งหมด
- 2 คะแนน มีการค้นคว้าบางส่วน
- 1 คะแนน ไม่มีการค้นคว้า

7. การนำเสนอ (คุณภาพของการนำเสนอ)

- 3 คะแนน ชัดเจน สมบูรณ์
- 2 คะแนน ชัดเจน สมบูรณ์บางส่วน
- 1 คะแนน ไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์

8. ประโยชน์ (ประโยชน์ที่ได้รับ)

- 3 คะแนน มีประโยชน์เสริมเนื้อหามาก
- 2 คะแนน มีประโยชน์เสริมเนื้อหาบางส่วน
- 1 คะแนน มีประโยชน์น้อย

ภาคผนวก ข

- คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ก่อนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- คะแนนเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
หลังจากเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ครบทุกบท
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก
- คะแนนความสามารถในนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
หลังจากเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในแต่ละบท

ตาราง 27 คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

นักเรียน	ทักษะ 1		ทักษะ 2		ทักษะ 3		ทักษะ 4		ทักษะ 5		ทักษะ 6	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
1	4	2	5	6	4	5	2	3	5	6	5	6
2	2	2	5	6	5	6	3	3	4	5	5	5
3	4	5	6	6	5	4	3	3	4	5	5	4
4	2	2	5	4	3	5	3	1	5	6	3	5
5	5	5	5	6	4	5	4	5	6	6	5	6
6	6	6	5	6	5	5	5	4	6	6	3	5
7	6	5	5	5	4	5	3	4	6	6	4	5
8	3	3	4	3	4	4	3	4	5	6	4	4
9	2	3	3	2	3	4	3	4	2	4	4	5
10	4	6	5	6	2	5	5	5	3	6	4	4
11	4	6	5	6	4	4	3	4	6	6	5	6
12	5	5	5	5	4	5	3	3	6	6	3	6
13	4	5	5	5	6	6	2	4	6	6	4	5
14	5	5	3	4	3	4	3	3	3	5	2	5
15	5	6	5	5	4	4	4	5	6	6	5	6
16	4	5	5	5	4	5	4	5	6	6	5	5
17	5	5	4	5	3	2	3	4	4	5	4	4
18	1	3	4	4	3	4	3	3	4	5	6	6
19	4	5	1	2	3	4	1	2	4	6	5	4
20	3	5	4	3	5	5	2	3	1	3	3	4
21	4	4	6	6	4	5	3	3	6	5	6	6
22	5	4	3	5	4	4	4	4	4	5	3	4
23	2	4	5	5	3	5	3	4	6	6	6	6
24	4	5	3	3	3	6	4	4	2	3	2	5
25	2	4	3	5	4	4	2	3	4	5	3	6
26	5	4	5	4	4	4	3	4	3	3	5	6
27	2	2	4	5	4	3	2	3	4	5	3	4
28	3	4	4	6	4	5	3	5	4	6	5	5
29	2	3	3	4	4	4	4	4	4	5	3	4
30	2	4	3	5	3	3	4	5	4	5	6	5
รวม	109	127	128	142	115	134	94	111	133	158	126	151
เฉลี่ย	3.63	4.23	4.27	4.73	3.83	4.47	3.13	3.70	4.43	5.27	4.20	5.03

ตาราง 27 (ต่อ)

นักเรียน	ทักษะ 7		ทักษะ 8		ทักษะ 9		ทักษะ 10		ทักษะรวม	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
1	3	4	5	5	5	6	3	5	41	48
2	4	5	5	5	4	5	5	6	42	48
3	2	5	5	5	1	6	5	5	40	48
4	3	5	3	4	3	4	3	4	33	40
5	5	4	4	5	5	5	4	5	47	52
6	3	5	4	5	5	5	4	6	46	53
7	6	5	3	4	6	6	5	5	48	50
8	4	4	3	5	3	5	2	2	35	40
9	4	4	3	4	4	4	3	5	31	39
10	2	5	6	5	6	6	4	4	41	52
11	6	6	4	5	6	6	3	4	46	53
12	6	6	4	3	4	5	4	5	44	49
13	6	5	5	5	5	6	3	4	46	51
14	2	2	2	3	4	3	3	5	30	39
15	6	5	5	5	3	5	4	6	47	53
16	5	6	5	5	6	6	6	6	50	54
17	4	6	5	5	5	5	4	6	41	47
18	4	4	4	4	1	5	5	3	35	41
19	1	4	1	3	2	4	3	4	25	38
20	5	3	5	3	1	4	1	3	30	36
21	2	5	5	5	6	6	5	5	47	50
22	4	6	6	5	5	5	4	4	42	46
23	3	5	5	6	5	4	5	4	43	49
24	3	4	5	5	3	6	3	2	32	43
25	4	4	3	5	5	3	5	6	35	45
26	6	5	5	5	3	6	2	5	41	46
27	3	5	3	5	3	4	5	4	33	40
28	2	5	2	4	3	3	4	4	34	47
29	4	6	3	4	4	2	3	4	34	40
30	3	3	5	5	4	5	5	4	39	44
รวม	115	141	123	137	120	145	115	135	1178	1381
เฉลี่ย	3.83	4.70	4.10	4.57	4.00	4.83	3.83	4.50	39.27	46.03

ตาราง 28 คะแนนเจตคติตอบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

นร.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	4	4	2	4	5	5	4	5	4	3	4	4	5	3
2	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	3
3	4	4	4	3	3	4	5	5	5	4	2	4	4	5	2
4	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4
5	5	4	3	3	4	4	4	5	4	3	5	5	5	5	3
6	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	5	5	5	2	3	4	5	5	5	5	4	5	5	5	2
8	5	4	4	2	3	4	5	5	5	4	3	5	5	5	2
9	4	5	5	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	5	3
10	5	5	4	2	4	3	5	4	4	4	4	4	4	5	3
11	5	5	4	2	4	3	5	3	4	4	4	4	5	3	4
12	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4
13	5	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4	4	5	4	3
14	4	5	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	1
15	4	4	4	2	4	5	4	4	5	4	2	4	4	4	4
16	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4
17	4	4	4	2	2	3	4	4	4	4	3	4	4	4	2
18	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3
19	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	2
20	4	4	4	3	3	4	4	5	5	4	3	4	5	5	3
21	5	5	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	5	5	4
22	4	4	4	1	3	5	5	4	3	3	4	3	4	5	2
23	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4
24	4	4	4	3	3	3	5	5	4	4	4	4	4	5	3
25	5	4	2	5	3	4	5	5	5	3	5	5	3	3	3
26	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4
27	5	5	5	3	2	4	5	5	5	5	4	5	5	5	2
28	5	4	3	4	2	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2
29	4	5	5	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4
30	4	5	4	3	4	3	5	4	4	4	3	4	4	4	3
ผลรวม	132	130	119	88	101	115	135	129	126	117	112	124	125	133	90
เฉลี่ย	4.40	4.33	3.97	2.93	3.37	3.83	4.50	4.30	4.20	3.90	3.73	4.13	4.17	4.43	3.00
S.D.	0.49	0.47	0.66	0.85	0.85	0.64	0.50	0.53	0.58	0.47	0.68	0.57	0.64	0.62	0.85
S_i^2	0.24	0.22	0.43	0.73	0.43	0.41	0.25	0.28	0.29	0.22	0.46	0.32	0.41	0.38	0.73

ตาราง 28 (ต่อ)

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	ผลรวม
3	4	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	127
3	3	3	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	123
3	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	120
3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	120
3	5	4	4	3	4	5	4	4	4	4	3	4	5	5	123
4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	117
4	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	135
2	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	116
4	4	3	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	117
3	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	123
4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	115
3	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	120
4	4	5	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	122
1	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	113
4	4	4	4	4	4	2	4	4	5	4	4	4	4	5	118
2	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	117
3	3	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	114
3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	109
3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	111
3	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	118
2	2	5	3	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	118
3	4	4	4	5	4	4	5	4	5	3	4	3	4	5	115
3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	118
3	4	3	3	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	119
3	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	131
2	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	117
2	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	130
2	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	108
4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	123
4	4	4	3	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	122
90	115	115	109	121	128	130	126	125	126	121	128	114	126	129	3579
3.00	3.83	3.83	3.63	4.03	4.27	4.33	4.20	4.17	4.20	4.03	4.27	3.80	4.20	4.30	3.98
0.77	0.73	0.58	0.55	0.55	0.48	0.65	0.54	0.46	0.48	0.48	0.51	0.60	0.40	0.53	17.67
0.60	0.54	0.34	0.30	0.30	0.20	0.42	0.29	0.21	0.23	0.23	0.26	0.36	0.16	0.28	35.81

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทบาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

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

$$\sum s_i^2 = (0.24+0.22+0.43+0.73+0.43+0.41+0.25+0.28+0.29+0.22+0.46+0.32+0.41+0.38+0.73+0.60+0.54+0.34+0.30+0.30+0.20+0.42+0.29+0.21+0.23+0.23+0.26+0.36+0.16+0.28) = 10.51$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad \alpha &= \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{10.51}{35.81} \right\} \\ &= 1.03 [1-0.29] \\ &= 1.03 [0.71] \\ &= 0.73 \end{aligned}$$

ตาราง 29 คะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนที่เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

นักเรียน	รูปแบบการนำเสนอผลงาน			คะแนนรวม
	เขียนรายงาน (21)	รายงานด้วยวาจา (21)	แฟ้มสะสมงาน (24)	
1	18	19	22	59
2	18	19	21	58
3	18	19	18	55
4	18	19	20	57
5	18	19	21	58
6	17	18	20	55
7	17	18	21	56
8	17	18	21	56
9	17	18	19	54
10	17	18	21	56
11	16	17	22	55
12	16	17	22	55
13	16	17	21	54
14	16	17	15	48
15	16	17	19	52
16	18	18	22	58
17	18	18	22	58
18	18	18	21	57
19	18	18	20	56
20	18	18	22	58
21	18	17	19	54
22	18	17	13	48
23	18	17	21	56
24	18	17	19	54
25	18	17	20	55
26	20	17	22	59
27	20	17	20	57
28	20	17	19	56
29	20	17	21	58
30	20	17	20	57
รวม	535	530	604	1669
ค่าเฉลี่ย	2.55	2.52	2.52	2.53

ตาราง 29 (ต่อ) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

นักเรียน	รูปแบบการนำเสนอผลงาน			คะแนนรวม
	เขียนรายงาน (21)	รายงานด้วยวาจา (21)	แฟ้มสะสมงาน (24)	
1	18	17	22	57
2	18	17	23	58
3	18	17	21	56
4	18	17	22	57
5	18	17	22	57
6	18	17	23	58
7	18	17	21	56
8	18	17	20	55
9	18	17	18	53
10	18	17	22	57
11	17	17	22	56
12	17	17	22	56
13	17	17	21	55
14	17	17	21	55
15	17	17	21	55
16	18	18	21	57
17	18	18	22	58
18	18	18	22	58
19	18	18	22	58
20	18	18	22	58
21	18	19	22	59
22	18	19	21	58
23	18	19	22	59
24	18	19	21	58
25	18	19	22	59
26	18	19	22	59
27	18	19	20	57
28	18	19	20	57
29	18	19	22	59
30	18	19	21	58
รวม	535	535	643	1713
ค่าเฉลี่ย	2.55	2.55	2.68	2.60

ตาราง 29 (ต่อ) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3

นักเรียน	รูปแบบการนำเสนอผลงาน			คะแนนรวม
	เขียนรายงาน (21)	รายงานด้วยวาจา (21)	แฟ้มสะสมงาน (24)	
1	16	19	21	56
2	16	19	21	56
3	16	19	21	56
4	16	19	22	57
5	16	19	21	56
6	20	18	22	60
7	20	18	22	60
8	20	18	19	57
9	20	18	20	58
10	20	18	21	59
11	19	19	21	59
12	19	19	22	60
13	19	19	21	59
14	19	19	20	58
15	19	19	18	56
16	19	19	21	59
17	19	19	22	60
18	19	19	22	60
19	19	19	22	60
20	19	19	21	59
21	18	19	21	58
22	18	19	21	58
23	18	19	20	57
24	18	19	20	57
25	18	19	21	58
26	20	18	21	59
27	20	18	18	56
28	20	18	14	52
29	20	18	20	58
30	20	18	21	59
รวม	560	560	617	1737
ค่าเฉลี่ย	2.67	2.67	2.57	2.63

ตาราง 29 (ต่อ) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4

นักเรียน	รูปแบบการนำเสนอผลงาน			คะแนนรวม
	เขียนรายงาน (21)	รายงานด้วยวาจา (21)	เพิ่มสะสมงาน (24)	
1	16	19	22	57
2	16	19	22	57
3	16	19	22	57
4	16	19	23	58
5	16	19	22	57
6	20	19	23	62
7	20	19	23	62
8	20	19	22	61
9	20	19	21	60
10	20	19	22	61
11	19	19	22	60
12	19	19	23	61
13	19	19	22	60
14	19	19	21	59
15	19	19	21	59
16	19	19	22	60
17	19	19	23	61
18	19	19	23	61
19	19	19	23	61
20	19	19	22	60
21	18	18	22	58
22	18	18	22	58
23	18	18	22	58
24	18	18	20	56
25	18	18	22	58
26	20	18	22	60
27	20	18	19	57
28	20	18	15	53
29	20	18	21	59
30	20	18	17	55
รวม	560	560	646	1766
ค่าเฉลี่ย	2.67	2.67	2.69	2.68

ตาราง 29 (ต่อ) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5

นักเรียน	รูปแบบการนำเสนอผลงาน			คะแนนรวม
	เขียนรายงาน (21)	รายงานด้วยวาจา (21)	เพิ่มสะสมงาน (24)	
1	16	19	22	57
2	16	19	21	56
3	16	19	21	56
4	16	19	22	57
5	16	19	21	56
6	20	18	22	60
7	20	18	22	60
8	20	18	21	59
9	20	18	20	58
10	20	18	21	59
11	19	19	20	58
12	19	19	22	60
13	19	19	21	59
14	19	19	20	58
15	19	19	15	53
16	19	19	21	59
17	19	19	22	60
18	19	19	21	59
19	19	19	22	60
20	19	19	20	58
21	18	17	22	57
22	18	17	20	55
23	18	17	21	56
24	18	17	20	55
25	18	17	21	56
26	20	17	21	58
27	20	17	18	55
28	20	17	14	51
29	20	17	21	58
30	20	17	21	58
รวม	560	545	616	1721
ค่าเฉลี่ย	2.67	2.60	2.57	2.61

ตาราง 29 (ต่อ) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6

นักเรียน	รูปแบบการนำเสนอผลงาน			คะแนนรวม
	เขียนรายงาน (21)	รายงานด้วยวาจา (21)	เพิ่มสะสมงาน (24)	
1	16	20	22	58
2	16	20	21	57
3	16	20	21	57
4	16	20	22	58
5	16	20	22	58
6	20	19	22	61
7	20	19	22	61
8	20	19	20	59
9	20	19	20	59
10	20	19	21	60
11	19	20	20	59
12	19	20	22	61
13	19	20	22	61
14	19	20	15	54
15	19	20	21	60
16	19	20	22	61
17	19	20	22	61
18	19	20	21	60
19	19	20	22	61
20	19	20	20	59
21	18	19	18	55
22	18	19	20	57
23	18	19	21	58
24	18	19	20	57
25	18	19	21	58
26	20	20	21	61
27	20	20	18	58
28	20	20	15	55
29	20	20	21	61
30	20	20	21	61
รวม	560	590	616	1766
ค่าเฉลี่ย	2.67	2.81	2.57	2.68

ตาราง 29 (ต่อ) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 7

นักเรียน	รูปแบบการนำเสนอผลงาน			คะแนนรวม
	เขียนรายงาน (21)	รายงานด้วยวาจา (21)	แฟ้มสะสมงาน (24)	
1	20	19	23	62
2	20	19	23	62
3	20	19	21	60
4	20	19	23	62
5	20	19	23	62
6	20	19	23	62
7	20	19	23	62
8	20	19	13	52
9	20	19	20	59
10	20	19	23	62
11	20	19	22	61
12	20	19	23	62
13	20	19	23	62
14	20	19	21	60
15	20	19	14	53
16	20	17	23	60
17	20	17	23	60
18	20	17	23	60
19	20	17	23	60
20	20	17	22	59
21	20	18	23	61
22	20	18	22	60
23	20	18	23	61
24	20	18	22	60
25	20	18	23	61
26	20	19	23	62
27	20	19	20	59
28	20	19	13	52
29	20	19	23	62
30	20	19	23	62
รวม	600	555	647	1802
ค่าเฉลี่ย	2.86	2.64	2.70	2.73

ภาคผนวก ข

- เกณฑ์การคัดเลือกผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้ประสาทสัมผัส
 - ตัวอย่างใบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส
 - หลักการให้คะแนนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาร้า

ปลาสาม ปลาจ่อม และแหนมปลา

- คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ปลาร้า

ปลาสาม ปลาจ่อม และแหนมปลา ของผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 8 คน

เกณฑ์การคัดเลือกผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้ประสาทสัมผัสเพื่อประเมินผลอาหาร มีดังนี้ (สุธีรา ผ่องศรี.2540 : 127-128)

1. สนใจและเต็มใจที่จะให้ความร่วมมือ
2. สามารถปลีกเวลามาชิมได้ทุกครั้งที่มีการประเมินผลอาหารชนิดหนึ่งๆ
3. มีความสามารถบอกกลิ่นและรสได้
4. มีความสามารถที่จะตัดสินใจได้คงที่และเชื่อถือได้ คือมีความจำดีและมีประสบการณ์ และควรทราบว่าคุณภาพหรือลักษณะที่ได้มาตรฐานของอาหารนั้นเป็นอย่างไร
5. เป็นเพศชายหรือหญิงก็ได้ที่มีสุขภาพดี ไม่เป็นหวัด
6. จำนวนผู้ชิม ถ้าจำนวนผู้ชิมมากความคลาดเคลื่อนจะน้อยลง ความแน่นอนจะมากขึ้น จำนวนผู้ชิมน้อยที่สุดคือ 4 คน ที่เหมาะสมคือ 8-10 คน

สภาพแวดล้อม

1. ผู้ชิมต้องไม่ทานอาหารหรือสูบบุหรี่ก่อนเวลาชิมอย่างน้อย 30 นาที
2. ห้องชิมอาจเป็นห้องธรรมดา หรืออาจแยกส่วนจากห้องประกอบอาหาร ซึ่งต้องไม่มีกลิ่นรบกวน อาจใช้ไม้อัดกันเป็นช่องสำหรับแต่ละคนหรือใช้โต๊ะเล็กเรียงห่างกันเป็นระยะขนานกับผนังห้อง
3. การชิมต้องแยกผู้ชิมออกจากกัน ขณะประเมินผลอาหารต้องไม่มีการพูดคุยกัน เพราะจะมีผลต่อการตัดสินใจของแต่ละคนได้ และผู้ชิมต้องนั่งห่างกันพอที่จะไม่ให้มองเห็นการให้คะแนนของกันและกัน
4. เวลาของการประเมินผลโดยวิธีชิม ควรเป็นช่วงระหว่างมื้ออาหาร คือ ขณะที่ไม่อิ่มเกินไปและไม่หิวเกินไป อาหารที่ชิมนั้นจะกลิ่นหรือคายทิ้งก็ได้ ผู้ชิมควรมีน้ำธรรมดา 1 แก้วสำหรับล้างปาก เพื่อลบรสชาติของอาหารที่เหลือค้างในปาก ในการชิมแต่ละตัวอย่างไม่ควรใช้น้ำเย็น เพราะจะทำให้การรับรสของประสาทลดลง

แบบรายงานการประเมินผล

การประเมินผลอาหารด้วยวิธีชิมมีการทดสอบ 2 แบบคือ การทดสอบหาความต่างและการทดสอบหาความชอบ สำหรับการประเมินผลอาหารถนอมที่ทดลองทำในห้องปฏิบัติการ อาจมีการประมาณผลโดยเทียบกับตัวควบคุมตรวจสอบ (control) โดยการให้ผู้ชิมตัดสินให้ระดับความแตกต่าง และให้ระดับความชอบของตัวอย่าง ตามคุณสมบัติที่กำหนดให้โดยกำหนดค่าแสดงลักษณะของตัวอย่าง และตัวเลขแสดงระดับความชอบของตัวอย่างนั้นๆ

ตัวอย่างใบรายงานการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อตัวอย่าง วัน เดือน พ.ศ.

ทดสอบ.....

ชื่อผู้ทดสอบ.....

คำแนะนำ : ทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ละตัวอย่าง บ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

ให้คะแนนแต่ละคุณลักษณะ และคะแนนความชอบรวม ดังนี้

9 = ชอบมากที่สุด

8 = ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

6 = ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง						
สี						
กลิ่น						
รสชาติ						
เนื้อสัมผัส						
ความชอบรวม						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หลักการให้คะแนนคุณลักษณะปลาร้า

ลักษณะ	คุณลักษณะ	คะแนน
สี	สีเหลืองเข้มหรือน้ำตาล	9
	สีเหลืองอมน้ำตาล	7
	สีเหลืองอ่อนหรือน้ำตาลอ่อน	5
	สีน้ำตาลปนเทา	3
	สีน้ำตาลปนดำ	1
กลิ่น	ไม่มีกลิ่นคาว กลิ่นหืน และกลิ่นเหม็นเปรี้ยว	9
	มีกลิ่นคาว กลิ่นหืน และกลิ่นเหม็นเปรี้ยวเล็กน้อย	7
	มีกลิ่นคาว กลิ่นหืน และกลิ่นเหม็นเปรี้ยวค่อนข้างมาก	5
	มีกลิ่นคาว กลิ่นหืน และกลิ่นเหม็นเปรี้ยวมาก	3
	มีกลิ่นคาว กลิ่นหืนและเหม็นเปรี้ยวฉุนมาก	1
เนื้อสัมผัส	เนื้อปลานุ่มหนึ่ไม่ฉีกขาด	9
	เนื้อปลานุ่มเล็กน้อยหนึ่ไม่ฉีกขาด	7
	เนื้อปลาไม่นุ่มหนึ่ไม่ฉีกขาด	5
	เนื้อค่อนข้างแข็งหนึ่ไม่ฉีกขาด	3
	เนื้อปลาแข็งหนึ่ไม่ฉีกขาด	1
รสชาติ	เค็มแต่มีความหวานของเนื้อปลาผสม	9
	เค็มและไม่มีความหวานของเนื้อปลาผสม	7
	ค่อนข้างเค็มแต่มีความหวานของเนื้อปลาผสม	5
	ค่อนข้างเค็ม และไม่มีความหวานของเนื้อปลาผสม	3
	เค็มมาก และไม่มีความหวานของเนื้อปลาผสม	1
ความชอบรวม	ชอบมากที่สุด	9
	ชอบปานกลาง	7
	เฉยๆ	5
	ไม่ชอบปานกลาง	3
	ไม่ชอบมาก	1

ที่มา : ปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ ของพิมพา อุดมรัตน์ (2542 : 56)

และเกณฑ์คุณลักษณะปลาร้า ของอำนาจ ยอแสง.(2544 : 20) ;

นฤตม บุญ-หลงและคณะ.(2528 : คำนำ)

หลักการให้คะแนนคุณลักษณะปลาส้ม

ลักษณะ	คุณลักษณะ	คะแนน
สี	สีขาวอมชมพู	9
	สีขาว	7
	สีขาวซีด	5
	สีขาอมเทา	3
	สีขาอมเขียว	1
กลิ่น	ไม่มีกลิ่นคาว แต่มีกลิ่นหอมของกรดระเหยและกระเทียมปนกัน	9
	ไม่มีกลิ่นคาว แต่มีกลิ่นหอมของกรดระเหยและกระเทียมปนกันเล็กน้อย	7
	มีกลิ่นคาวเล็กน้อย แต่มีกลิ่นหอมของกรดระเหยและกระเทียมปนกัน	5
	มีกลิ่นคาวเล็กน้อยและมีกลิ่นหอมของกรดระเหยและกระเทียมปนกันเล็กน้อย	3
	มีกลิ่นคาวมากและไม่มีกลิ่นหอมของกรดระเหยและกระเทียม	1
เนื้อสัมผัส	เนื้อนุ่ม และ	9
	เนื้อนุ่ม และมาก	7
	เนื้อนุ่มมาก และมาก	5
	เนื้อเปื่อยยุ่ย และ	3
	เนื้อเปื่อยยุ่ย และมาก เป็นเมือก	1
รสชาติ	เค็ม เปรี้ยวนำหวานเล็กน้อย	9
	เค็ม เปรี้ยวไม่หวาน	7
	เค็ม เปรี้ยวนำไม่หวาน	5
	เค็ม เปรี้ยวมาก	3
	เค็มมาก เปรี้ยวมาก	1
ความชอบรวม	ชอบมากที่สุด	9
	ชอบปานกลาง	7
	เฉยๆ	5
	ไม่ชอบปานกลาง	3
	ไม่ชอบมาก	1

ที่มา : ปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ ของพิมพา อุดมรัตน์ (2542 : 56)
และเกณฑ์คุณลักษณะปลาส้ม จากนาถสุตา วิศวกรรม (2522 : 95-96)

หลักการให้คะแนนคุณลักษณะปลาจ่อม

ลักษณะ	คุณลักษณะ	คะแนน
สี	สีเหลืองอมน้ำตาล	9
	สีน้ำตาล	7
	สีเหลือง	5
	สีเหลืองอ่อน	3
	สีเหลืองอมเขียว	1
กลิ่น	มีกลิ่นหอมของข้าวคั่วและกลิ่นของกรด	9
	มีกลิ่นหอมของข้าวคั่วและกลิ่นของกรดเล็กน้อย	7
	มีกลิ่นคาว กลิ่นข้าวคั่วและกลิ่นของกรดเล็กน้อย	5
	มีกลิ่นคาวและไม่มีกลิ่นของข้าวคั่วและกลิ่นของกรด	3
	มีกลิ่นคาวมากและไม่มีกลิ่นของข้าวคั่วและกลิ่นของกรด	1
เนื้อสัมผัส	นิ่ม	9
	นิ่มแฉะมาก	7
	นิ่มมาก แฉะมาก	5
	ยุ่ย และ	3
	ยุ่ย และ และเป็นเมือก	1
รสชาติ	เค็ม และเปรี้ยว	9
	เค็ม และเปรี้ยวเล็กน้อย	7
	เค็ม เปรี้ยวนำไม่หวาน	5
	เค็ม และเปรี้ยวมาก	3
	เค็มมาก เปรี้ยวมาก	1
ความชอบรวม	ชอบมากที่สุด	9
	ชอบปานกลาง	7
	เฉยๆ	5
	ไม่ชอบปานกลาง	3
	ไม่ชอบมาก	1

ที่มา : ปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ ของพิมพา อุดมรัตน์ (2542 : 56)
และเกณฑ์คุณลักษณะปลาจ่อม ของลูกจันทร์ ภัควิชพันธ์.(2524 : 10)

หลักการให้คะแนนคุณลักษณะแหยมปลา

ลักษณะ	คุณลักษณะ	คะแนน
สี	สีชาวล้ายสีของลูกขึ้นปลา	9
	สีชาวลีเอียง	7
	สีชาวจืด	5
	สีชาวมเทา	3
	สีชาวมเขียว	1
กลิ่น	ไม่มีกลิ่นคาว มีกลิ่นหอมของกระเทียม	9
	มีกลิ่นเหม็นคาวเล็กน้อย มีกลิ่นหอมของกระเทียม	7
	มีกลิ่นคาวและหอมของกระเทียมเล็กน้อย	5
	มีกลิ่นคาวและเหม็นเปรี้ยว	3
	มีกลิ่นคาวและเหม็นเปรี้ยวมาก	1
เนื้อสัมผัส	เนื้อเหนียวและแน่นมีรูพรุนแทรกอยู่บ้าง	9
	เนื้อเหนียวและแน่นมีรูพรุนแทรกอยู่มาก	7
	เนื้อค่อนข้างเหนียวและแน่นมีรูพรุนแทรกอยู่บ้าง	5
	เนื้อค่อนข้างเหนียวและแน่นมีรูพรุนแทรกอยู่มาก	3
	ไม่เหนียวและไม่แน่นมีรูพรุนแทรกอยู่	1
รสชาติ	เปรี้ยว เค็มและหวานพอเหมาะ	9
	ค่อนข้างเปรี้ยวและเค็ม	7
	เปรี้ยวมากและเค็ม	5
	เปรี้ยวมากและเค็มมาก	3
	เปรี้ยวจัดและเค็มจัด	1
ความชอบรวม	ชอบมากที่สุด	9
	ชอบปานกลาง	7
	เฉยๆ	5
	ไม่ชอบปานกลาง	3
	ไม่ชอบมาก	1

ที่มา : ปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ของพิมพา อุดมรัตน์ (2542 : 56)

และเกณฑ์คุณลักษณะแหยมปลา (ส้มผัก) จากนาถสุตา วิศววงศ์ (2522 : 125-126)

ตาราง 30 คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาร้า
ของผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 8 คน

ตัวอย่าง ปลาร้าสูตรที่	คุณลักษณะ	คะแนนของผู้ทดสอบคนที่								รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	สี	6	7	5	5	6	5	6	6	46	5.75
	กลิ่น	5	5	5	6	5	6	4.5	5	41.5	5.18
	รสชาติ	4	5	5	5	7	6	7	5	44	5.50
	เนื้อสัมผัส	6	6	5	7	6	7	6	6	49	6.12
	ความชอบรวม	4	6	7	6	6	7	6	5	47	5.87
2	สี	6	7	5	6	6	7	6	5	48	6.00
	กลิ่น	7	7	7	7	7	5.5	5	5	50.5	6.31
	รสชาติ	6	7	7	7	6	5.5	6	7	51.5	6.43
	เนื้อสัมผัส	7	8	6	6	5	5	4	6	47	5.87
	ความชอบรวม	7	6	7	7	6	7	6.5	6	52.5	6.56
3	สี	5	6	7	6	5	5	5	6	45	5.62
	กลิ่น	6	7	6	7	7	6	7	5	51	6.37
	รสชาติ	8	8	6	7	7	5	6	6	53	6.62
	เนื้อสัมผัส	6	6	7	7	7	6	7	4	50	6.25
	ความชอบรวม	6	5	5	6	5	7	7	7	48	6.00
4	สี	7	5	5	5	6	6.5	8	8	50.5	6.31
	กลิ่น	6	6	8	6	7.5	8	7	7	55.5	6.93
	รสชาติ	7	7	6	7	6	8	6	7	54	6.75
	เนื้อสัมผัส	8	7	7	6	4.5	7	5	6	51.5	6.43
	ความชอบรวม	6	7	7	8	7	6	6	4	51	6.37
5	สี	6	6	7	5	5	6	7	5	47	5.87
	กลิ่น	6	7	6	7	7	7	8	7	55	6.87
	รสชาติ	6	5	7	6	7	7	7.5	7	52.5	6.56
	เนื้อสัมผัส	7	8	7	7	8	7	7	8	59	7.37
	ความชอบรวม	7	6	7	7.5	6	6	7	7	53.5	6.68

ตาราง 30 (ต่อ)

ตัวอย่าง ปลาร้าสูตรที่	คุณลักษณะ	คะแนนของผู้ทดสอบคนที่								รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8		
6	สี	6	5	6	7	7	8	6	7	52	6.50
	กลิ่น	7	6	7	7	6.5	7	6	6	52.5	6.56
	รสชาติ	7	8	8	8	7	6	6	6	56	7.00
	เนื้อสัมผัส	8	8	6	7	5	7	7	9	57	7.12
	ความชอบรวม	7	7	6	5	6.5	6	6	6	49.5	6.81

หมายเหตุ ปลาร้าสูตรที่ 1 หมายถึง ปลาร้าสูตรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
 ปลาร้าสูตรที่ 2 หมายถึง ปลาร้าสูตรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
 ปลาร้าสูตรที่ 3 หมายถึง ปลาร้าสูตรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก
 ปลาร้าสูตรที่ 4 หมายถึง ปลาร้าสูตรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
 ปลาร้าสูตรที่ 5 หมายถึง ปลาร้าสูตรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
 ปลาร้าสูตรที่ 6 หมายถึง ปลาร้าสูตรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก

ตาราง 31 คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาต้ม
ของผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 8 คน

ตัวอย่าง ปลาต้มสูตรที่	คุณลักษณะ	คะแนนของผู้ทดสอบคนที่								รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	สี	7	7	6	4	7	1	5	8	45	5.62
	กลิ่น	7	7	4	6	6	3	7	6	46	5.75
	รสชาติ	7	7	3	7	7	9	6	6	52	6.50
	เนื้อสัมผัส	5	7	6	7	8	7	6	6	52	6.50
	ความชอบรวม	5	7	8	8	8	7.5	6	6	55.5	6.93
2	สี	7	7	7	4	7	4.5	7	7	50.5	6.31
	กลิ่น	9	5	6	7	5	3	4	5	39.5	4.93
	รสชาติ	5	8	2	4	6	3	7	7	42	5.25
	เนื้อสัมผัส	5	7	6	7	8	7	7	7	54	6.75
	ความชอบรวม	5	7	7	5	6.5	7.5	7	7	52	6.50
3	สี	5	5	7	4	7	3	5	7	43	5.37
	กลิ่น	9	6	5	6	6.5	9	6	6	53.5	6.68
	รสชาติ	3	7	5	2	5	1	7	7	37	4.62
	เนื้อสัมผัส	5	6	6	7	8	7	7	6	52	6.50
	ความชอบรวม	5	6	5	5	6	6	7	6	46	5.75
4	สี	7	7	6	4	7	7	7	6	51	6.37
	กลิ่น	5	7	8	6	7.5	7	7	6	53.5	6.68
	รสชาติ	7	8	8	8	6	7	8	7	59	7.37
	เนื้อสัมผัส	7	7	6	7	8	5	8	6	54	6.75
	ความชอบรวม	5	7	4	5	7	8.5	8	6	50.5	6.31
5	สี	7	6	8	4	7	7.5	7	8	54.5	6.81
	กลิ่น	7	6	7	7	7	9	6	7	56	7.00
	รสชาติ	3	7	2	4	7	1	7	6	37	4.62
	เนื้อสัมผัส	7	7	6	7	8	5.5	7	6	53.5	6.68
	ความชอบรวม	5	6	4	5	7	8	7	6	48	6.00

ตาราง 31 (ต่อ)

ตัวอย่าง ปลาสมุทรที่	คุณลักษณะ	คะแนนของผู้ทดสอบคนที่								รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8		
6	สี	7	7	8	4	7	7.5	7	8	55.5	6.93
	กลิ่น	9	6	7	6	7.5	5	4	6	50.5	6.31
	รสชาติ	7	6	3	2	6	5	7	6	42	5.25
	เนื้อสัมผัส	9	6	6	7	8	5	7	6	54	6.75
	ความชอบรวม	7	6	4	8	7	6	7	6	51	6.37

หมายเหตุ ปลาสมุทรที่ 1 หมายถึง ปลาสมุทรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

ปลาสมุทรที่ 2 หมายถึง ปลาสมุทรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก

ปลาสมุทรที่ 3 หมายถึง ปลาสมุทรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก

ปลาสมุทรที่ 4 หมายถึง ปลาสมุทรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

ปลาสมุทรที่ 5 หมายถึง ปลาสมุทรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก

ปลาสมุทรที่ 6 หมายถึง ปลาสมุทรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก

ตาราง 32 คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาจ่อม
ของผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 8 คน

ตัวอย่าง ปลาจ่อมสูตรที่	คุณลักษณะ	คะแนนของผู้ทดสอบคนที่								รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	สี	5	9	4	7	9	6	7	5	52	6.5
	กลิ่น	8	9	5	8	8	7	7	7	59	7.37
	รสชาติ	7	9	8	7	8	6	6	5	56	7.01
	เนื้อสัมผัส	6	9	7	7	3	5	6	4	47	5.87
	ความชอบรวม	7	9	7	7	7	6	6	4	53	6.62
2	สี	6	9	4	7	9	7	7	6	55	6.87
	กลิ่น	5	9	4	4	8	7	6	6	49	6.12
	รสชาติ	8	7	6	6	7	7	6	6	53	6.62
	เนื้อสัมผัส	7	9	7	7	3.5	5	7	6	51.5	6.43
	ความชอบรวม	8	9	7	6	6.5	7	7	5	55.5	6.93
3	สี	6	9	5	7	8.5	5	7	6	53.5	6.68
	กลิ่น	5	9	5	6.5	5	7	6	6	49.5	6.18
	รสชาติ	7	5	7	4	1	6	6	6	42	5.25
	เนื้อสัมผัส	7	9	7	7	5	7	7	6	55	6.87
	ความชอบรวม	7	7	7	5.5	6.5	6	7	5	50	6.25
4	สี	7	7	5	6	3	6	6	7	47	5.87
	กลิ่น	7	9	6	6	7	7	8	6	56	7.00
	รสชาติ	7	7	5	7	3	7	6	7	49	6.12
	เนื้อสัมผัส	6	7	6	7	1	5	7	6	45	5.62
	ความชอบรวม	7	7	6	6	2	6	7	6	47	5.87
5	สี	6	9	7	6.5	5	5	7	6	51.5	6.43
	กลิ่น	6	9	5	8	5	7	7	6	53	6.62
	รสชาติ	7	9	5	6	5	7	6	7	52	6.50
	เนื้อสัมผัส	7	7	6	7	9	6	7	6	55	6.87
	ความชอบรวม	7	7	6	6	6	6	7	6	51	6.37

ตาราง 32 (ต่อ)

ตัวอย่าง ปลาจ่อมสูตรที่	คุณลักษณะ	คะแนนของผู้ทดสอบคนที่								รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8		
6	สี	6	7	5	6.5	2.5	7	7	6	47	5.87
	กลิ่น	5	9	4	5	6.5	6	6	6	47.5	5.93
	รสชาติ	7	5	4	6	5	6	6	6	45	5.62
	เนื้อสัมผัส	6	9	5	7	7	6	7	6	53	6.62
	ความชอบรวม	7	7	6	6	6	6	7	6	51	6.37

หมายเหตุ ปลาจ่อมสูตรที่ 1 หมายถึง ปลาจ่อมสูตรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
 ปลาจ่อมสูตรที่ 2 หมายถึง ปลาจ่อมสูตรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
 ปลาจ่อมสูตรที่ 3 หมายถึง ปลาจ่อมสูตรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก
 ปลาจ่อมสูตรที่ 4 หมายถึง ปลาจ่อมสูตรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
 ปลาจ่อมสูตรที่ 5 หมายถึง ปลาจ่อมสูตรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก
 ปลาจ่อมสูตรที่ 6 หมายถึง ปลาจ่อมสูตรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก

ตาราง 33 คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์แหนมปลา
ของผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 8 คน

ตัวอย่าง แหนมปลาสูตรที่	คุณลักษณะ	คะแนนของผู้ทดสอบคนที่								รวม	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	สี	5	7	5	6	6	6	4	7	46	5.75
	กลิ่น	9	5	5	6	8	6	5	7	51	6.37
	รสชาติ	5	5	6	6	6	5	7	9	49	6.12
	เนื้อสัมผัส	7	4	5	8	6	5	5	5	45	5.62
	ความชอบรวม	7	5	5	6	6	5	6	7	47	5.87
2	สี	5	8	5	6	7	7	7	7.5	52.5	6.56
	กลิ่น	5	7	4	6	6	6	2	3	39	4.87
	รสชาติ	5	8	7	8	7	6	8	7	55	6.87
	เนื้อสัมผัส	7	7	6	7	7	7	6	3	51	6.37
	ความชอบรวม	7	7	6	6.5	7	7	6	6	52.5	6.56
3	สี	5	8	5	6	7	8	6	7	52	6.50
	กลิ่น	5	9	5	6	6	7	6	1	45	5.62
	รสชาติ	9	8	7	7	7	6	4	9	57	7.12
	เนื้อสัมผัส	9	7	6	8	6	4	4	3	47	5.87
	ความชอบรวม	9	8	6	6.5	6	7	5	6.5	54	6.75
4	สี	5	7	5	6	6	5	2	1	37	4.62
	กลิ่น	3	6	4	6	6	7	7	5	44	5.50
	รสชาติ	3	8	5	6	4	6	3	5	40	5.00
	เนื้อสัมผัส	7	8	4	6	4	4	4	9	46	5.75
	ความชอบรวม	5	7	5	6	5	6	4	6	44	5.50
5	สี	5	7	5	7	7	7	5	6	49	6.12
	กลิ่น	7	6	4	6	6	7	5	6	47	5.87
	รสชาติ	9	7	6	4	7	8	5	7	53	6.62
	เนื้อสัมผัส	7	8	6	6	8	7	7	5	54	6.75
	ความชอบรวม	7	7	5	5	7	7	8	6.5	52.5	6.56

ตาราง 33 (ต่อ)

ตัวอย่าง แผนมปลาสูตรที่	คุณลักษณะ	คะแนนของผู้ทดสอบคนที่								รวม	ค่า เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8		
6	สี	5	5	5	7	7	6	1	5.5	41.5	5.18
	กลิ่น	9	7	5	6.5	6	7	4	7	51.5	6.43
	รสชาติ	5	7	5	6	8	8	5	7	51	6.37
	เนื้อสัมผัส	7	7	5	6	8	8	6	3	50	6.25
	ความชอบรวม	5	7	5	6	7	8	7	7	52	6.50

หมายเหตุ แผนมปลาสูตรที่ 1 หมายถึง แผนมปลาสูตรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก
 แผนมปลาสูตรที่ 2 หมายถึง แผนมปลาสูตรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก
 แผนมปลาสูตรที่ 3 หมายถึง แผนมปลาสูตรที่ใส่เกลือสินเธาว์ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก
 แผนมปลาสูตรที่ 4 หมายถึง แผนมปลาสูตรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก
 แผนมปลาสูตรที่ 5 หมายถึง แผนมปลาสูตรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก
 แผนมปลาสูตรที่ 6 หมายถึง แผนมปลาสูตรที่ใส่เกลือทะเลร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

ภาคผนวก ฅ
ประมวลภาพประกอบการวิจัย



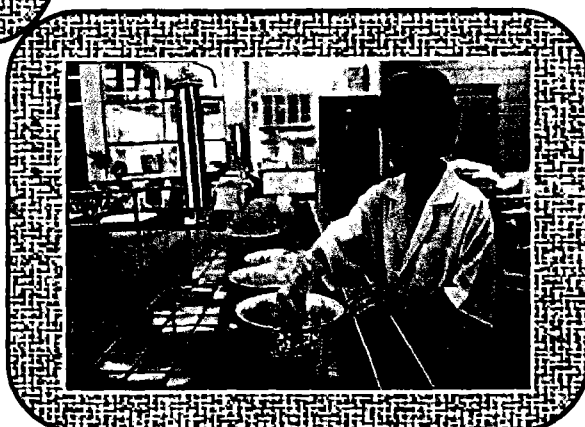
ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์ผู้รู้
เพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน



~~~~~



ผู้วิจัยทำการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมัก  
ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

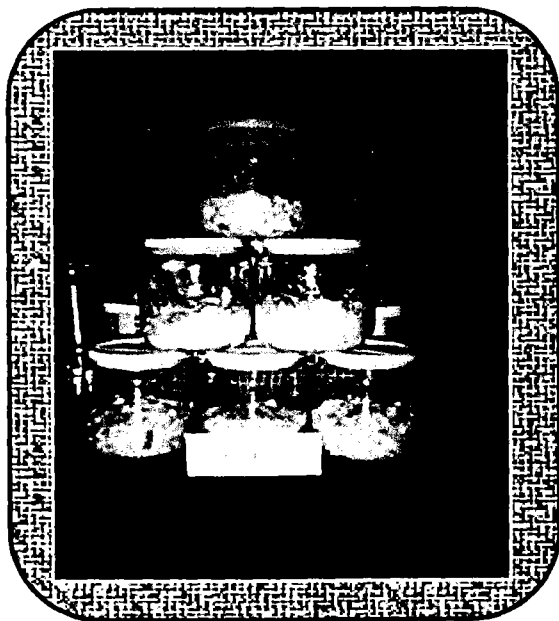




ผลิตภัณฑ์ปลาร้า



ผลิตภัณฑ์ปลาต้ม



ผลิตภัณฑ์แหนมปลา



ผลิตภัณฑ์ปลาจ่อม

ผลิตภัณฑ์ปลาหมักชนิดต่างๆที่ทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์



การทดสอบ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบรวม  
ของผลิตภัณฑ์ปลาหมักโดยผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือก

การวัดค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ปลาหมัก



การตรวจหาโปรตีน



การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ



การตรวจนับโคโลนี

ผู้วิจัยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์



ผู้วิจัยทดลองใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มย่อย จำนวน 9 คน



ผู้วิจัยทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน



ผู้วิจัยชี้แจงการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



บรรยากาศในห้องเรียนขณะที่นักเรียนทำการทดลอง





การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



การเสริมความรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



การทดสอบหลังเรียน



ผู้วิจัยรับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประวัติย่อผู้วิจัย

### ประวัติย่อผู้วิจัย

|                      |                                                                      |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ                 | นางชลิตา พันธุ์ออน                                                   |
| วันเดือนปีเกิด       | 29 สิงหาคม 2499                                                      |
| สถานที่เกิด          | อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร                                           |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน  | 99/2 วงศ์คำพา อำเภอเมือง<br>จังหวัดมุกดาหาร 49000                    |
| ตำแหน่งหน้าที่การงาน | อาจารย์ 2 ระดับ 7                                                    |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | โรงเรียนมุกดาหาร กรมสามัญศึกษา                                       |
| ประวัติการศึกษา      |                                                                      |
| พ.ศ. 2516            | มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนมุกดาหาร                                |
| พ.ศ. 2518            | ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นต้น (ป.กศ. ต้น)<br>จากวิทยาลัยครูสกลนคร |
| พ.ศ. 2520            | ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (ป.กศ.สูง)<br>จากวิทยาลัยครูสกลนคร  |
| พ.ศ. 2534            | ศษ.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากมหาวิทยาลัย<br>สุโขทัยธรรมมาธิราช       |
| พ.ศ. 2545            | กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัย<br>ศรีนครินทรวิโรฒ           |