

การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ปริญญานิพนธ์
ของ
ฉัตรชัย วายุวรรณะ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ตุลาคม 2546

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๕๐๕.๙
๙๖๖๔๐
๖๒

การพัฒนาศิลปกรรมวิธีการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว"
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

บทคัดย่อ
ของ
ฉัตรชัย วายุวรรณะ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ตุลาคม ๒๕๔๖

ฉัตรชัย วายูวรรณะ. (2546). การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร. ญัตติพงษ์ เจริญพิทย์, อาจารย์ ดร. สมปรรณนา วงศ์บุญหนัก.

จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้มี 3 ประการ คือ 1) เพื่อสำรวจข้อมูลภาคสนาม และศึกษาผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว", 2) เพื่อพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ และ 3) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

การวิจัยครั้งนี้มีการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ 1) การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี, 2) การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์, 3) การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 4) การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1) ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวที่ทำการสำรวจ สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" ได้ และผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลมาจากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และการตรวจสอบเป็นไปตามทฤษฎี และสามารถนำไปพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนได้ 4 บทปฏิบัติการ คือ ก) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว, ข) การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว, ค) การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว และ ง) การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว 2) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 บทปฏิบัติการ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และ 3) จากการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" ไปใช้สอนนักเรียน ปรากฏผลดังนี้ ก) ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์เฉลี่ย ร้อยละ 70 ที่กำหนด, ข) ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี และ ค) นักเรียนมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก

DEVELOPMENT OF SCIENCE LABORATORY DIRECTIONS ON "RICE STRAW AND
ITS UTILIZATION" FOR LOWER SECONDARY SCHOOLS

AN ABSTRACT
BY
CHATCHAI VAYUWATTANA

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
October 2003

Chatchai Vayuwattana. (2003). *Development of Science Laboratory Directions on "Rice Straw and Its Utilization" for Lower Secondary Schools*. 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 gather pertinent information by field survey and perform scientific experiments on "Utilization of Straw", 2) to develop corresponding instructional science laboratory directions to meet the criterion defined and 3) to investigate students' learning outcomes; on knowledge, experimentation skills and attitude towards the directions, when exposed to the developed directions.

The study was conducted under four stages ; 1) field survey of straw utilization in Kanchanaburee province, 2) scientific experimentation in laboratory, 3) development of corresponding laboratory directions and 4) instructional experimentation with thirty M.S. III sample students.

The findings were as follows : 1) results of field survey on straw utilization and scientific experiments correspond with related theories and practical investigation, and were conducive to developing four instructional laboratory directions ; a) Production of densified straw for fuel use, b) Production of dyes from straw, c) Production of paper fibric layer from straw, and d) Production of fertilizers from straw, 2) the science instructional directions developed, when evaluated by experts, attained quality at the "good" level, and 3) teaching experimentation demonstrated desirable results ; a) average post score on knowledge learning outcomes was above the defined criteria of 70 % and was higher than its pre – test, and b) science experimentation skills were at the "good" level and c) students had attitude towards the directions at the "very good" level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ของ
นายฉัตรชัย วายุวรรณะ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)
วันที่ 17 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ชานินทร์ ปัญญาวัฒนากุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้เพราะได้รับความกรุณาเป็นอย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.สมปราวณา วงศ์บุญหนัก กรรมการที่ปรึกษา ซึ่งได้อุทิศเวลาอันมีค่ากรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำแนวทางในการทำวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยา เล็กสกุล และอาจารย์ ธานีทร์ ปัญญาวัฒนกุล ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน อาจารย์กัลยา ปานสวัสดิ์ อาจารย์ศิริชัย จิรจิรัชัย อาจารย์สมปอง ผ่องใส และ ว่าที่ ร.ท.ธีรพล จินแพทย์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อาจารย์ก่อกุล เขียงทอง ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกต่างๆ ในการดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนพัชรราษฎร์รังสรรค์ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อาจารย์บุญเกื้อ อ่อนโพธิ์แก้ว ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกต่างๆ ในการดำเนินการเก็บข้อมูล เพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการโรงเรียนวิสุทธิรังษี อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อาจารย์เฉลิมพล จินแพทย์ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกต่างๆ ในการดำเนินการเก็บข้อมูล เพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา สมาชิกทุกคนในครอบครัว “วายุวรรณะ”ญาติพี่น้อง ภรรยาและบุตร ที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลืออย่างดีที่สุดตลอดระยะเวลาที่ศึกษา และทำการวิจัย และขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคน ที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณอันยิ่งใหญ่ของ บิดา มารดา ครอบครัว “วายุวรรณะ” ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้ที่ให้ความรัก ความเมตตา ความห่วงใย กำลังใจ และสนับสนุนให้ได้รับการศึกษาเป็นอย่างดีโดยตลอด รวมทั้งครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัยจนกระทั่งประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

ฉัตรชัย วายุวรรณะ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
	ความสำคัญของการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	5
	ตอนที่ 1 สํารวจข้อมูลเกี่ยวกับใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี	5
	ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	5
	ตอนที่ 3 การพัฒนานวัตกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	5
	ตอนที่ 4 การทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
	สมมติฐานของการวิจัย	8
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	9
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	เอกสารเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากฟางข้าว	11
	การทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง	12
	การทำน้ำสีย้อม	14
	การทำเยื่อกระดาษ	17
	การทำปุ๋ยหมัก	20
	เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	26
	เอกสารเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้	28
	ด้านความรู้	28
	ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์	30
	เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	34
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	37
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้	38
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์	39
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	41
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	43
	ตอนที่ 1 สํารวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี	43
	ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	44
	ตอนที่ 3 การพัฒนานวัตกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	47

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3 (ต่อ)	ตอนที่ 4 การทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น	49
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้	51
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	54
	การวิเคราะห์ข้อมูล	54
	สถิติที่ใช้ในการวิจัย	56
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	59
	ตอนที่ 1 สํารวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี	59
	ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	60
	ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	61
	ตอนที่ 4 การทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น	63
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	68
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	68
	สมมติฐานของการวิจัย	68
	วิธีดำเนินการวิจัย	68
	สรุปผลการวิจัย	71
	อภิปรายผล	74
	ข้อเสนอแนะ	81
	บรรณานุกรม	83
	ภาคผนวก	90
	ภาคผนวก ก	91
	ภาคผนวก ข	98
	ภาคผนวก ค	128
	ภาคผนวก ง	154
	ภาคผนวก จ	176
	ภาคผนวก ฉ	193
	ภาคผนวก ช	211
	ประวัติย่อผู้วิจัย	215

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงการแบ่งช่วงเวลาการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอน	50
2 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	62
3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ด้านต่างๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	63
4 แสดงผลการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด	64
5 แสดงผลการประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ขณะที่นักเรียนเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในแต่ละบทปฏิบัติการ	65
6 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด	66
7 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับเนื้อหาการทดลอง (ใบความรู้) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ	129
8 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับวิธีการทดลอง และอุปกรณ์ และสารเคมีของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ	131
9 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับแบบรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ	133
10 สรุปค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ การประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	135
11 สรุปค่าความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่มตัวอย่าง 9 คน) เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	136
12 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความชัดเจนของข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ ...	137
13 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความเหมาะสมของตัวเลือกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ ...	140
14 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ ...	143
15 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ	146

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
16	สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างทักษะปฏิบัติการทดลองทดลองทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์การประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	149
17	สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ	153
18	แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การทดลองและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”	155
19	แสดงผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยการทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คน	157
20	แสดงการหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว	177
21	แสดงอัตราส่วนระหว่างฟางข้าวต่อวัตถุดิบ (กากแบ่งเปียก) และคุณสมบัติของเชื้อเพลิงจากฟางข้าวขณะเผาไหม้	177
22	แสดงค่า pH ที่เหมาะสมของน้ำขี้เถ้าในการทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว	178
23	แสดงการทดสอบคุณสมบัติของน้ำสีย้อมในด้านความคงทนของสีขี้เถ้า โดยการนำไปซักด้วยผงซักฟอก	178
24	แสดงอัตราส่วนที่เหมาะสมของการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว	178
25	แสดงการทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชิงกลของเยื่อกระดาษ โดยการนำมาหาค่าความต้านทานต่อแรงดึงของเยื่อกระดาษจากฟางข้าว โดยใช้ตาชั่งสปริง	179
26	แสดงระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดยกระบวนการหมักและการใช้สารเร่ง พด. – 1 ตามสูตรของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	179
27	แสดงระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดยกระบวนการหมักและการใช้สารเร่ง พด. – 1 มากกว่าสูตรของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	180
28	แสดงระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดยกระบวนการหมักและการไม่ใช้สารเร่ง พด. – 1 ของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	182
29	แสดงการทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก	183
30	แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”	184
31	แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ของนักเรียน หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”	185

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
32 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ขณะเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”	186
33 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ขณะเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” (ค่าเฉลี่ยทุกด้าน)	188
34 แสดงคะแนนเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” (แยกเป็นรายด้าน)	190

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นกระบวนการที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาคนให้มีคุณภาพ และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สามารถที่จะปรับตัวได้อย่างรู้เท่าทันต่อเหตุการณ์ที่เปลี่ยนแปลงตามยุคสมัย เนื่องจากการศึกษาเป็นกระบวนการที่ช่วยให้คนได้พัฒนาตนเองตลอดช่วงชีวิต ประเทศชาติใดมีประชาชนที่มีการศึกษาสูง ย่อมมีความหวังในการพัฒนาประเทศอย่างมีสันติให้เจริญก้าวหน้า สามารถแข่งขันกับนานาประเทศ และเข้าสู่ความเป็นประเทศแห่งสากลได้ (กรมวิชาการ. 2544 : บทนำ) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับกระแสการเปลี่ยนแปลงของประเทศชาติและสังคม

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า รวมทั้งสร้างเสริมขีดความสามารถของประเทศในการแข่งขันระดับนานาชาติ ประเทศไทยได้เล็งเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้มาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของบุคคลมากขึ้น และเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น การจะส่งเสริมพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาที่มีคุณภาพ เพื่อทำให้คนไทยทุกคนมีความรู้ ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นรากฐานในการดำเนินชีวิตได้อย่างรู้เท่าทัน และนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2543 : คำนำ) ซึ่งในอดีตการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ส่วนใหญ่ยังคงเน้นการจดจำเนื้อหามากกว่าการสอนให้รู้จักมีความคิดเป็นของตนเอง แทนที่ผู้เรียนจะได้มีโอกาสสัมผัสกับวิชาวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการท่องเที่ยวไปในโลกของความอยากรู้อยากเห็น โลกของการสัมผัส การทดลอง ผู้เรียนกลับถูกบังคับให้มองว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อหน่าย เป็นวิชาที่มีบทบาทในห้องเรียนหรือห้องทดลองเท่านั้น ประกอบกับการวัดผลประเมินผลส่วนใหญ่เน้นแต่ความรู้ ความจำ การวัดผลด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีน้อยมาก ส่วนการวัดผลด้านการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ยังไม่มีอยู่ในระบบการวัดผล สิ่งเหล่านี้ส่งอิทธิพลอันใหญ่หลวงให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นการสอนเพื่อจดจำเนื้อหามากกว่าการเรียนแบบเป็นกระบวนการ การฝึกทักษะปฏิบัติ การพัฒนาเจตคติและความคิดริเริ่ม (พิศาล สร้อยรุห์รา. 2544 : 34 - 42)

ดังปรัชญาการเรียนรู้อย่างวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่า “การเรียนรู้อย่างวิทยาศาสตร์จะต้องครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหา และกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งพัฒนาให้ผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์” จากการศึกษาและติดตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชาติ พบว่า นักเรียนระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ จากการประเมินคุณภาพทางการศึกษา ของกรมวิชาการ ปรากฏผลดังนี้ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 45.3 หรืออยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยเฉพาะในเรื่องของการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสม่ำเสมอร้อยละ 37.2 ใช้บางครั้งร้อยละ 54.9 และไม่ได้ใช้เลยร้อยละ 7.9 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่นำไปใช้อย่างสม่ำเสมอมี 25 เรื่อง จากจำนวน 84 เรื่อง และมีความรู้

บางเรื่องที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้นำไปใช้เลย เหตุผลที่นักเรียนจำนวนมากไม่ได้นำความรู้ต่างๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากสถานการณ์ไม่เอื้ออำนวย และไม่มีความรู้เพียงพอ (พิศาล สร้อยรุห์รา. 2544 : 32 – 43)

ในสภาพการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน การวัดผลประเมินผลเป็นองค์ประกอบที่มีปัญหาค่อนข้างมาก และต้องการการพัฒนาปรับปรุงมากที่สุด โดยหลักการแล้วการวัดผลจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตร โดยใช้วิธีการ เทคนิค และเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสม แต่เท่าที่เป็นอยู่นั้นการวัดผลด้านการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และด้านการพัฒนาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีน้อยมาก จึงเป็นปัจจัยที่ชี้ให้เห็นว่านักเรียนทั่วไปเรียนโดยไม่ได้รับการฝึกฝนให้มีการเรียนรู้แบบเป็นกระบวนการ การฝึกทักษะ การพัฒนาเจตคติและความคิด ประกอบกับครูผู้สอนในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา ยังขาดความมั่นใจที่จะสอน รวมทั้งความรู้ความชำนาญที่จะปลูกฝังเจตคติ และการฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เนื่องจากครูผู้สอนส่วนใหญ่ไม่มีวุฒิทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง จึงไม่สามารถเป็นแบบอย่างของการเป็นผู้ที่มีความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เห็นและเรียนรู้ (พิศาล สร้อยรุห์รา. 2544 : 38 - 42)

จากสาเหตุของปัญหา และแนวทางแก้ไข ผู้วิจัยมีแนวความคิดว่าควรหาวิธีที่เหมาะสมมาใช้ เพื่อแก้ปัญหาคุณภาพการศึกษา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกระบวนการวัดผลประเมินผล ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้สอนจะต้องรู้จักการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยสื่อการเรียนการสอนมีความสำคัญอย่างยิ่ง ในการที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด เพราะสื่อการเรียนการสอนเป็นส่วนสำคัญในการจัดสภาพแวดล้อม ซึ่งก่อให้เกิดบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ และยังเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ และยังเป็นแหล่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ โดยที่ครูผู้สอนนั้นต้องนำเอาสภาพปัญหาและความต้องการของชุมชนมาพัฒนานวัตกรรม ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศสนับสนุนให้มีการใช้สื่อการเรียนการสอนทั้งระดับประถม และระดับมัธยมศึกษาอย่างแพร่หลาย และให้มีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนทุกประเภทอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง เน้นกระบวนการเรียนรู้ การคิดและการแก้ปัญหา โดยส่งเสริมให้มีการใช้สื่อการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย ในแต่ละกลุ่มประสบการณ์สำหรับระดับประถมศึกษา และแต่ละรายวิชาสำหรับชั้นมัธยมศึกษา เพื่อนำไปสู่การเกิดกระบวนการต่าง ๆ ตามที่หลักสูตรต้องการ (สม ชัยสรรค์. 2533 : 7)

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ที่กำหนดแนวทางในการทำ การทดลองที่มีคุณค่าทางการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นตัวกลางที่ช่วยในการสื่อสารระหว่างผู้สอน กับนักเรียน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความหมายของบทเรียนได้ ตรงกับที่ผู้สอนต้องการ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูดำเนินการสอนไปตามลำดับขั้นตอน ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลน ครูได้ในบางโอกาส เป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน (วารินทร์ รัตมีพรหม. 2531 : 75) ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกคิด ฝึกกระทำ โดยเน้นการทดลองเป็นหลัก และการทดลอง ดังกล่าวเอื้อให้ นักเรียนเกิดความรู้ เกิดทักษะไปในตัว เพราะนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (กานต์วี ใจงาม. 2545 : 76) อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบแบบหนึ่ง โดยยึดหลักความแตกต่างระหว่าง บุคคล เน้นรูปแบบการเรียนรู้ การจัดการเรียนตามความพร้อม นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามขีดความสามารถของตนเอง (ลัดดา สุขปรีดี. 2523 : 26) สามารถเรียนได้ทั้งในชั้นเรียนปกติ และสอนซ่อมเสริม นอกเวลาเรียนได้ สามารถลดบทบาทและภาระของครูผู้สอนให้น้อยลง ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนมากขึ้น

สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ดี (วีระ ไทยพานิช. 2529 : 137) ซึ่งสอดคล้องกับ ทวิช แจ่มจรัส (2545 : 24) ได้กล่าวไว้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กับการสอนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นโดยเน้นการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง นักเรียนมีโอกาสปฏิบัติการร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง มีโอกาสที่จะสัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของสุพล วิหคไพบูลย์ (2543. : บทคัดย่อ) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการสอนแตกต่างกันจากก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และจากงานวิจัยของโอเคบูโกลา (Okebukola. 1986 : 582 – 589) พบว่า พฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับ ทวิช แจ่มจรัส (2545 : 28) พบว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ยังช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และสนใจใฝ่หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง จากประสบการณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม ผู้วิจัยพบว่า สภาพการจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมีปัญหาดังนี้ คือ 1) ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ส่วนใหญ่เรียนโดยการท่องจำเพื่อนำความรู้ที่เรียนมาใช้สำหรับในการทดสอบให้ผ่านเท่านั้น 2) การทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่จะเรียนโดยการบรรยายสรุปพร้อมกับการสาธิตของครู เนื่องจากขาดแคลนอุปกรณ์ มีครบจำนวนนักเรียนบ้างไม่เพียงพอบ้าง สาเหตุจากการแบ่งปันงบประมาณทำให้นักเรียนขาดทักษะในการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และ 3) เมื่อนักเรียนไม่ได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนไม่เห็นประโยชน์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มากกว่าการเรียนเพื่อนำความรู้มาใช้สอบ อีกทั้งเวลาทำการทดลองบางครั้งก็มีอุปกรณ์ไม่ครบ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไข

ฟางข้าวเป็นผลพลอยได้จากการเพาะปลูกข้าว ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย ประเทศไทยมีฟางข้าวเหลือมากกว่า 60 ล้านตันต่อปี นอกจากมีการนำฟางข้าวไปใช้ประโยชน์ในด้านการเลี้ยงสัตว์ และการกลีกรวม แล้วจะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นได้อีก (ชมภู ยิ้มโต. 2543 : 33) ประกอบกับอาชีพหลักที่สำคัญของชุมชนในท้องถิ่น คือ การทำนา ฟางข้าวจึงเป็นผลพลอยได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีปริมาณมากต่อหนึ่งฤดูกาลทำนา ซึ่งเกษตรกรจะเก็บฟางข้าวไว้ให้เพียงพอต่อการเลี้ยงสัตว์เท่านั้น ส่วนที่เหลือจะทำการเผาทิ้งเพื่อใช้พื้นที่ในการทำนาต่อไป ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนฟางข้าวออกจากแปลงนา โดยเกษตรกรมิได้คำนึงถึงผลเสียที่จะเกิดขึ้นกับสภาพสิ่งแวดล้อม คือ เป็นการทำลายอินทรีย์วัตถุและแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน. 2545 : 82) ทำให้ดินเสื่อมสภาพ เกิดมลพิษทางอากาศ เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนเนื่องจากควันที่เกิดจากการเผาฟางทิ้ง และสูญเสียประโยชน์ในการใช้สอย เนื่องจากไม่มีผู้มีความรู้ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ จากการศึกษางานวิจัยของ ระวีวรรณ แก้วกล้า (2538 : บทนำ) พบว่า ฟางข้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่มีมากในประเทศไทย จึงได้นำฟางข้าวมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติศักดิ์ บัวศรี (2544 : 3) กล่าวไว้ว่า วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีอยู่จำนวนมากคือ ฟางข้าว แต่ปริมาณการใช้ฟางข้าวประมาณร้อยละ 80 นำไปใช้ทางด้านปศุสัตว์ และกลีกรวม ส่วนการนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นยังมีน้อยมาก

จึงเหมาะที่จะมีการพัฒนาการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนได้ จะเห็นได้ว่าจากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ฟางข้าวยังมีคุณสมบัติที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย หากในชุมชนหรือในท้องถิ่นนั้น มีผู้มีความรู้ที่จะนำเอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์จากฟางข้าว

จากความสำคัญของปัญหาและแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เน้นให้นักเรียนได้ทำการทดลองและนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจะเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอน เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจการนำไปใช้ พัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลอง และสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ อันจะส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัย เห็นคุณค่าของทรัพยากรในท้องถิ่น มีแนวคิดที่จะอนุรักษ์และประยุกต์ใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด ในขณะเดียวกันก็สามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิตอย่างพอเพียงที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสำรวจข้อมูลภาคสนาม และศึกษาผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์
3. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้จะได้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ที่ผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนาให้มีคุณภาพโดยการประเมินของผู้เชี่ยวชาญและมีศักยภาพในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. เป็นประโยชน์แก่ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในจังหวัดกาญจนบุรี ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะปฏิบัติการทดลอง และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม
2. ส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้วัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์สูงสุดในการดำรงชีวิตประจำวัน
3. เป็นการส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีผู้เรียนเป็นสำคัญ มีส่วนร่วมในการทดลอง ทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรง

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจและการวิจัยเชิงทดลอง มีขอบเขตการดำเนินการ 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

ตอนที่ 1 สืบหาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวของบุคคลต่าง ๆ ในสหวิทยาเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ประกอบด้วย เกษตรอำเภอ จำนวน 1 คน คณะกรรมการบริหารส่วนตำบล จำนวน 6 คน กลุ่มแม่บ้านประจำตำบล จำนวน 4 คน ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาเกษตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 10 คน และเกษตรกร จำนวน 20 คน จากแบบสำรวจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาทำการศึกษาค้นคว้า และทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลการทดลองมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยมีความมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างฟางข้าว : วัตถุประสาน (กาบแปงเปียก) เพื่อนำมาทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวและทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว
2. เพื่อศึกษาค่า pH ที่เหมาะสมของน้ำขี้เถ้า ในการทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าวและทดสอบคุณสมบัติด้านความคงทนของสีย้อม โดยการนำมาซักด้วยผงซักฟอก
3. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสม ของการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว และทดสอบคุณสมบัติด้านเชิงกลของกระดาษ โดยการนำมาหาค่าความต้านทานต่อแรงดึงด้วยตาชั่งสปริง
4. เพื่อศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดยกระบวนการหมักและการใช้สารเร่ง พด.-1* ในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อใช้ในการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก

ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองที่ได้จากตอนที่ 2 มาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 บทปฏิบัติการ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว

ตอนที่ 4 การทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

หลังจากที่นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไปผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไปทำการทดลองสอน โดยมีแบบแผนในการดำเนินการดังนี้

* สารเร่ง พด. - 1 คือ เชื้อจุลินทรีย์ พด. - 1 ซึ่งผลิตโดยกรมพัฒนาที่ดิน สารตัวเร่งดังกล่าวประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ และสารอาหารหลายอย่างรวมกันอยู่ในลักษณะของแห้ง สะดวกแก่การนำไปใช้และเก็บรักษา โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ได้แก่ จุลินทรีย์ประเภทเชื้อรา แอคทีโนไมซีส แบคทีเรีย ซึ่งมีความสามารถในการย่อยสลายเศษพืชให้เป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็ว เป็นการประหยัดเวลาหมัก สามารถนำปุ๋ยหมักไปใช้ได้ทันที

1. แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนหนองขาโกวิทพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 60 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 1 ห้องเรียน (จำนวน 30 คน) ที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองสอน

ในชั้นทดลองสอนมีตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

2.2.2 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ซึ่งประกอบด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 บทปฏิบัติการ ได้แก่ 1) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว 2) การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว 3) การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว และ 4) การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ในช่วงโมฆกิจกรรมอิสระ รวมทั้งสิ้นจำนวน 16 คาบ ๆ ละ 50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพ โดยผ่านกระบวนการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผ่านการตรวจสอบความเป็นไปได้ของการประยุกต์ใช้ในห้องเรียนจากผู้เชี่ยวชาญ และทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อหาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” หมายถึง นวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ที่กำหนดแนวทางในการทำการทดลองที่มีคุณค่าทางการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นตัวกลางที่ช่วยในการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับนักเรียน ให้ดำเนินการไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความหมายของบทเรียนได้ตรงกับที่ผู้สอนต้องการ โดยนำความรู้เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มาสร้างเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 4 บทปฏิบัติการ ได้แก่ 1) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว, 2) การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว, 3) การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว และ 4) การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว ในแต่ละบทปฏิบัติการจะประกอบด้วย ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แนวคิดหรือหลักการ จุดประสงค์การทดลอง เวลาที่ใช้ อุปกรณ์และสารเคมี วิธีการทดลอง แบบรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3. ฟางข้าว หมายถึง ส่วนที่เกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยการใช้เคียวตัดส่วนที่เป็นลำต้นเหนือพื้นดินขึ้นมาประมาณ 1 ฟุต ซึ่งประกอบด้วย ลำต้นส่วนที่เหลือเหนือขึ้นมา, ใบ, รวงข้าว และเมล็ดข้าว แล้วนำมามัดรวมกัน ก่อนนำไปทำการนวดข้าว เพื่อแยกส่วนที่เป็นเมล็ดข้าวออกไป

4. เชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว หมายถึง แท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการนำฟางข้าวมาผสมคลุกเคล้ากับวัตถุประสาน (กาบแปงเปียก) ในอัตราส่วน 1 : 1 แล้วนำไปผ่านกระบวนการอัดแท่งด้วยเครื่องมือชุดอัดแท่งเพื่อนำมาคำนวณหาค่าปริมาณความร้อน และทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ในด้านการจุดติดไฟ, ปริมาณควัน, ปริมาณเขม่า และลักษณะของเปลวไฟ

5. น้ำสีย้อมจากฟางข้าว หมายถึง น้ำสีย้อมที่ได้จากการนำฟางข้าวต้มกับน้ำโซ่ที่ค่า pH = 14 ในอัตราส่วน 1 : 30 (ฟางข้าว 1 กรัม : น้ำ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 20 นาที เพื่อนำมาย้อมเส้นใยฝ้าย และทดสอบคุณสมบัติด้านความคงทนของน้ำสีย้อม โดยนำเส้นใยฝ้ายที่ผ่านการย้อมชักด้วยผงซักฟอก

6. เยื่อกระดาษจากฟางข้าว หมายถึง เยื่อกระดาษที่ได้จากการนำฟางข้าวต้มกับสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนฟางข้าวเปื่อยยุ่ย แล้วนำไปผ่านกระบวนการทำเยื่อกระดาษ นำเยื่อกระดาษจากฟางข้าวที่ได้มาทำการทดสอบคุณสมบัติด้านเชิงกล โดยนำมาหาความต้านทานต่อแรงดึงด้วยตาชั่งสปริง

7. ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว หมายถึง ปุ๋ยหมักที่ได้จากการนำฟางข้าวผ่านกระบวนการหมัก โดยใช้สารเร่ง พด.-1 เป็นตัวช่วยย่นระยะเวลาในการหมัก เพื่อศึกษาระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว และทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก ได้แก่ การอุ้มน้ำ, การซึมผ่านของน้ำ, การระบายอากาศของดิน, การเกาะตัวของดิน และการแผ่กระจายของรากพืช

8. การประเมินผลจากสภาพจริง หมายถึง การประเมินผลความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากผลงานหรือการกระทำ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเองในสภาพที่เป็นจริง ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดที่ซับซ้อน กระบวนการทำงาน ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ การประเมินผลจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน หลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

9. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แล้วสามารถพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

10. ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมเชิงความสามารถของนักเรียนที่แสดงออกขณะปฏิบัติการทดลอง แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) วิธีดำเนินการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง (การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์) 3) ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการทดลอง และ 4) การนำเสนอผลการทดลอง ในการวิจัยครั้งนี้ วัดทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ประเมินจากสภาพจริงอิงเกณฑ์รูบริก (Rubric) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินทักษะภาคปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542 : 42-43) และใช้เก็บข้อมูลกับนักเรียนระหว่างการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติการทดลอง ทุกบทปฏิบัติการ โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

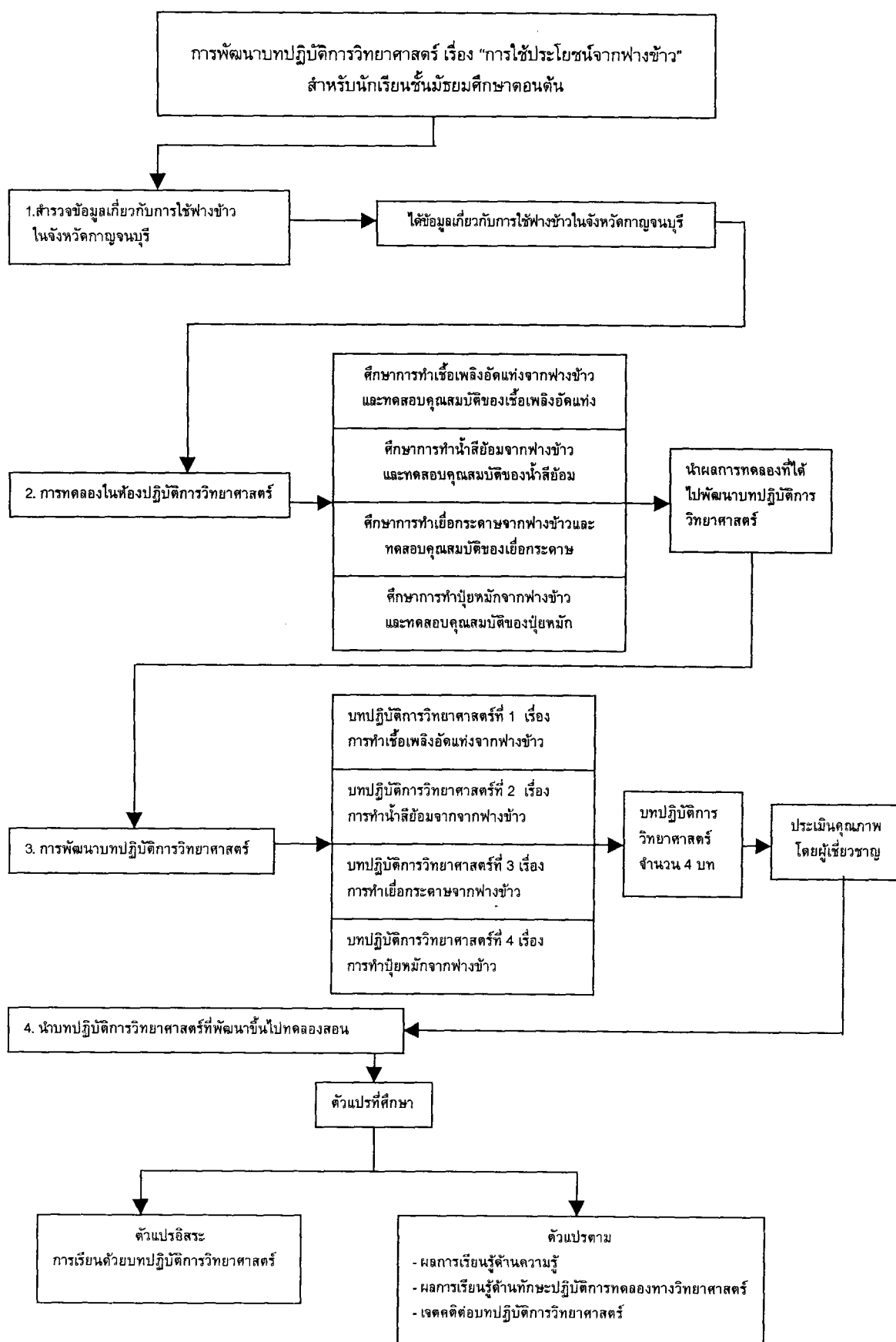
11. เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากการเห็นความสำคัญและประโยชน์, ความนิยมชมชอบ, และความสนใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้วัดด้วยแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ ตามวิธีของ ลิเคิร์ท (Likert Scale) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 4 เห็นด้วย, 3 ไม่แน่ใจ, 2 ไม่เห็นด้วย และ 1 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งผู้วิจัย ดัดแปลงมาจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของ ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 130)

สมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานไว้ดังนี้

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีผลการเรียนรู้ ดังนี้
 - 2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
 - 2.2 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียน เฉลี่ยร้อยละ 70
 - 2.3 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากฟางข้าว
 - 1.1 การทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง
 - 1.2 การทำน้ำสีย้อม
 - 1.3 การทำเยื่อกระดาษ
 - 1.4 การทำปุ๋ยหมัก
2. เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 2.2 จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ประโยชน์ของการสอนแบบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับผลการเรียนรู้
 - 3.1 ด้านความรู้
 - 3.1.1 ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านความรู้
 - 3.1.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ด้านความรู้
 - 3.1.3 กรอบพฤติกรรมของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้
 - 3.2 ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2.2 ทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาในผู้เรียน
 - 3.2.3 การประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 4.2 คุณลักษณะของผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 4.3 แนวทางในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 5.2 งานวิจัยเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้
 - 5.3 งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์
 - 5.4 งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1. เอกสารเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากฟางข้าว

ฟางข้าว หมายถึง ส่วนที่เกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยการใช้เกี่ยวตัดส่วนที่เป็นลำต้นเหนือพื้นดินขึ้นมาประมาณ 1 ฟุต ซึ่งประกอบด้วย ลำต้นส่วนที่เหลือเหนือขึ้นมา, ใบ, รวงข้าว และเมล็ดข้าว แล้วนำมามัดรวมกัน ก่อนนำไปทำการนวดข้าว เพื่อแยกส่วนที่เป็นเมล็ดข้าวออกไป ส่วนที่เหลือเรียกว่า “ฟางข้าว”

ฟางข้าว เป็นผลพลอยได้จากการเพาะปลูกข้าว ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย ประเทศไทยมีฟางข้าวเหลือมากกว่า 60 ล้านตันต่อปี นอกจากมีการนำฟางข้าวไปใช้ประโยชน์ในด้านการเลี้ยงสัตว์ และการกลีกรวมแล้ว การนำฟางข้าวไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นยังมีน้อยมาก ซึ่งน่าจะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่นได้อีก (ชมภู ยิ้มโต. 2543 : 33)

กรมพัฒนาที่ดิน (2545 : 58 – 59) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของฟางข้าวไว้ดังนี้

- 1) ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน
- 2) เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ และหมุนเวียนธาตุอาหารพืชคืนสู่ดิน รวมทั้งยังลดความเป็นพิษของเหล็กและแมงกานีสในดิน
- 3) เพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน ทำให้มีประสิทธิภาพในการควบคุม และลดปริมาณเชื้อโรคพืชบางชนิดในดิน
- 4) ช่วยลดระดับความเค็มของดิน เนื่องจากอินทรีย์วัตถุ มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี ทำให้อัตราการระเหยของน้ำลดลง และส่งผลให้การสะสมของสารละลายที่เกลือในผิวดินลดลงด้วย
- 5) รักษาระดับความเป็นกรดและด่างของดิน ซึ่งจะทำให้ค่า pH ของดินอยู่ในระดับที่เพิ่มขึ้นหรือเป็นกลาง
- 6) เพิ่มผลผลิตให้กับพืช และลดปัญหาสภาพแวดล้อม

นอกจากนี้จากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าฟางข้าวยังสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ได้อีก คือ

- 1) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง
- 2) การทำน้ำสีย้อม
- 3) การทำเยื่อกระดาษ
- 4) การทำปุ๋ยหมัก โดยใช้สารเร่ง พด. – 1
- 5) การขจัดคราบน้ำมันโดยใช้ฟางข้าว
- 6) การผลิตแผ่นฉนวนความร้อนจากฟางข้าว
- 7) การพัฒนาไข่เค็มชนิดโซเดียมต่ำพอกด้วยเยื่อฟางข้าว
- 8) การผลิตเอทานอลจากฟางข้าว

จากการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากฟางข้าว ในสหวิทยาเขตอำเภอมำนัง จังหวัดกาญจนบุรี โดยใช้แบบสำรวจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่าอาชีพหลักของผู้ตอบแบบสำรวจส่วนใหญ่ คือ การปลูกข้าว ฟางข้าวเป็นผลพลอยได้ที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งเกษตรกรจะทำการเก็บสำรองไว้ใช้เลี้ยงสัตว์เท่านั้น ส่วนที่เหลือจะทำการเผาทิ้งเพื่อใช้พื้นที่ในการปลูกข้าวต่อไป ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และประหยัดค่าใช้จ่ายในการนำฟางข้าวออกจากแปลงนา โดยเกษตรกรมิได้คำนึงถึงผลเสียที่จะเกิดขึ้นตามมา เช่น เป็นการทำลายอินทรีย์วัตถุ และแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน. 2545 : 82) ทำให้ดินเสื่อมสภาพ เกิดมลพิษทางอากาศ และสูญเสียประโยชน์ในการใช้สอยเนื่องจากไม่มีผู้มีความรู้ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

จากการที่ผู้วิจัยได้สนทนาคู่หูในช่วงออกสำรวจข้อมูล ผู้ตอบแบบสำรวจมีความต้องการที่จะให้นำความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ เกี่ยวกับการนำฟางข้าวกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง เนื่องจากปัจจุบันการหาไม้มาทำเป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหาร หาได้ยากลำบาก น่าจะนำฟางข้าวมาประยุกต์ใช้แทนได้, การทำน้ำสีย้อม เนื่องจากเกษตรกรนิยมทอผ้าขึ้นใช้เอง และใช้สีสังเคราะห์มาทำการย้อม เมื่อทราบข้อมูลว่าฟางข้าวสามารถนำมาทำน้ำสีย้อมแทนสีสังเคราะห์ได้ก็เกิดความสนใจ, การทำเยื่อกระดาษ เนื่องจากปัจจุบันได้มีหน่วยงานภาคเอกชนเข้ามาทำการสำรวจปริมาณฟางข้าวในชุมชนของผู้ตอบแบบสำรวจ ซึ่งผู้วิจัยได้ข้อมูลมาจาก กำนันตำบลหนองขาว เพื่อนำไปผลิตเยื่อกระดาษ จึงทำให้ผู้ตอบแบบสำรวจเกิดความสนใจ และการทำปุ๋ยหมัก โดยใช้สารเร่ง พด. - 1 ผู้ตอบแบบสำรวจเกิดความสนใจที่การทำปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่ง พด. - 1 จะช่วยย่นระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักให้ทันต่อความต้องการนำไปใช้ของเกษตรกร จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบสำรวจมาวิเคราะห์เกี่ยวกับประเด็นที่จะนำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้ให้กับชุมชนในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด ผลการวิเคราะห์พบว่าสามารถทำได้ จึงตัดสินใจเลือกเรื่องที่จะนำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้ 4 เรื่อง คือ การทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง, การทำน้ำสีย้อม, การทำเยื่อกระดาษ และการทำปุ๋ยหมัก โดยใช้สารเร่ง พด. - 1 จากฟางข้าว

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่จะนำฟางข้าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้าน การทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง, การทำน้ำสีย้อม, การทำเยื่อกระดาษ และการทำปุ๋ยหมัก โดยใช้สารเร่ง พด. - 1 และนำเนื้อหาในส่วนที่เป็นประโยชน์ของฟางข้าวดังกล่าว มาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1.1 การทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ในอดีตประเทศไทยเป็นประเทศที่มีทรัพยากรที่สมบูรณ์ โดยเฉพาะทรัพยากรป่าไม้ แต่ในปัจจุบันนี้ทรัพยากรป่าไม้มีจำนวนลดลงเป็นอย่างมาก และสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ทรัพยากรป่าไม้ลดลง คือ การตัดไม้เพื่อนำมาเป็นเชื้อเพลิงที่จะนำไปใช้ในการให้พลังงานความร้อน ซึ่งพลังงานความร้อนถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มนุษย์ต้องการ ดังนั้นจึงเห็นว่าจะหาพลังงานทดแทนจากวัตถุดิบชนิดอื่นมาทดแทนพลังงานความร้อนจากไม้ ซึ่งเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในประเทศไทยนั้นมีมากมายหลายชนิด เช่น ฟางข้าว เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม เกษตรกรส่วนใหญ่มีอาชีพทำนา ผลผลิตที่เหลือจากการทำนา คือ ฟางข้าว ซึ่งมีปริมาณมาก (ศศิรินทร์ วัฏฐานนท์, 2542 : บทนำ) ถึงแม้จะมีการนำฟางข้าวไปใช้ประโยชน์ทางด้าน การเลี้ยงสัตว์ และการกลีกรวมแล้ว ฟางข้าวน่าจะมีพลังงานความร้อนที่สามารถนำมาทำเชื้อเพลิงทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากไม้ได้

รัชนี อารมย์ดี และคณะ (2543 : 7 – 15) ได้กล่าวถึงการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งไว้ ดังนี้

เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นแนวทางหนึ่งที่นำเอาวัสดุเหลือใช้กลับมามีประโยชน์ โดยนำมาใช้ทดแทนฟืนและถ่าน วัสดุเหลือใช้พวกชีวมวลจากพืช ไม้ หรือของเหลือทิ้งจากการเกษตรสามารถเปลี่ยนรูปให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพ ด้วยกระบวนการอัดแท่ง (Densification) ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำให้เป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นสูง

เนื่องจากวัสดุทางการเกษตรต่าง ๆ ก่อนอัดแท่งมีความหนาแน่นต่ำ มีปริมาณมาก ไม่สะดวกต่อการขนส่งและเก็บรักษา เมื่อนำมาอัดแท่งแล้วจะมีปริมาณลดลง และความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง และเก็บรักษา วัสดุทางการเกษตรก่อนอัดแท่งจะมีค่าความร้อนเท่ากับ 1/3 ของถ่านหิน โดยน้ำหนัก

และ 1 / 4 โดยปริมาตร แต่เมื่อมีการอัดแท่งแล้ว สามารถเพิ่มค่าความร้อนเป็น 2 / 3 ของถ่านหินโดยน้ำหนัก และเกือบ 3 / 4 โดยปริมาตร

จึงเห็นได้ว่า การอัดแท่งนี้จะทำให้เราได้เชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มค่าความร้อนและสามารถนำไปแทนเชื้อเพลิงอย่างอื่นได้

วิธีการอัดแท่ง

การอัดก้อนวัสดุต่าง ๆ นั้น อาจแบ่งได้ออกเป็น 2 วิธี คือ การอัดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วย ซึ่งในกรณีนี้ได้แก่ แกลบ เศษไม้ โดยความร้อนจะช่วยทำให้ลิกโนเซลลูโลสเยิ้มและเชื่อมประสานกัน อีกวิธีหนึ่ง คือ การอัดโดยไม่ใช้ความร้อน แบ่งออกเป็น แบบใช้ตัวประสานเข้าช่วยให้เชื้อเพลิงเกาะติดกัน และแบบไม่ใช้ตัวประสาน ซึ่งใช้กับวัสดุที่มียางเหนียว ๆ อยู่ในตัว เช่น การอัดพวกพืชสด เป็นต้น ในที่นี้จะขอยกกล่าวถึงวิธีการอัดโดยไม่ใช้ความร้อน แบบใช้ตัวประสานเข้าช่วยให้เชื้อเพลิงเกาะติดกัน

การอัดเย็นและใช้แรงอัดต่ำ (Cold and Low Pressure Densification) คือ การนำวัสดุ ชีวมวลมาทำการสับให้มีขนาดเล็กลง และนำมาเข้าเครื่องอัดแบบไม่ใช้ความร้อน วิธีการอัดแท่งแบบนี้จะใช้แรงอัดและอุณหภูมิในระหว่างการอัดต่ำ ซึ่งได้แก่ แบบใช้ตัวประสาน คือ การนำวัสดุที่มีสารพวกคาร์โบไฮเดรต มาผสมกับวัสดุชีวมวลที่ต้องการจะทำการอัดแท่ง ตัวประสานเป็นตัวช่วยในการยึดเกาะวัสดุของแท่งเชื้อเพลิงที่อัดด้วยแรงอัดปานกลาง

ตัวประสานที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้

- มีความสามารถในการประสานดี
- สามารถเผาไหม้ได้หรือลุกติดไฟได้ดี และไม่ทำให้เกิดควัน
- เมื่อถูกอากาศภายนอก จะต้องไม่ทำให้แท่งเชื้อเพลิงอัดแตกร่วน หรืออ่อนตัวเกินไป
- เสียค่าใช้จ่ายน้อย

การตากแห้ง จากวิธีการอัดเชื้อเพลิงแท่งโดยไม่ใช้ความร้อน จะเห็นว่าแท่งเชื้อเพลิงใช้ตัวประสานซึ่งทำให้ค่าปริมาณความชื้นสูง จึงต้องนำไปตากแห้งเพื่อลดความชื้น และทำให้แห้งเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งวิธีการตากแห้งที่ใช้กันทั่วไปมี 4 วิธี ได้แก่

- การตากในตู้อบไฟฟ้า
- การตากแห้งบนแผ่นสังกะสี
- การตากแห้งบนพื้นปูนซีเมนต์
- การตากในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวล จะใช้องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงเป็นหลักในการประเมินคุณภาพ คือ

1) ความชื้น (Moisture Content) ปริมาณความชื้น คือ ปริมาณความชื้นต่อปริมาณของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งอบแห้ง ความชื้นมีผลทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งลดลง และทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งแตกร่วนได้ง่าย

2) ปริมาณเถ้า (Ash Content) ปริมาณเถ้า คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปภายในเตาเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยซิลิกา แคลเซียม ออกไซด์ เป็นต้น

3) สารที่ระเหยได้ (Volatile Matters) ปริมาณสารระเหย คือ ส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงแห้ง อบแห้งที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มี คาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน

4) คาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) คาร์บอนเสถียร คือ มวลของคาร์บอนที่เหลือในเชื้อเพลิงอัดแท่ง หลังจากที่เราสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

5) กำมะถันรวม (Total Sulfur)

6) ค่าความร้อน (Calorific Value or Heating Value) ค่าความร้อนของการสันดาปจะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงอัดแท่ง

เชื้อเพลิงอัดแท่งคุณภาพสูงจะมีปริมาณคาร์บอนเสถียรเป็นองค์ประกอบอยู่สูงแต่มีสารระเหยต่ำและมีปริมาณซีเถ้าอยู่ต่ำ เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงจะมีผลทำให้ค่าความร้อนต่ำ และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงก็เป็นตัวชี้คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง ซึ่งเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เช่น ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพ แต่สำหรับการใช้ถ่านเพื่อการหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่ถือว่ามีคุณภาพดีที่สุด ไม่จำเป็นจะต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่ต้องมีคุณสมบัติด้านอื่นด้วยคือ

1) การปะทุขณะติดไฟ ถ่านที่แตกปะทุขณะติดไฟจะเป็นที่รังเกียจของผู้ใช้เป็นอันดับหนึ่ง ดังนั้น ถ่านที่มีคุณภาพดี จะไม่มีการแตกปะทุเลย หรือแตกบ้างเล็กน้อยในช่วงแรกที่ติดไฟ

2) น้ำหนักถ่าน ถ่านที่มีน้ำหนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงได้นาน

3) ควัน ถ่านที่มีคุณภาพดีไม่ควรจะมีควัน และกลั่นจนในขณะลุกไหม้

4) ความแข็งและความป่นของถ่าน ถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหัก หรือป่นเป็นผง ทำให้สะดวกต่อการใช้ การขนส่ง และการเก็บรักษา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างฟางข้าว : วัตถุประสาน (กาบแปงเปียก) เพื่อนำมาใช้ทำเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยท่อพีวีซี (PVC) แล้วนำมาคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$Q = ms\Delta t$$

Q = ปริมาณความร้อน มีหน่วยเป็นแคลอรี

m = มวล มีหน่วยเป็นกรัม

s = ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม

Δt = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

แล้วนำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวมาทดสอบคุณสมบัติด้านการจุดติดไฟ ปริมาณควัน ปริมาณเขม่า และลักษณะของเปลวไฟ โดยวิธีการสังเกต

1.2 การทำน้ำสีย้อม

ปัจจุบันชาวบ้านนิยมน้ำสีย้อมครามมาทำการย้อมสิ่งทอ โดยขาดความรู้ในการบำบัดน้ำเสียหลังการย้อม รวมทั้งยังละเลยความปลอดภัยต่อสุขภาพของตนเองและผู้ใกล้ชิด หากมีการบำบัดหรือขจัดสีและสารเคมีไม่หมด เมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ สีและสารเคมีจะถูกย่อยสลายตามธรรมชาติได้ยาก และใช้เวลานานทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ ส่วนผู้ผลิต และผู้บริโภคอาจได้รับอันตรายด้วยการสัมผัสโดยตรง การใช้สีย้อมครามในกลุ่มของสีเอโซ เมื่อสลายตัวจะให้สารอะโรมาติกแอมีน ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ในกลุ่มประเทศยุโรปได้คำนึงถึงสุขภาพของประชาชน จึงมีกฎหมายห้ามใช้หรือนำเข้าผลิตภัณฑ์ที่มีสีในกลุ่มนี้เจือปนอยู่ และใน

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (2540 - 2544) ได้คำนึงถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการฟอกย้อม จึงมีการสนับสนุนการใช้สีจากพืช (นุจิรา รัศมิ์ไพบูลย์, 2543 : บทนำ)

นุจิรา รัศมิ์ไพบูลย์ (2543 : 12 – 17) ได้กล่าวถึงการย้อมสีธรรมชาติไว้ดังนี้

การย้อมสีธรรมชาติมีมานานกว่า 5,000 ปี สีธรรมชาติได้มาจากพืช สัตว์ ตะไคร้ (Lichens) และแร่ธาตุ สีธรรมชาติส่วนใหญ่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ลำต้น ดอก ผล ใบ และราก ซึ่งสามารถสกัดออกมาเพื่อนำไปย้อมสิ่งทอ การย้อมสิ่งทอเป็นการทำให้วัสดุเกิดสีขึ้นมา ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความสม่ำเสมอของสีที่ติดติดกับเส้นใย สีมีการกระจายตัวดีและสีติดแน่นอยู่ในเส้นใย มีความคงทนต่อการใช้งาน ทั้งนี้ย้อมขึ้นอยู่กับกระบวนการต่าง ๆ เช่น กรรมวิธีในการเตรียมความเข้มข้นของน้ำสี อุณหภูมิ และเวลาในการย้อม ล้วนเป็นผลที่ทำให้เกิดความแตกต่างของสี

การเตรียมวัสดุให้สี

การใช้วัสดุแห้งเป็นการลดความชื้นเพื่อระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดการเน่าเสีย นอกจากนี้แล้วยังช่วยให้สามารถเก็บรักษาวัสดุไว้ในยามขาดแคลนนอกฤดูกาล ช่วยลดน้ำหนักวัสดุ ทำให้สะดวกในการบรรจุ และการเก็บรักษา วัสดุที่ผ่านการทำแห้งมักจะมีสีเข้มกว่าวัสดุสด เนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นกับน้ำตาลในวัสดุ

การเตรียมน้ำสี

การเตรียมน้ำสี ใช้หลักการแยกสารที่ต้องการออกจากของแข็งด้วยของเหลว โดยของเหลวที่ใช้เรียกว่า ตัวทำละลาย ส่วนสารให้สีเรียกว่า ตัวถูกละลาย มีกลไกอยู่ 3 กระบวนการ คือ

- 1) กระบวนการเปลี่ยนสถานะ เป็นการเปลี่ยนสถานะของตัวถูกละลายที่ขณะละลายในตัวทำละลาย พืชที่ใช้สกัดมีโครงสร้างเป็นแบบผนังเซลล์ ดังนั้นจึงเกิดการออสโมซิสของตัวถูกละลายผ่านผนังเซลล์ หากมีการบดจะทำให้ผนังเซลล์แตกออก ทำให้สารที่ไม่ต้องการออกมาด้วย
- 2) กระบวนการแพร่กระจาย เป็นการแพร่กระจายของตัวถูกละลายจากความเข้มข้นสูงไปยังที่ที่มีความเข้มข้นต่ำ ดังนั้นการทำให้ตัวถูกละลายมีขนาดเล็ก รวมทั้งการเพิ่มอุณหภูมิในช่วงนี้ทำให้อัตราการแพร่กระจายสูง
- 3) กระบวนการถ่ายเทมวลสาร เป็นการถ่ายเทมวลสารของตัวถูกละลายออกสู่สารละลายทั้งหมด การคนหรือการกวนทำให้การถ่ายเทมวลสารเกิดได้เร็วขึ้น

การย้อมสีส่วนใหญ่ใช้น้ำเป็นตัวกลางในการละลายสีและสารเคมี น้ำจะเป็นตัวกลางนำโมเลกุลของสีเข้าสู่ช่องว่างในเส้นใย ดังนั้นการสกัดสารให้สีจึงมักใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ทั้งนี้เพราะในการย้อมแต่ละครั้งจะใช้น้ำในปริมาณมากเพราะ อัตราส่วนการใช้น้ำต่อวัสดุ จะมีผลต่อคุณภาพของสีที่ติดในเส้นใย อัตราส่วนที่ใช้ในการย้อม คือ น้ำหนักของวัสดุต่อน้ำต้องไม่ต่ำกว่า 1 ต่อ 30 การใช้น้ำจึงเป็นการประหยัด ค่าใช้จ่าย และลดกระบวนการสกัดที่ยุ่งยาก

หลักการย้อมสี

สีหรือสีย้อม มีคุณสมบัติในการละลายหรือสามารถเปลี่ยนเป็นสารละลายน้ำได้ เกิดการกระจายตัวได้ดี การย้อมส่วนใหญ่จะใช้วิธีการแช่ย้อม น้ำเป็นตัวพาสีเข้าสู่เส้นใย และสีสามารถคงทนอยู่ในเส้นใยได้โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางเคมีของเส้นใยเปลี่ยนแปลง กลไกในการย้อมสีมี 3 ขั้นตอน คือ

- 1) สีติดที่ผิวเส้นใย (Sorption) เมื่อนำเส้นใยใส่ลงในน้ำสี โมเลกุลของสีที่ละลายอยู่นั้นจะค่อย ๆ เคลื่อนไปเกาะติดรอบ ๆ ของผิวเส้นใย

2) สีซึมเข้าสู่เส้นใย (Diffusion) โมเลกุลของสีที่เกาะอยู่รอบ ๆ ผิวเส้นใยจะแทรกซึมเข้าสู่ช่องว่างในเส้นใย การเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้โมเลกุลของสีซึมเข้าสู่เส้นใยได้เร็วขึ้น สีซึมเข้าสู่เส้นใยจนถึงจุดอิ่มตัว ซึ่งเป็นจุดที่ทั้งในเส้นใยและน้ำมีศักยภาพทางเคมีเท่ากัน

3) สีติดทนอยู่ในเส้นใย (Retention) โมเลกุลของสีที่ซึมเข้าสู่เส้นใยติดทนอยู่ในเส้นใย โดยกลไกทางกายภาพและทางเคมี สีธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นสีที่ละลายน้ำได้ ดังนั้นสีสามารถเคลื่อนย้ายออกจากเส้นใยได้ หากมีการซักล้างเพื่อความสะดวก เพราะศักยภาพทางเคมีของน้ำที่ใช้ทำความสะอาดต่ำกว่าเส้นใยที่มีโมเลกุลของสีติดอยู่ การย้อมสีธรรมชาติจึงต้องใช้มอร์แดนท์เพื่อให้สีติดอยู่ในเส้นใย โมเลกุลของมอร์แดนท์จะเข้าไปรวมตัวกับโมเลกุลของสี ทำให้โมเลกุลใหญ่ขึ้นจึงไม่สามารถเคลื่อนย้ายออกจากเส้นใยได้ จึงเกิดความคงทนต่อการซักดีขึ้น

หลักการย้อมสีธรรมชาติ

สีธรรมชาติสามารถย้อมเส้นใยทุกชนิด แต่ความเข้มของสีที่ติดในเส้นใยแตกต่างกัน โดยทั่วไปนิยมใช้ย้อมเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ฝ้าย ไหม และขนสัตว์ การสกัดสีจากพืชนิยมใช้น้ำสกัดแต่สีที่ได้มักไม่บริสุทธิ์ ดังนั้นเมื่อนำมาย้อมจะได้สีที่ไม่สดใส และมีความแตกต่างของสีสูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุ พันธุ์ สภาพดิน ฟ้าอากาศ และสิ่งแวดล้อมของพืช สีธรรมชาติอาจอยู่ในรูปของสีที่ละลายน้ำได้ และสีที่ไม่ละลายน้ำ เมื่ออยู่ในรูปของสีที่ละลายน้ำได้จะสามารถย้อมสิ่งทอได้เลย แต่ถ้าอยู่ในรูปของสีที่ไม่ละลายน้ำจะต้องเปลี่ยนให้เป็นสีที่ละลายน้ำและสามารถย้อมสิ่งทอได้ เช่น การใช้สีจากต้นคราม การย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติมีหลักการ ดังนี้

1) หลักการย้อมสีไดเรกต์ (Direct Dyes) สีย้อมติดเส้นใยเหมือนสีไดเรกต์ กล่าวคือ สีเข้าสู่เส้นใยโดยตรง โมเลกุลของสีซึมเข้าสู่เส้นใยได้ง่าย ด้วยโครงสร้างโมเลกุลของสีจัดเรียงตัวกันเป็นเส้นยาวแทรกอยู่ในช่องว่างโมเลกุลของเส้นใยเกิดการยึดติดกันด้วยพันธะไฮโดรเจนและพันธะแวนเดอร์ วาลส์ สามารถย้อมได้โดยไม่ต้องใช้สารช่วยติด สภาพการย้อมมีค่า pH ของน้ำย้อมเป็นกลาง สีมีความคงทนต่อแสงแดด แต่สีไม่คงทนต่อการซัก สีธรรมชาติที่สามารถใช้การย้อมแบบนี้คือ ขมิ้นชัน ที่ให้สีเหลือง

2) หลักการย้อมสีแอซิด (Acid Dyes) สีย้อมติดเส้นใยเหมือนสีแอซิด เช่น การย้อมเส้นใยที่สภาวะการย้อมมีค่า pH ของน้ำย้อมเป็นกรด สีในกลุ่มนี้มีประจุลบและย้อมติดเส้นใยที่มีประจุบวกได้ดี ได้แก่ สีธรรมชาติที่ได้จากผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว หรือขณะย้อมสีมีการเติมกรด เช่น กรดแอซิดิก กรดแทนนิก เป็นต้น ลงในน้ำย้อมเพื่อปรับสภาพน้ำย้อม สีมีความคงทนต่อการซักต่ำ และมีความคงทนต่อแสงแดด ปานกลาง สีธรรมชาติที่สามารถใช้การย้อมแบบนี้ได้แก่ ครั่ง ให้สีชมพู ม่วง และแดง

3) หลักการย้อมสีเบส (Basic Dyes) สีย้อมติดเส้นใยเหมือนสีเบส สภาพการย้อมมีค่า pH ของน้ำย้อมเป็นเบส สีในกลุ่มนี้มีประจุบวกและใช้ย้อมเส้นใยที่มีประจุลบ สีมีความคงทนต่อการซักต่ำ และมีความคงทนต่อแสงต่ำ

4) หลักการย้อมสีมอร์แดนท์ (Mordant Dyes) สีย้อมติดเส้นใยเหมือนสีมอร์แดนท์ เป็นการใช้โมเลกุลของมอร์แดนท์ หรือใช้เกลือของโลหะเข้าไปรวมกับโมเลกุลของสีในเส้นใย ทำให้โมเลกุลของสีมีขนาดใหญ่ขึ้นและไม่สามารถหลุดออกจากช่องว่างในเส้นใยได้ สีจึงมีความคงทนทานต่อการซัก และคงทนต่อแสง สีธรรมชาติที่สามารถใช้หลักการย้อมแบบนี้ได้แก่ รากเข็ม ให้สีม่วง และแดง

5) หลักการย้อมสีแวต สีย้อมติดเส้นใยเหมือนสีแวต ซึ่งเป็นสีไม่ละลายน้ำเมื่อนำไปย้อมเส้นใยจะถูกรีดวสีในสารละลายต่างคือโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมซัลไฟด์ ให้เป็นสีที่ละลายน้ำได้ เมื่ออยู่ในสภาพที่ละลายได้สีจะเปลี่ยนไปจากเดิมเมื่อสีถูกดูดซึมเข้าไปในเส้นใยเกิดการออกซิเดชันกับอากาศหรือ

อาจใช้สารออกซิไดส์ให้เปลี่ยนเป็นสีไม่ละลายน้ำจึงมีความคงทนต่อการซักและคงทนต่อแสงได้ดี สีธรรมชาติที่ใช้หลักการย้อมแบบนี้คือ คราม ให้สีน้ำเงิน

การสกัดสารสีจากพืช

วิระภา คอทอง (2542 : 12) ได้กล่าวถึงการสกัดสารสีจากพืชไว้ดังนี้

1) นำส่วนของพืชที่ต้องการสกัด เช่น ถ้าเป็นใบไม้สดจะฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ถ้าเป็นวัตถุดิบแห้งจำพวกเปลือกไม้ต้องสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ และต้องแช่น้ำเป็นตัวทำละลายสกัดก่อนอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ในบางกรณีจะทำการบดด้วยเครื่องบดปั่นก่อนให้ความร้อน

2) ชั่งน้ำหนักวัตถุดิบให้ทราบน้ำหนักแน่นอน เติมน้ำเข้าตามปริมาตรที่กำหนด ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้น้ำที่มีระดับค่า pH ต่างกันมาต้มกับฟางข้าว

3) นำไปกรองเอาสารละลาย เพื่อนำไปใช้เป็นน้ำสีย้อมต่อไป

ผู้วิจัยได้นำฟางข้าวมาทำการตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำมาต้มกับน้ำที่มีค่า pH ต่างกันคือ 8, 11 และ 14 ตามลำดับ โดยใช้อัตราส่วนของฟางข้าวต่อน้ำเข้าเท่ากับ 1/30 ที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 20 นาที แล้วกรองเฉพาะฟางข้าวออกไปจะได้น้ำสีย้อมที่มีความเข้มข้นต่างกัน แล้วนำมาทำการทดสอบคุณสมบัติด้านความคงทนของสีย้อม โดยการนำเส้นใยฝ้ายผ่านการย้อมมาซักด้วยผงซักฟอก เพื่อสังเกตความคงทนของสีย้อม

1.3 การทำเยื่อกระดาษ

ฟางข้าวเป็นผลพลอยได้จากการเพาะปลูกข้าว ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย จึงทำให้มีฟางข้าวเหลืออยู่มากถึง 60 ล้านตันต่อปี นอกจากมีการนำฟางข้าวไปใช้ประโยชน์ในด้านการเลี้ยงสัตว์ และการกลีกรวมแล้ว ฟางข้าวยังเป็นแหล่งเส้นใยธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตเยื่อกระดาษอีกด้วย

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ (ม.ป.ป. : 4 – 76) ได้กล่าวถึงความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกระดาษ ไว้ดังนี้

กระดาษ (Paper) หมายถึง แผ่นวัสดุบางซึ่งทำจากเส้นใย (Fiber) ผสมกับสารเติมแต่ง (Additive) ต่าง ๆ ตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไป ซึ่งสารเติมแต่งนี้อาจเติมก่อนการขึ้นแผ่น (Sheet Forming) หรือหลังการขึ้นแผ่นแล้วก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติกระดาษที่ต้องการ

ฟางข้าว เป็นแหล่งเส้นใยในการผลิตเยื่อกระดาษที่จัดอยู่ในกลุ่มของไม้ล้มลุก ซึ่งเป็นส่วนที่เหลือทิ้งทางการเกษตร (Agriculture Residue)

การผลิตเยื่อ (Pulping)

วัตถุดิบประสงค์หลักของการผลิตเยื่อ ก็เพื่อต้องการแยกเส้นใยออกมาจากองค์ประกอบอื่นของฟางข้าว การผลิตเยื่อสามารถทำได้หลายวิธีทั้งโดยวิธีเคมีและวิธีเชิงกล ในที่นี้จะขอกล่าวถึงวิธีเคมี

กระบวนการผลิตเยื่อเคมี (Chemical Pulping Process)

กระบวนการผลิตเยื่อตามกรรมวิธีนี้จะใช้พลังงานเคมีและพลังงานความร้อนในการทำให้เส้นใยแยกออกจากกัน โดยฟางข้าวจะถูกส่งเข้าหม้อต้มเยื่อ สารเคมี(สารโซเดียมไฮดรอกไซด์)และความร้อนจะละลายลิกนินออกไปเหลือส่วนที่ไม่ละลาย คือ เยื่อ เยื่อที่ได้จะมีลักษณะนุ่ม มีสีค่อนข้างคล้ำ เส้นใยที่ได้จะสมบูรณ์ เยื่อชนิดนี้มีปริมาณการใช้สูงมากเพราะสามารถพัฒนาศักยภาพของเส้นใยให้สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางเหมาะทั้งใช้ในงานรับแรงและเพื่อการสื่อสาร ถ้าใช้ในงานรับแรง เช่น นำไปทำกระดาษบรรจุภัณฑ์ไม่จำเป็นต้องฟอกสี แต่ถ้าใช้เพื่อการสื่อสารจะต้องนำไปฟอกให้ขาวก่อน

คุณสมบัติของกระดาษ

คุณสมบัติของกระดาษ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1) สมบัติทางเชิงกลของกระดาษ เป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในการใช้งานของกระดาษ ว่ามีความทนทานต่อการใช้งานได้มากน้อยเพียงใด และมีความสามารถในการต้านทานแรงที่มากระทำต่อกระดาษ ในลักษณะต่างๆ ได้หรือไม่ ค่าสมบัติทางเชิงกลที่ได้จะเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้กระดาษให้เหมาะสมกับงาน

2) สมบัติทางด้านทัศนศาสตร์ที่ปรากฏต่อสายตาทั้งหมดเกิดจากสัมพันธ์กิริยาระหว่างแสงกับกระดาษ 4 ประการด้วยกัน ได้แก่ การสะท้อนแสง การกระเจิงแสง การดูดกลืนแสง และการส่องผ่านของแสง

3) สมบัติทางด้านการต้านทานของกระดาษ เป็นสมบัติที่มีความสำคัญมากสำหรับกระดาษพิมพ์และเขียน และกระดาษบรรจุภัณฑ์ เพราะเป็นสมบัติที่บ่งบอกให้รู้ว่ากระดาษนั้นมีความต้านทานต่อการซึมทะลุผ่านของน้ำเข้าไปในเนื้อกระดาษได้ดีหรือไม่ หรือป้องกันการซึมผ่านของอากาศ และความชื้นได้ดีเพียงใด

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกล่าวถึงคุณสมบัติเชิงกลของกระดาษในด้านความต้านแรงดึง ในการทำการทดสอบคุณสมบัติของเยื่อกระดาษจากฟางข้าว สมบัติเชิงกลของกระดาษเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในการใช้งานของกระดาษ ซึ่งหมายถึง การที่กระดาษมีความทนทานต่อการใช้งาน (Durability) และความสามารถในการต้านทานแรงที่มากระทำในลักษณะต่างๆ เช่น แรงดึง แรงเฉือน แรงบิด และแรงที่ทำให้กระดาษโค้งงอ ซึ่งแรงเหล่านี้เกิดขึ้นในหลาย ขั้นตอนตั้งแต่การผลิตกระดาษ การแปรรูปจนถึงการใช้งาน กระดาษจะตอบสนองแรงที่มากระทำเหล่านี้ได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกระดาษ ซึ่งสามารถวัดออกมาได้ในรูปของสมบัติเชิงกลได้ ดังนั้นในการเลือกกระดาษเพื่อนำไปใช้งานจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษด้วย

สมบัติทางเชิงกลของกระดาษ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) สมบัติทางเชิงกลพื้นฐาน (Fundamental Mechanical Properties)
- 2) สมบัติทางเชิงกลประยุกต์ (Applied Mechanical Properties)

สมบัติทางเชิงกลพื้นฐานจะพิจารณาจากลักษณะที่ปรากฏให้เห็นของกระดาษในขณะรับแรงที่มากระทำ ซึ่งจะสัมพันธ์กับทฤษฎีว่าด้วยการเสียรูปของกระดาษที่เกิดจากการรับแรง (Mechanical Deformation) ส่วนสมบัติทางเชิงกลประยุกต์จะพิจารณาจากสมบัติทางเชิงกลต่างๆ ของกระดาษ ซึ่งมีการทดสอบและรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ควบคุมคุณภาพในขั้นตอนการผลิตและการแปรรูป

- 1) สมบัติทางเชิงกลพื้นฐาน

เป็นสมบัติทางเชิงกลที่บ่งบอกถึงพฤติกรรมของกระดาษที่เกิดขึ้นในขณะที่ได้รับแรงดึง ซึ่งกระดาษแต่ละชนิดจะมีพฤติกรรมในลักษณะเดียวกัน ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเค้นและความเครียด (Stress-Strain Plot) เพื่อให้เข้าใจถึงความหมายคำว่า แรงเค้น และความเครียด

แรงเค้น (Stress) หมายถึง แรงที่กระทำให้วัตถุเกิดการยืดตัว ยกตัวอย่างเช่น แขนงตุ่มน้ำหนักไว้ที่ปลายลวด ลวดจะได้รับแรงดึงทำให้เกิดการยืดตัวขึ้น เรียกแรงที่กระทำว่า เทนไซล์สเตรส (Tensile Stress) มีหน่วยเป็น แรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)

ความเครียด (Strain) หมายถึง การยืดตัวของวัตถุเมื่อถูกแรงดึง หน่วยที่ใช้เป็นร้อยละ คิดจากความยาวที่เพิ่มขึ้นต่อความยาวเดิมของวัตถุ เช่น วัตถุเดิมยาว 100 มม. หลังได้รับแรงดึงมีความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 105 มม. ดังนั้นวัตถุนั้นจะมีความเครียดหรือความยืดเท่ากับร้อยละ 5

การยืดตัวก่อนขาดหรือความยืด สมบัติการยืดตัวของกระดาษนั้นมีความสำคัญมาก ดังที่ได้กล่าวในสมบัติทางเชิงกลพื้นฐาน เกี่ยวกับค่า TEA (Tensile Energy Absorption) ของกระดาษแล้ว ค่าความยืดที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่ม TEA ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกศักยภาพการใช้งานของกระดาษชนิดพิเศษที่ต้องมีความยืดสูงมากพอที่จะทนแรงที่มากกระทำได้ เช่น กระดาษที่ใช้ทำถุงหลายชั้น เพราะกระดาษที่มีความยืดสูงจะไม่แตกเปราะง่าย การที่กระดาษมีค่าแรงดึงสูงเพียงอย่างเดียวไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ในลักษณะการใช้งานของกระดาษชนิดนี้ เพราะกระดาษจะเกิดการแตกเนื่องจากไม่มีความแข็งแรงพอจะรับแรงมากระทำให้เกิดยืดตัวได้

ความยืดของกระดาษสามารถเพิ่มได้โดยเพิ่มการบิดเยื่อ แต่ถ้าต้องการเพิ่มความยืดของกระดาษให้สูงขึ้นอีกสามารถทำได้โดยการทำให้กระดาษย่น ซึ่งเป็นการทำให้เกิดรอยย่นขนาดเล็ก (Micro Crepe) บนผิวกระดาษ กระดาษที่ได้เรียกว่า เอ็กเทนซิเบิล เปเปอร์ (Extensible Paper) หรือกระดาษยืดพิเศษ กระดาษชนิดนี้จะให้ค่า TEA สูง

2) สมบัติทางเชิงกลประยุกต์

สมบัติทางเชิงกลประยุกต์เป็นสมบัติเชิงกลของกระดาษที่บ่งชี้ถึงค่าความต้านทานแรงที่มากระทำต่อกระดาษในหลายลักษณะ จนกระดาษขาด ได้แก่ แรงดึง แรงฉีก และแรงเฉือน

สมบัติทางเชิงกล (Mechanical Properties) ของกระดาษที่ทดสอบกันโดยทั่วไป ได้แก่

- 2.1 ความต้านแรงดึงขาด (Tensile Strength) และการยืดตัวก่อนขาด (Elongation)
- 2.2 ความต้านแรงดันทะลุ (Burst Strength)
- 2.3 ความต้านแรงฉีกขาด (Tearing Resistance)
- 2.4 ความทนต่อการพับขาด (Folding Endurance)
- 2.5 ความทรงรูป (Stiffness)

สมบัติทางเชิงกลเหล่านี้ยกเว้นความต้านแรงดันทะลุจะขึ้นกับทิศทางการเรียงตัวของ เส้นใย จะเป็นแนวขนานเครื่อง(MD) หรือแนวขวางเครื่อง(CD) ซึ่งเรียกว่า เปเปอร์อนิโซโทรปี(Paper Anisotropy) โดยทิศทางของเส้นใยจะทำให้ค่าสมบัติทางเชิงกลของกระดาษตามแนวขนานเครื่องและแนวขวางเครื่องแตกต่างกัน เช่น ความต้านทานแรงดึงขาดในแนวขนานเครื่องจะมีค่ามากกว่าแนวขวางเครื่อง หรือความต้านแรงฉีกขาดในแนวขนานเครื่องมีค่าน้อยกว่าแนวขวางเครื่อง นอกจากนี้ ความชื้นก็มีผลต่อสมบัติเหล่านี้ด้วยเช่นกัน การทดสอบสมบัติทางเชิงกลเหล่านี้ มีความหมายต่อการนำไปใช้งาน และการตรวจสอบด้านคุณภาพ

2.1 ความต้านแรงดึง (Tensile Strength)และการยืดตัวก่อนขาด (Elongation)

ความต้านแรงดึง หมายถึง ความสามารถในการรับแรงดึงสูงสุดที่กระดาษจะทนได้ก่อนจะขาดออกจากกัน มีหน่วยเป็นแรงต่อความกว้างของกระดาษที่ใช้ทดสอบ เช่น กิโลนิวตันต่อเมตร หรือ ปอนด์ต่อนิ้ว

ค่าที่วัดได้จะเป็นสิ่งที่บ่งชี้ให้เห็นถึงความต้านทานและศักยภาพในการใช้งานของกระดาษซึ่งต้องรับแรงในขณะใช้งาน เช่น เพื่อการห่อของ ทำถุง ทำม้วนเทป เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วค่าต่ำสุดของความต้านแรงดึงขาดของกระดาษแต่ละชนิดต้องการเพียงเพื่อให้แผ่นกระดาษฉีกขาดระหว่างการแปรรูปเพื่อใช้งาน เช่น การใช้กระดาษม้วนป้อนงานพิมพ์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำไปใช้สำหรับกระดาษที่ต้องการความต้านแรงดึงขาดเมื่อเปียก (Wettensile Strength) เพื่อให้แน่ใจว่ากระดาษไม่ยุ่ยง่ายเมื่อถูกน้ำในขณะใช้งาน โดยการตรวจสอบความต้านแรงดึงขาดขณะที่กระดาษยังเปียกอยู่

หลักการในการตรวจสอบความต้านแรงดึงขาด นำกระดาษที่ได้รับการตัดแล้ว ตามมาตรฐานทดสอบโดยยึดไว้ระหว่างปากจับขึ้นทดสอบทั้งสอง ปากจับขึ้นทดสอบ จะเคลื่อนที่ดึงจนขึ้นทดสอบขาด โดยดึงด้วยความเร็วคงที่ เครื่องทดสอบแบบนี้ เรียกว่า แบบลูกตุ้ม (Pendulum Type) แต่การดึงให้กระดาษขาดด้วยอัตราการยืดตัวคงที่ (Constant Straining Rate) ที่วัดค่าแรงด้วย Load Cell ปากจับข้างหนึ่งจะตรึงนิ่งอยู่กับ Load Cell อีกข้างหนึ่งเคลื่อนที่ไปด้วยอัตราเร็วคงที่ เครื่องทดสอบแบบนี้เรียกว่า เครื่องทดสอบแบบอิเล็กทรอนิกส์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โซดาไฟ ในกระบวนการต้มฟางข้าว เพื่อนำเยื่อที่ได้ไปใช้ในกระบวนการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว จากนั้นนำเยื่อกระดาษที่ได้จากการทดลองมาทำการทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชิงกล โดยการนำมาหาค่าความต้านทานต่อแรงดึงด้วยตาชั่งสปริง

1.4 การทำปุ๋ยหมัก

ปัจจุบันเกษตรกรมักใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิต โดยไม่ทราบว่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้โครงสร้างทางกายภาพของดินเสียไป เนื่องจากขาดอินทรีย์วัตถุ เกษตรกรน้อยรายที่จะรู้ว่า ชากพืชที่มีอยู่ในพื้นที่นาหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เช่น ฟางข้าว จะมีประโยชน์ต่อเกษตรกรอย่างมหาศาล ที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน เนื่องจากเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีเหลืออยู่มากต่อหนึ่งฤดูกาลทำนา

มุกดา สุขสวัสดิ์ (2543 : 8) ได้กล่าวถึงความหมายของปุ๋ยหมักไว้ดังนี้

ปุ๋ยหมัก (Composts) คือ ปุ๋ยที่ได้จากการหมักสารอินทรีย์ให้สลายตัวตามธรรมชาติ โดยนำสิ่งเหล่านั้นมากองรวมกันรดน้ำให้ชื้น แล้วปล่อยให้ย่อยสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จึงนำไปใช้ปรับปรุงดิน

ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งได้จากเศษพืชต่าง ๆ เศษขยะมูลฝอยหลายชนิดอาจมีซากสัตว์และมูลสัตว์อยู่ด้วย เมื่อนำมาผสมรวมกันโดยอาศัยกรรมวิธีการหมักอย่างง่าย ๆ และใช้เวลาในระยะหนึ่ง เศษพืชเศษขยะเหล่านี้จะเปลี่ยนไปจากรูปเดิมอันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ หลังจากนั้นก็สามารถนำเอาปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย (2533 : 24-37) ได้แบ่งประเภทของการทำปุ๋ยหมักไว้ 5 ประเภทด้วยกันดังนี้ คือ

1. การทำปุ๋ยหมักแบบใช้เศษพืชอย่างเดียว

การทำปุ๋ยหมักแบบนี้ถือเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เนื่องจากใช้เศษพืชอย่างเดียวมาเป็นวัสดุในการทำ วิธีในการทำนำเศษพืชมากองบนพื้นดินหรือพื้นซีเมนต์ก็ได้ โดยกองเศษพืชให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดความกว้างประมาณ 2-3 เมตร ความยาวของกองนั้นแล้วแต่ความต้องการ หลังจากเอาเศษมากองแล้วขึ้นย่ำให้แน่นรดน้ำให้ชุ่ม และเมื่อทำการกองปุ๋ยจนได้ขนาดความสูงประมาณ 1 เมตร แล้วใช้ดินทับลงข้างบนให้หนาประมาณ 1 นิ้ว จากนั้นรดน้ำและกลับกองปุ๋ยทุก ๆ 25-30 วัน จนกว่าเศษพืชนั้นจะเน่าเปื่อยผุพังเป็นปุ๋ยที่หมักใช้ได้

ในปัจจุบันการทำปุ๋ยหมักแบบนี้ไม่เป็นที่นิยมทำกัน ทั้งนี้เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการหมักนานถึงประมาณ 4-6 เดือน จึงจะได้ปุ๋ยหมักมาใช้ในการปรับปรุงดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเศษพืชที่นำมาทำปุ๋ยหมักด้วย

2. การทำปุ๋ยหมักแบบใช้เศษพืชผสมตัวเร่งประเภทมูลสัตว์

การทำปุ๋ยหมักแบบนี้แตกต่างจากแบบแรกตรงที่มีการกองเศษพืชเป็นชั้น ๆ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างเศษพืชและมูลสัตว์ในอัตรา 100 ต่อ 10 ส่วนโดยน้ำหนัก มาทำการกองทับกันเป็นชั้น ๆ จนได้กองปุ๋ยสูง

ประมาณ 1 เมตร ชั้นบนสุดให้ใส่หน้าดินหรือดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ทับลงไปให้หนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร เพื่อป้องกันมิให้ความชื้นระเหยออกจากกองปุ๋ยเร็วเกินไป จากนั้นรดน้ำและกลับกองปุ๋ยทุก ๆ 25 - 30 วัน

การทำปุ๋ยหมักแบบนี้เศษพืชจะเน่าเปื่อยผุพังกลายเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วกว่าการทำปุ๋ยหมักแบบแรก เพราะมีการใส่มูลสัตว์ผสมลงไปด้วย ซึ่งจะเป็นตัวช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์และความร้อนภายในกอง ทำให้การย่อยสลายเป็นไปอย่างรวดเร็วขึ้น

3. การทำปุ๋ยหมักแบบใช้เศษพืชผสมสารตัวเร่งประเภทปุ๋ยเคมี

เป็นวิธีการทำปุ๋ยหมักที่เกษตรกรนิยมทำกัน การย่อยสลายตัวของเศษพืชและคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ได้จะดีกว่าสองแบบแรกที่ถูกกล่าวมา อัตราส่วนผสมของการทำปุ๋ยหมักแบบนี้จะใช้เศษพืช มูลสัตว์และปุ๋ยเคมี ในอัตรา 100 : 10 : 1 โดยน้ำหนัก แต่ระยะเวลาในการเน่าเปื่อยผุพังของเศษพืชจนกลายเป็นปุ๋ยหมักที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ใช้เวลาประมาณ 3 - 4 เดือน

4. การทำปุ๋ยหมักแบบใช้เชื้อจุลินทรีย์เป็นสารเร่ง

ในการทำปุ๋ยหมักแบบธรรมดานั้นต้องใช้ระยะเวลามากพอสมควรในการหมัก แม้ว่าจะได้ใส่ตัวเร่งต่าง ๆ เช่น มูลสัตว์ ปุ๋ยเคมี เพิ่มเติมลงไปแล้วก็ตาม ด้วยเหตุนี้ปัจจุบันจึงได้มีการผลิตสารตัวเร่งขึ้นเพื่อใช้ย่อยเศษซากพืชให้เป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็ว และเพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี และปลอดภัยยิ่งขึ้น สารตัวเร่งที่ผลิตได้นั้นคือ เชื้อจุลินทรีย์ พด. - 1 ซึ่งผลิตโดยกรมพัฒนาที่ดิน สารตัวเร่งดังกล่าวประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ และสารอาหารหลายอย่างรวมกันอยู่ในลักษณะแห้ง สะดวกแก่การนำไปใช้และเก็บรักษา โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ได้แก่ จุลินทรีย์ประเภทเชื้อรา แบคทีเรีย และแอกทีโนมัยซิส มีความสามารถย่อยสลายเศษพืชให้เป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็ว เป็นการประหยัดเวลาในการหมัก สามารถนำปุ๋ยหมักไปใช้ได้ทันการ โดยการทำปุ๋ยหมักด้วยการใช้เชื้อจุลินทรีย์เป็นสารเร่งนี้ จะสามารถช่วยย่นเวลาการหมักจากประมาณ 3-4 เดือน ลงเหลือเพียงประมาณ 1-2 เดือนเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเศษวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมัก และนอกจากนั้นแล้วยังทำให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่ผสมอยู่ในสารเร่งนี้เป็นพวกที่ทำการย่อยสลายเศษพืชได้ดีเมื่อกองปุ๋ยมีความร้อนสูง ซึ่งจะช่วยให้ย่อยสลายเมล็ดพืชหรือเชื้อโรคที่ปะปนอยู่ในกองปุ๋ยหมักได้

อัตราส่วนผสมของวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ทำปุ๋ยหมักแบบใช้เชื้อจุลินทรีย์เป็นสารเร่งมีดังนี้

เศษซากพืช	1,000 กิโลกรัม
มูลสัตว์ (มูลวัว)	200 กิโลกรัม
ปุ๋ยยูเรีย	2 กิโลกรัม
สารเร่ง พด. - 1	150 กรัม

วิธีการทำก็เช่นเดียวกับที่ถูกกล่าวมาแล้วข้างต้นคือนำมาซ้อนกันเป็นชั้น ๆ จากนั้นนำสารเร่ง พด. - 1 มาละลายน้ำแล้วราดบนกองเศษพืช หลังจากนั้นจึงนำเศษพืชมากองในชั้นที่ 2 ต่อไป ทำเช่นนี้ทุกชั้นจนกระทั่งได้กองปุ๋ยหมักสูงประมาณ 1.0 - 1.5 เมตร ชั้นบนสุดให้ใส่หน้าดินหรือดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ทับลงไปให้หนาประมาณ 2 - 3 เซนติเมตร เพื่อป้องกันมิให้ความชื้นระเหยออกจากกองปุ๋ยเร็วเกินไป จากนั้นรดน้ำและกลับกองปุ๋ยทุก ๆ 5 - 7 วัน ก็จะได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี

5. การทำปุ๋ยหมักแบบต่อเชื้อ

การทำปุ๋ยหมักโดยวิธีการต่อเชื้อ หมายถึง การทำปุ๋ยหมักโดยใช้ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายแล้วมาเป็นต้นตอของเชื้อจุลินทรีย์หรือสารเร่งสำหรับการทำปุ๋ยหมักครั้งใหม่ โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ทุกครั้งที่ทำปุ๋ยหมัก นับว่าเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรอย่างแท้จริง คือเกษตรกรสามารถนำปุ๋ยหมักที่

ทำได้มาใช้เป็นต้นเชื้อจุลินทรีย์เพื่อทำปุ๋ยหมักครั้งต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพราะจุลินทรีย์ซึ่งมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมักกองเดิมยังคงมีชีวิตอยู่ และยังมีความสามารถที่จะย่อยสลายเศษวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักในคราวถัดไปอีกโดยไม่จำเป็นต้องใช้มูลสัตว์ แต่สำหรับปุ๋ยเคมีนั้นยังคงมีความสำคัญและจำเป็นต่อการทำปุ๋ยหมักแบบต่อเชื้อ เนื่องจากธาตุไนโตรเจนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญและการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเศษพืช ทำให้กระบวนการย่อยสลายเกิดได้รวดเร็วขึ้น การทำปุ๋ยหมักโดยวิธีการต่อเชื้อ นับได้ว่าเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและช่วยลดต้นทุนในการผลิตปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี

วิธีการทำปุ๋ยหมักแบบต่อเชื้อ ในขั้นแรกจะต้องมีกองปุ๋ยหมักที่เกิดจากการหมักโดยผสมสารเร่งประเภทจุลินทรีย์ไว้เสียก่อน เพราะการทำปุ๋ยหมักโดยวิธีการต่อเชื้อนี้จะต้องใช้ปุ๋ยหมักที่หมักแล้ว 10-15 วัน หรือปุ๋ยหมักที่ใช้ได้แล้วเป็นต้นเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อใช้ในการทำปุ๋ยหมักในคราวต่อไป ซึ่งในที่นี้จะขอกกล่าวถึงวิธีการทำปุ๋ยหมักแบบต่อเชื้อโดยใช้ปุ๋ยหมักช่วงอายุ 10 - 15 วัน เป็นต้นเชื้อ มีอัตราส่วนผสมในการทำดังนี้คือ เศษพืช 1,000 กิโลกรัม ปุ๋ยหมักอายุ 10-15 วัน 200 กิโลกรัม และปุ๋ยยูเรียหรือปุ๋ยเคมีอื่นใดที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ 2 กิโลกรัม นำวัสดุที่จะใช้กองปุ๋ยหมักมาแบ่งออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) นำเศษวัสดุที่จะใช้ทำปุ๋ยหมักมากองเป็นชั้น ให้มีความกว้างประมาณ 2-3 เมตร ความยาวไม่จำกัด สูงประมาณ 30-40 เซนติเมตร ย่ำให้แน่นและรดน้ำให้ชุ่ม
- 2) นำปุ๋ยหมักที่หมักได้ 10-15 วัน ส่วนแรกมาโรยที่ผิวบนของเศษวัสดุที่กองไว้ชั้นละ 50 กิโลกรัม แล้วรดน้ำให้ชุ่มแต่อย่าให้ถึงกับแฉะมากเกินไป
- 3) นำปุ๋ยยูเรียหรือปุ๋ยเคมีอื่น ๆ ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ 0.5 กิโลกรัม ละลายน้ำโรยหรือราดให้ทั่วผิวบนของเศษวัสดุ
- 4) ทำการกองปุ๋ยหมักต่อไปโดยให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กองในชั้นแรกจนครบ 4 ชั้น สำหรับชั้นบนสุดให้ใช้หน้าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ทับหนาประมาณ 1 นิ้ว เพื่อเป็นการช่วยรักษาความชื้นภายในกองปุ๋ย

การทำปุ๋ยหมักโดยวิธีการต่อเชื้อ ถ้าใช้ฟางข้าวเป็นวัสดุในการทำปุ๋ยหมักสามารถทำได้ตามวิธีการดังกล่าว รวมถึงมีการปฏิบัติดูแลรักษาอย่างถูกขั้นตอนจะใช้เวลาประมาณ 30-40 วันก็สามารถนำปุ๋ยหมักไปใช้ได้แล้ว

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของเศษพืช หรือการที่เศษพืชจะสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วหรือช้า และปุ๋ยหมักที่ได้จะมีคุณภาพสูงหรือต่ำนั้นมีปัจจัยสำคัญที่ควบคุมหลายประการ

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย (2533 : 52-58) ได้สรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของเศษพืช หรือการที่เศษพืชจะสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วหรือช้า และปุ๋ยหมักที่ได้จะมีคุณภาพสูงหรือต่ำนั้น มีปัจจัยสำคัญที่ควบคุมหลายประการดังต่อไปนี้

1) ชนิดของวัสดุที่ใช้หมัก

วัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมักส่วนใหญ่แล้วจะได้มาจากพืชมากกว่าที่จะได้จากสัตว์ ซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิด ดังนั้นจึงอาจแบ่งเศษพืชที่ใช้ทำปุ๋ยหมักได้เป็น 2 พวกด้วยกันคือ เศษพืชพวกสลายตัวง่าย เช่น พืชตระกูลถั่ว ผักตบชวา เศษพืชที่เป็นพืชอวบน้ำอื่น ๆ และอีกพวกหนึ่งก็คือเศษพืชพวกที่ย่อยสลายได้ยาก เช่น ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย ชีเลื่อย ขุยมะพร้าว ปกติแล้วเศษพืชพวกหลังนี้จะมีธาตุอาหารอยู่น้อยไม่เพียงพอ กับความต้องการของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตช้า มีผลทำให้การย่อยสลายเศษพืชช้าลงด้วย

2) อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นส่วนที่สำคัญที่ชี้ให้เห็นว่ากระบวนการเปลี่ยนแปลงในกองปุ๋ยหมักจะช้าหรือเร็ว เป็นตัวบ่งชี้กิจกรรมการย่อยสลายเศษพืชโดยพวกจุลินทรีย์ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมในกองปุ๋ยหมักจะอยู่ในช่วง 40-70 องศาเซลเซียส ถ้าหากในกองปุ๋ยหมักมีอุณหภูมิเกินกว่า 70 องศาเซลเซียสขึ้นไปจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตายหรือชะงักการเจริญเติบโต จำเป็นต้องกลับกองปุ๋ยหมักบ่อย ๆ เพื่อลดอุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักให้ต่ำลงถึงระยะหนึ่ง จุลินทรีย์จะเพิ่มปริมาณมากขึ้น อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักจะสูงขึ้นอีก ดังนั้นควรจะต้อนหมักกลับกองปุ๋ยหมักอยู่ตลอด การกลับกองปุ๋ยหมักบ่อย ๆ จะทำให้การย่อยสลายตัวเองของเศษพืชเป็นไปอย่างรวดเร็วขึ้น

3) ออกซิเจน

ออกซิเจนมีความสำคัญต่อจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศมาก เชื้อจุลินทรีย์ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ที่นำมาใช้ในการย่อยเศษพืช เป็นพวกที่ต้องการอากาศ ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต โดยเกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจ ทำให้เกิดพลังงานและจุลินทรีย์จะสร้างเอ็นไซม์ออกมาเพื่อทำการย่อยสลายเศษพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการกลับกองปุ๋ยหมักจะทำให้สภาพของกองปุ๋ยหมักโปร่งขึ้น การระบายอากาศดีขึ้น หรืออาจใช้ไม้ไผ่หลาย ๆ ลำมาปักตั้งไว้บนพื้นดินที่จะตั้งกองปุ๋ยหมัก เมื่อตั้งกองเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ถอนลำไม้ไผ่ออก กองปุ๋ยก็จะมีช่องระบายอากาศตามที่ต้องการ ควรทำช่องระบายอากาศเช่นนี้ทุกครั้งที่มีการกลับกองปุ๋ย เพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศได้สะดวกทำให้จุลินทรีย์ได้รับออกซิเจนอยู่ตลอดเวลา ช่วยให้เศษซากพืชสลายตัวได้รวดเร็วขึ้น

4) ความชื้นของกองปุ๋ยหมัก

ความชื้นของกองปุ๋ยหมักเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพและการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของเชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก จุลินทรีย์เหล่านี้จะเป็นตัวช่วยในการสลายเศษซากพืชให้กลายเป็น ปุ๋ยหมัก ดังนั้นวัสดุที่จะนำมากองจึงต้องเปียกชื้นหรือต้องรดน้ำให้พอดี คือรดน้ำพอแค่ให้เศษพืชในกองเปียกชื้นแต่ไม่เปียกจนแฉะ ซึ่งความชื้นที่พอดีของกองปุ๋ยหมักควรอยู่ในช่วง 50-60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ถ้ากองปุ๋ยหมักแฉะเกินไปจะทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่ย่อยซากพืชมีจำนวนน้อยลง แก๊สโดยกลับกองปุ๋ยหมักบ่อย ๆ จะช่วยให้กองปุ๋ยหมักกลับอยู่ในสภาพเดิม

5) ขนาดของกองปุ๋ยหมัก

การทำปุ๋ยหมักไม่ควรกองปุ๋ยให้สูงมากนัก เพราะการกองปุ๋ยที่สูงมากไปเศษซากพืชส่วนที่อยู่ด้านล่างของกองปุ๋ยจะถูกน้ำหนักจากส่วนบนกดทับทำให้เกิดการอัดตัวกันแน่น ไม่สามารถระบายอากาศได้ จึงสรุปได้ว่าขนาดของกองปุ๋ยหมักไม่ว่าจะเป็นการทำปุ๋ยหมักขนาดเล็กหรือทำเป็นแบบอุตสาหกรรม ไม่ควรจะเล็กกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร คือให้มีความกว้าง ยาวและสูงด้านละไม่ต่ำกว่า 1 เมตร

6) ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก

ถ้ามีจุลินทรีย์ในปริมาณมากการย่อยก็เกิดขึ้นเร็ว ในทางตรงกันข้ามหากมีจุลินทรีย์อยู่น้อยการย่อยสลายเศษพืชก็เกิดขึ้นช้า จุลินทรีย์พวกเชื้อราและแอกติโนมัยซีดจะย่อยสลายได้ดีกว่า

7) ความเป็นกรดเป็นด่าง

ในการทำปุ๋ยหมักถ้าจะให้มีการเน่าสลายเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และรวดเร็วแล้วความเป็นกรดเป็นด่างของกองปุ๋ยหมักควรอยู่ตั้งแต่ช่วงที่เป็นกรดอ่อน ๆ จนถึงด่างอ่อน ๆ คือมีค่า pH ประมาณ 5.0 - 7.5 หากสูงหรือต่ำกว่านี้การย่อยสลายจะช้าลง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเศษวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักจะมีปฏิกิริยาเป็นกรด

เล็กน้อยไปจนถึงต่างเล็กน้อย ฉะนั้นจึงไม่จำเป็นต้องปรับระดับกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษพืชก็สามารถเกิดขึ้นได้

8) อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของเศษซากพืชที่นำมาทำปุ๋ยหมัก

อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมในการย่อยสลายมีค่าประมาณ 30 - 35 ต่อ 1 ฉะนั้นในระยะเริ่มกองปุ๋ยหมัก ควรปรับอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนให้อยู่ในช่วงดังกล่าว ซึ่งสามารถทำได้โดยการใส่ปุ๋ยเคมีหรือมูลสัตว์ก็ได้ เพื่อให้เศษพืชสามารถย่อยสลายตัวได้รวดเร็วขึ้น

9) ปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในเศษพืช

เศษพืชที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก หากเป็นประเภทที่สลายตัวยาก เช่น ฟางข้าว แกลบ ชี้อ้อย เศษหญ้าแห้ง ซึ่งเศษพืชพวกนี้จะมีแร่ธาตุอาหารอยู่น้อย ไม่เพียงพอความต้องการของจุลินทรีย์ จึงควรใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มปริมาณแร่ธาตุอาหารลงไปกองเศษพืช แร่ธาตุที่สำคัญที่ปกติจะมีไม่เพียงพอหรือขาดแคลนมากที่สุดในเศษพืชพวกนี้ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน เป็นอาหารสร้างความเจริญเติบโตขยายจำนวนจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยซากพืช กองปุ๋ยที่มีไนโตรเจนน้อยเกินไป ความร้อนจะเกิดขึ้นน้อย การสลายตัวก็ช้าตามไปด้วย หรือถ้าไม่มีอินทรีย์วัตถุที่ให้ธาตุไนโตรเจนก็ใส่ปุ๋ยอินทรีย์แทนได้ เช่น การใส่มูลสัตว์ต่าง ๆ ผสมคลุกเคล้าลงไปด้วยแล้ว กองปุ๋ยจะร้อนขึ้นได้รวดเร็วและย่อยสลายได้ดีกว่าการใช้เศษซากพืชมาทำปุ๋ยหมักแต่เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เพราะมูลสัตว์มีสารประกอบและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์อยู่มากมายหลายชนิด การใส่มูลสัตว์จึงเป็นการเร่งเร้าให้จุลินทรีย์ทำการย่อยเศษพืชอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ในมูลสัตว์ที่ใส่ลงไปยังมีจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีความสามารถย่อยเศษพืชได้อยู่มากมาย การใส่มูลสัตว์จึงเป็นการใส่เชื้อจุลินทรีย์จำนวนมากลงไปในกองปุ๋ยนั่นเอง

หลักการพิจารณากองปุ๋ยหมักที่ใช้ได้แล้ว

กรมพัฒนาที่ดิน (2545 : 54) ได้สรุปวิธีการพิจารณากองปุ๋ยหมักที่ใช้ได้มีข้อสังเกตง่าย ๆ ดังนี้

- 1) สีของปุ๋ยหมักจะเป็นสีน้ำตาลเข้มดำ
- 2) ลักษณะความอ่อนนุ่มของเศษพืชเมื่อบีบดูเศษพืชจะอ่อนนุ่มยุ่ยง่ายไม่แข็ง
- 3) อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักไม่สูง หรือใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก
- 4) ต้นพืชสามารถเจริญบนกองปุ๋ยหมักได้ แสดงว่าปุ๋ยหมักย่อยสลายอย่างสมบูรณ์แล้ว
- 5) สำหรับในห้องปฏิบัติการก็สามารถตรวจได้โดยการวิเคราะห์หาอัตราส่วนของสารประกอบ

คาร์บอนและไนโตรเจนไม่สูงกว่า 20 ต่อ 1 แสดงว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้ว

ผลของปุ๋ยหมักต่อคุณสมบัติของดิน

กรมพัฒนาที่ดิน (2545 : 55) ได้สรุปผลของการใช้ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงไปในดินจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของดิน ดังนี้

ผลของปุ๋ยหมักต่อคุณสมบัติทางกายภาพ

- 1) อนุภาคของดินเกาะตัวกันทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น
- 2) การอุ้มน้ำและการซึมผ่านของน้ำดีขึ้น
- 3) การระบายอากาศของดินดีขึ้น
- 4) รากพืชแผ่กระจายได้ดี

ผลของปุ๋ยหมักต่อคุณสมบัติทางเคมี

- 1) เพิ่มธาตุอาหารพืชหลักและรอง
- 2) ค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารพืช
- 3) เพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืช
- 4) ลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด
- 5) ช่วยต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด เป็นด่างในดิน

ผลของปุ๋ยหมักต่อคุณสมบัติทางชีววิทยา

- 1) แหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดิน
- 2) กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเพิ่มขึ้น
- 3) ลดปริมาณเชื้อโรคพืชบางชนิด

ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย (2533 : 6 – 9) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของปุ๋ยหมักไว้ดังนี้

การปรับปรุงบำรุงดิน

- 1) ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินทราย ดินที่หน้าดินถูกชะล้างและดินชั้นล่างที่นำมาใช้ในการเพาะปลูก
- 2) ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชที่สำคัญทั้งธาตุอาหารพืช หลักธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม
- 3) ช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินอยู่ตลอดเวลา โดยที่ธาตุอาหารพืชชนิดต่างๆ ค่อย ๆ ละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืช ช่วยให้ดินมีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิต
- 4) ช่วยรักษาปฏิกิริยาของดินไม่ให้เปลี่ยนแปลงได้ง่าย โดยเฉพาะปุ๋ยหมักจะมีปฏิกิริยาเป็นกรดอ่อน ๆ ซึ่งพืชโดยทั่วไปต้องการ
- 5) ช่วยให้ดินเหนียว ซึ่งแน่นทึบมีความร่วนซุยและดินทราย มีการจับตัวกันดียิ่งขึ้น
- 6) ช่วยให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดียิ่งขึ้น เพราะปุ๋ยหมักมีคุณสมบัติคล้ายกระดาษซับที่คอยซับน้ำ และธาตุอาหารไว้ให้พืชใช้
- 7) ช่วยป้องกันมิให้ดินสูญเสียหรือถูกชะล้างไปได้ง่าย เพราะปุ๋ยหมักช่วยซับน้ำและทำให้เม็ดดินเกาะกันดียิ่งขึ้น
- 8) ช่วยให้เกิดความสะดวกในการไถพรวน และการเตรียมดินโดยทั่วไป
- 9) ช่วยเพิ่มกิจกรรมและปริมาณจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้น

ปรับสภาพสิ่งแวดล้อม

- 1) ช่วยกำจัดขยะมูลฝอย ทำให้บริเวณสะอาดถูกลักษณะอนามัย
- 2) ช่วยลดอุบัติเหตุได้ การทำลายเศษพืช โดยการนำไปเผาหรือเผาตอซังข้าว หรือเศษหญ้าข้างถนนเป็นวิธีไม่ถูกต้องทำให้เกิดรถชน จราจรติดขัดเกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินและก่อให้เกิดอากาศเป็นพิษ ถ้านำเศษพืชเหล่านั้นมาทำเป็นปุ๋ยหมักก็จะช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้
- 3) เป็นการกำจัดวัชพืชน้ำทั้งหลายให้หมดไป ทำให้สัตว์น้ำได้รับแสงแดดเต็มที่และเจริญเติบโต

ในทางเศรษฐกิจ

- 1) ช่วยประหยัดและลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพงเป็นการลดต้นทุนการผลิต
- 2) ช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น
- 3) เป็นตัวสร้างอาหารปลาขึ้นมาอีกชนิดหนึ่ง นับว่าเกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจในทางการประมงด้วย

ผู้วิจัยได้ทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว โดยใช้สารเร่ง พด. - 1 เพื่อศึกษาระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว โดยใช้ในอัตราส่วนที่ต่างกัน คือ ใช้ตามสูตรของกรมพัฒนาที่ดิน, ใช้ในปริมาณมากกว่าและไม่ใช้สารเร่ง พด. - 1 จากนั้นนำปุ๋ยหมักที่ได้มาทำการทดสอบคุณสมบัติของดิน ซึ่งมีอยู่ 3 วิธี คือ 1) ผลของปุ๋ยหมักต่อคุณสมบัติทางกายภาพ, 2) ผลของปุ๋ยหมักต่อคุณสมบัติทางเคมี และ 3) ผลของปุ๋ยหมักต่อคุณสมบัติทางชีววิทยา ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกทำการทดสอบผลของปุ๋ยหมักต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดิน เนื่องจากระดับการศึกษาของนักเรียนและความไม่พร้อมทางด้านอุปกรณ์และเครื่องมือที่จะนำมาทำการตรวจสอบ ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่นักเรียนสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ด้วยตาเปล่าทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อบทเรียน เข้าใจได้ง่าย โดยทำการรดน้ำลงบนผิวน้ำของดินที่ปลูกเมล็ดข้าวในตุ้กระจก 2 ใบ เพื่อทำการเปรียบเทียบ โดยใบที่ 1 ปลูกเมล็ดข้าวลงในดินปนทรายที่ผสมปุ๋ยหมักจากฟางข้าว และใบที่ 2 ปลูกเมล็ดข้าวลงในดินปนทรายเพียงอย่างเดียว จากการทดลองนักเรียนสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากผลของการใส่ปุ๋ยหมักจากฟางข้าวต่อสมบัติทางกายภาพของดินได้ครบทุกข้อ ส่วนการทดสอบผลของปุ๋ยหมักต่อสมบัติทางเคมี และทางชีววิทยานั้นต้องใช้ระยะเวลาในการสังเกตค่อนข้างนานเพราะการใส่ปุ๋ยหมักจะเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินโดยตรง ถึงแม้จะไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่จะค่อย ๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว (กรมพัฒนาที่ดิน. 2545 : 83) และการใส่ปุ๋ยหมักในดินมีผลช่วยลดปริมาณเชื้อโรคพืชบางชนิดในดินและมีผลให้พืชเกิดโรคน้อยลง (กรมพัฒนาที่ดิน. 2545 : 84) ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ทันสมัยมาทำการตรวจสอบ

2. เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนแบบบทปฏิบัติการไว้ดังนี้

อรอุมา ละมุล (2541 : 14) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการว่า หมายถึง กิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่จัดเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการอันเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้มีโอกาสปฏิบัติการร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง มีโอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

ฐาปนีย์ เมธิพลกุล (2542 : 47) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการว่า หมายถึง ชุดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติภายใต้สถานการณ์ที่ควบคุม โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

สุรพล วิหคไพบูลย์ (2543 : 24) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการว่า หมายถึง การปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการ นักเรียนจะได้มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง มีโอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูคอยเป็นผู้แนะนำ

สมเกียรติ แก้วจรัสสุสันติ (2544 : 25) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการว่า หมายถึง การสอนโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ใช้เครื่องทดลองต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นที่เลี้ยงให้คำปรึกษาและแนะนำ เมื่อนักเรียนได้ประสบการณ์ตรงจะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางด้านต่าง ๆ มากขึ้นและยังเป็นการพิสูจน์ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการที่ได้ศึกษามา

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง และได้ฝึกประสบการณ์ตรงในการลงมือปฏิบัติการทดลอง เพื่อพัฒนากระบวนการด้านความคิด สามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

2.2 จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ฮอฟสไตน์ และลูเนตตา (Hofstein and Lunetta, 1982 : 203) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

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

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1976 : 60 – 79) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกิจกรรมของมนุษย์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. เพื่อปลูกฝังทักษะการสืบสวนสอบสวน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่น ๆ ได้
3. เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกซาบซึ้ง และเลี่ยนแบบบทบาทของนักวิทยาศาสตร์
4. เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาการทั้งทางด้านความรู้สึกซาบซึ้งซึ่งต่อความมีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทางด้านความเข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์และมีความคิดแบบวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และได้ฝึกทักษะด้านปฏิบัติเพื่อนำไปใช้ในการเรียนในขั้นสูงต่อไป

2.3 ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บุญชม ศรีสะอาด (2528 : 278 – 279) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. ผู้สอนมีอิสระที่จะให้ความช่วยเหลือและการสอนแก่นักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือ
2. การทำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการทดลองอาจดำเนินโดยผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือ เป็นกลุ่มเล็ก ๆ ก็ได้
3. ผู้เรียนอาจศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติจากสิ่งที่สามารถเรียนด้วยตนเองได้
4. เป็นเทคนิคที่เป็นรากฐานของการแก้ปัญหา
5. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้การสรุปครอบคลุม และการใช้การสรุปครอบคลุมดังกล่าวในสถานการณ์ใหม่
6. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะทำการสืบเสาะหาความรู้และค้นพบความรู้

7. ผู้เรียนเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีทักษะมากขึ้น

8. ช่วยพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับนักเรียนมีประโยชน์ คือ นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงจากการได้ลงมือปฏิบัติจริงในการทำการทดลองเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติการทดลอง และเป็นการเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” หมายถึง นวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่กำหนดแนวทางในการทำการทดลองที่มีคุณค่าทางการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นตัวกลางที่ช่วยในการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับนักเรียน ให้ดำเนินการไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความหมายของบทเรียนได้ตรงกับที่ผู้สอนต้องการ โดยนำความรู้เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” พัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 4 บทปฏิบัติการ ได้แก่ 1) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว, 2) การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว, 3) การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว และ 4) การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว

3. เอกสารเกี่ยวกับผลการเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

3.1.1 ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านความรู้

ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เป็นพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน หลังจากการจัดการเรียนการสอน มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งเดิมเรียกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2535 : 101 –103) ได้ให้ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านความรู้ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นดังนี้ คือ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน พิสูจน์หรือทดลอง สรุปผล และการนำไปใช้

กนกวรรณ โพธิ์ทอง (2537 : 42) ได้ให้ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านความรู้ว่าหมายถึง ความสำเร็จและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาการดีขึ้น อันเกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก ค่านิยมต่าง ๆ

ภัทรา นิคมานนท์ (2538 : 62 – 63) ได้ให้ความหมายของผลการเรียนรู้ด้านความรู้ว่าหมายถึง การวัดปริมาณความรู้ ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับวิชาการที่ได้เรียนมาในอดีต ว่าได้รับปริมาณความรู้มากน้อยเพียงใด

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หมายถึง ผลของความสามารถ ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ สมรรถภาพต่าง ๆ ที่ได้รับการพัฒนาดังนั้น

3.1.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ด้านความรู้

ในการจัดการเรียนการสอนสิ่งที่ครูต้องการ คือ การทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ในสิ่งที่เรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติให้มากที่สุด ซึ่งองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของ

นักเรียนนั้นมีหลายประการ สุรีย์ ประกายจันทร์ (2532 : 17) กล่าวโดยสรุปว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสติปัญญาเพียงด้านเดียวแต่จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่น ๆ ดังนี้

1) พฤติกรรมด้านความรู้ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย ความถนัด และพื้นฐานเดิมของผู้เรียน

2) คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจ ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ ทศนคติ เนื้อหาวิชา ที่เรียนในโรงเรียน และระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง ลักษณะบุคลิกภาพ

3) คุณภาพการสอนซึ่งได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาดและรู้ผลว่าตนเองกระทำถูกต้องหรือไม่

สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ด้านความรู้ จะประกอบด้วยคุณลักษณะของผู้เรียน คุณภาพการสอนของครู และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ โดยคุณลักษณะของตัวผู้เรียนมีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ด้านความรู้มากที่สุด คุณภาพการสอนของครู และปัจจัยอื่น ๆ มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ด้านความรู้รองลงมาตามลำดับ

3.1.3 กรอบพฤติกรรมของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้

การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมสมรรถภาพทางสมอง และสติปัญญา เช่น ด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในเรื่องราวที่เรียนไปแล้วมากมายเพียงใด โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งสามารถวัดและประเมินผลได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 110 – 113 ; อ้างอิงจาก Kolper.1971) ได้กล่าวถึง การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งวัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้า ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการอ่านหนังสือ และการฟังคำบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 9 ประเภท คือ

- 1) ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดียว
- 2) ความรู้เกี่ยวกับมโนคติหรือมโนทัศน์
- 3) ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์
- 4) ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
- 5) ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- 6) ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ
- 7) ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์
- 8) ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์
- 9) ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ – ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ คือ เป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา

2) ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ และ ทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่ นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเภท คือ

- 1) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน
- 2) แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น
- 3) แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ โดยวัดความสามารถของนักเรียนที่ เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ด้วยการใช้แบบทดสอบวัดผลการ เรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ – ความจำ, 2) ความเข้าใจ, 3) กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การนำความรู้และ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

3.2 ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

3.2.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

ทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ถือว่ามีความสำคัญในการทำการทดลอง และมี นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของทักษะปฏิบัติการทดลองไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2523 : 1) ได้กล่าวถึงความหมายของ ทักษะปฏิบัติ หมายถึง ความชำนาญในการใช้เครื่องมือทดลอง การหยิบจับอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง มีเทคนิค ในการทดลอง ทำการทดลองด้วยความคล่องแคล่ว มีความละเอียดรอบคอบ และคำนึงถึงความปลอดภัยของ ตนเองและผู้อื่น

ฉลองพร แก้วชิราภรณ์ (2526 : 13) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติว่าหมายถึง ความ ชำนาญมีฝีมือหรือความชำนาญในการปฏิบัติการทดลองทั้งการหยิบจับเครื่องมือ การใช้เครื่องมืออย่างถูก วิธี การระมัดระวังและการรักษาเครื่องมือในขณะที่ทำการทดลองตลอดจนมีเทคนิคต่าง ๆ ในการทดลอง

วารี เอกสาร (2537 : 19) ได้ให้ความหมายของทักษะภาคปฏิบัติในการทดลอง หมายถึง ความชำนาญ ความถูกต้อง คล่องแคล่วรวดเร็วในการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการปฏิบัติ มีความละเอียด รอบคอบและมีเทคนิคในการปฏิบัติการทดลอง

จิรพรรณ ทะเขี้ยว (2543 : 35) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติ ว่าหมายถึง ความสามารถ ของบุคคลในการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งอย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง ชำนาญ และสำเร็จตามเวลาที่กำหนด

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถเฉพาะตัวของนักเรียน ในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการทำการทดลองได้ อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ตลอดจนการจัดการและการเก็บรักษา อุปกรณ์และเครื่องมือด้วย

3.2.2 ทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาในผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2536 : 154 - 175) ได้ให้ความสำคัญของการทดลองว่าเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะภาคปฏิบัติ โดยกำหนดทักษะปฏิบัติไว้ 29 ทักษะ ผู้วิจัยได้นำทักษะปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการทดลองในการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” จำนวน 16 ทักษะ มากล่าวไว้ดังนี้

1. ทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ หมายถึง การใช้และการอ่านเทอร์มอมิเตอร์อย่างถูกวิธี คือ กระจกเงาเทอร์มอมิเตอร์ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด ไม่สัมผัสกับด้านข้างและก้นภาชนะ ขณะอ่านสายตาต้องอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์ และเมื่อใช้เสร็จแล้วทำความสะอาดเช็ดให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่
2. ทักษะการใช้เครื่องชั่ง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้เครื่องชั่งอย่างถูกวิธี คือ ปรับศูนย์ก่อนใช้ ขณะชั่งน้ำหนักค่อย ๆ เลื่อนตุ้มน้ำหนักจนคานสมดุลและอ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง
3. ทักษะการใช้ตาชั่งสปริง ในการใช้ตาชั่งสปริงชั่งน้ำหนักต้องให้ตาชั่งอยู่ในแนวตั้ง อ่านหน่วยน้ำหนักเป็นกรัมหรือนิวตัน ขณะอ่านสายตาต้องอยู่ในระดับเดียวกับปุ่มโลหะบอกค่าน้ำหนัก ถ้าต้องใช้ตาชั่งสปริงในแนวอื่น เพื่อเปรียบเทียบแรงจึงต้องรักษาทิศทางให้อยู่ในแนวเดียวกัน
4. ทักษะการใช้ช้อนตักสาร หมายถึง การตวงสารให้ปริมาณถูกต้อง คือ ตักสารแต่ละครั้งต้องปาดช้อนเพียงครั้งเดียว ไม่กดสารในช้อนก่อนปาด เมื่อตักแล้วทำความสะอาดช้อน และทำให้แห้งก่อนตักสารชนิดอื่น ไม่ตักสารขณะที่ยังร้อน
5. ทักษะการใช้ไม้หนีบหรือจิปหลอดทดลอง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ไม้หนีบได้ถูกวิธี คือ หนีบที่ระยะประมาณ 1/3 จากปากหลอดทดลอง เมื่อหนีบบีกเกอร์หรือถ้วยกระเบื้องต้องหนีบให้ลึก ขณะถือไม่ออกแรงกดไม้หนีบ ถ้าใช้กับขาตั้งเพื่อหนีบเทอร์มอมิเตอร์ ต้องใช้เศษผ้าหรือกระดาษชำระหุ้มเทอร์มอมิเตอร์ ให้แน่นเสียก่อน
6. ทักษะการใช้กรดและเบส หมายถึง การใช้กรด - เบส ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย คือ รินกรดหรือเบสใส่ในภาชนะที่สะอาดและแห้ง ขณะริน หันภาชนะที่ใส่กรด - เบส ที่มีป้ายฉลากขึ้นข้างบน ไม่รินน้ำลงในกรด ถ้ากรดดหรดร่างกายต้องรีบล้างด้วยน้ำมาก ๆ ทันที ถ้ากรดดหรดพื้นให้ไปรดด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต ถ้าเบสหรดให้ล้างด้วยกรดอะซิติกเจือจาง แล้วล้างด้วยน้ำมาก ๆ อีกครั้งหนึ่ง
7. ทักษะการใช้กระดาษทดสอบกรด - เบส หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักใช้กระดาษอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ คือ มือที่หยิบต้องสะอาดปราศจากกรด - เบส หยิบที่ละแผ่นอังที่ปลายหลอด โดยไม่ให้สัมผัสกับหลอด ถ้าจะทดสอบของเหลว ให้วางกระดาษอินดิเคเตอร์บนถ้วยกระเบื้อง ใช้แท่งแก้วจุ่มของเหลวมาแตะ
8. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถที่จะตรวจรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการสังเกต โดยใช้ประสาทสัมผัสครบทุกอย่างได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว แล้วบันทึกทันที
9. ทักษะการวัดความยาว - สูง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้อุปกรณ์วัดความยาวความสูงได้ถูกวิธี อ่านมาตรโดยตาตั้งฉากกับขีดบอกความยาวหรือความสูงนั้น
10. ทักษะการตักสาร หมายถึง ความสามารถในการตักสารในหลอดทดลองหรือในบีกเกอร์อย่างถูกวิธีคือ ก่อนตักเช็ดก้นภาชนะให้แห้ง ถ้าตักสารในหลอดที่อยู่กับที่ต้องใส่เศษหินหรือกระเบื้องก่อนตัก ถ้าจับด้วยไม้หนีบต้องส่ายหลอดไปมาช้า ๆ หันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนอยู่ เมื่อตักในบีกเกอร์ใช้แท่งแก้วคนอย่างสม่ำเสมอ

11. ทักษะการคนสาร หมายถึง การใช้แท่งแก้วคนสารให้เข้ากัน โดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบกัน และด้านข้างของภาชนะ ใช้แล้วล้างให้สะอาด เช็ดให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่ และไม่ใช้แท่งแก้วคนสารต่างชนิดกัน โดยไม่ทำความสะอาดเสียก่อน

12. ทักษะการรินสาร หมายถึง การรู้จักการรินของเหลวผ่านแท่งแก้วลงสู่ภาชนะ โดยให้ปลายแท่งแก้วสัมผัสชิดขอบภาชนะที่รองรับ

13. ทักษะการตมสาร หมายถึง ความสามารถที่จะสังเกตกลิ่นของสารอย่างถูกวิธีคือ ไม่สูดดมสาร โดยตรงแต่ใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่าและห่างจากจมูกเล็กน้อย แล้วใช้มือข้างหนึ่งโบกกลิ่นไอของสารเข้าจมูกช้า ๆ

14. ทักษะการจับเวลา หมายถึง ความสามารถในการใช้นาฬิกาจับเวลาได้อย่างคล่องแคล่ว อ่านเวลาได้ถูกต้องรวดเร็ว และให้สัญญาณระหว่างผู้ที่สังเกตการณ์กับผู้จับเวลา

15. ทักษะการทำเครื่องหมาย หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักทำเครื่องหมายบนหลอดทดลอง กล่องพลาสติก เมื่อใช้หลาย ๆ ชิ้นในเวลาเดียวกัน

16. ทักษะการทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือ หมายถึง ความสามารถที่จะทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชนิดเมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว และเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

ทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์นักเรียนควรจะได้ฝึกให้คล่องแคล่ว เพื่อจะได้นำไปใช้ให้ถูกต้อง และการเรียนรู้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ในขั้นสูงต่อไป

3.2.3 การประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

การประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์มักแสดงออกมาในรูปแบบของการลงมือกระทำ ทำให้การประเมินต้องใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่ทำการทดลองซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงวิธีการประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

สมศรี ตั้งมงคลเลิศ (2542 : 28) ได้กล่าวถึงการประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ในการประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ มีการประเมิน 2 ส่วนด้วยกัน คือ

1. การประเมินระหว่างปฏิบัติการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย

1.1 วิธีดำเนินการทดลอง

- วางแผนการทดลองก่อนการทดลองจริงให้เหมาะสมกับเวลาและบุคลากร
- ออกแบบการทดลอง กำหนดวิธีการและขั้นตอนการทดลองได้อย่างเหมาะสมในเวลาที่กำหนด
- เลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

1.2 การปฏิบัติการทดลอง

- ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี และเป็นขั้นตอนไม่สับสน
- ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
- วัดค่าต่าง ๆ และอ่านค่าของการวัดได้อย่างถูกต้อง
- ใช้เทคนิคและวิธีการทดลองที่เหมาะสม

1.3 มีความคล่องแคล่วในขณะที่ปฏิบัติการทดลอง

- ใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและปลอดภัย
- มีความมั่นใจในขณะที่ปฏิบัติการทดลอง

- ทำการทดลองได้ทันเวลาตามที่กำหนด

1.4 ความเป็นระเบียบเรียบร้อย

- ใช้พื้นที่ทดลองอย่างเหมาะสม
- มีการจัดวางอุปกรณ์อย่างเป็นระเบียบขณะทดลอง
- ทำความสะอาดเครื่องมือและจัดเก็บอย่างถูกวิธี

2. การประเมินผลสิ้นสุดการปฏิบัติการทดลอง

2.1 บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง

2.2 สามารถสรุปผลการทดลองได้รัดกุม กระชับรัดและถูกวิธี

3. ประเมินจากผลงานในการปฏิบัติการทดลองและประเมินจากการจัดทำรายงาน

ภพ เลหาใหญ่ (2542 : 343-347) ได้กล่าวถึงการประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถประเมินผลพฤติกรรมด้านการปฏิบัติการทำได้ดังนี้ คือ

1. การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ

การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการนั้น ควรสังเกตพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้

ทักษะปฏิบัติการ เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในด้านเทคนิคการทดลอง การดำเนินการทดลอง ความคล่องแคล่วในการทดลอง และความมีระเบียบในการทดลอง

ด้านเทคนิคการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถใช้วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ได้ถูกต้อง มีความปลอดภัย

การดำเนินการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนถูกต้องตามวิธีการ

ความคล่องแคล่วในการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติการกิจกรรมการทดลองด้วยความว่องไว มีความมั่นใจในการปฏิบัติงาน

ความมีระเบียบในการทดลอง หมายถึง นักเรียนทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย จัดตั้งเครื่องมือเรียบร้อย เก็บอุปกรณ์เครื่องมือเข้าที่เรียบร้อย โต๊ะปฏิบัติการสะอาดเรียบร้อย

การสังเกตการทดลอง เป็นการสังเกตวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และผลการทดลองขณะที่นักเรียนเก็บข้อมูลบันทึกผลการแก้ปัญหา เป็นการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาในภาคปฏิบัติการแก้ไขปรับปรุงวิธีการหรือปัญหาต่าง ๆ ที่พบได้อย่างเหมาะสม

2. การตรวจจากรายงานผลการปฏิบัติการ

3. การสอบภาคปฏิบัติ

จากข้อความข้างต้นพอสรุปได้ว่า การประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้โดยวิธีการสังเกต การบันทึกผลการทดลอง จากการลงมือกระทำจริงซึ่งต้องกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ ในการให้คะแนน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยการสังเกตพฤติกรรมเชิงความสามารถของนักเรียนที่แสดงออกขณะปฏิบัติการทดลองทุกปฏิบัติการแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) วิธีดำเนินการทดลอง, 2) การปฏิบัติการทดลอง (การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์), 3) ความคล่องแคล่วขณะปฏิบัติการทดลอง และ 4) การนำเสนอผลการทดลอง โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ประเมินจากสภาพจริงอิงเกณฑ์รูบริก (Rubric) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เก็บข้อมูลกับนักเรียนระหว่างการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการสังเกตและ

บันทึกพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติการทดลองทุกบทปฏิบัติการ โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า “เจตคติต่อวิทยาศาสตร์” (Attitude Towards Science) ไว้ดังนี้

อนันต์ จันทะกวี (2523 : 61) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบไม่ชอบ หรือความเบื่อหน่ายเกี่ยวกับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์

นวลจิตต์ โชตินันท์ (2524 : 9) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ซึ่งจะแสดงออก 2 ทาง คือ

1. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิมาน (Positive Attitudes Towards Science) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะพอใจ ชอบ อยากเรียน อยากเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิเสธ (Negative Attitudes Towards Science) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ ไม่ชอบไม่อยากเรียน ไม่อยากเข้าใจ เบื่อหน่ายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ฮาเซน (Hasan. 1985 : 3 - 18) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง เป็นความรู้สึกนึกคิดของแต่ละบุคคลที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หรือนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะเป็นความรู้สึกทางตรง หรือทางอ้อมที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของเขาในการเรียนวิทยาศาสตร์

โคเบลลา และคาร์เรย์ (Kobella และ Crawley. 1985 : 222 – 232) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง บุคคลที่มีความรู้สึกต่อวิทยาศาสตร์ทั้งในทางบวกและลบ เช่น ความรู้สึกชอบ ไม่ชอบวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิด และความพึงพอใจของบุคคลของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ โดยพฤติกรรมที่แสดงออกมานั้น จะมีลักษณะดังนี้

1. เจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะความพึงพอใจ ความชอบ อยากเรียน อยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. เจตคติทางลบต่อวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะความไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ เบื่อหน่าย ไม่อยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

4.2 คุณลักษณะของผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์ที่สำคัญประการหนึ่ง คือการปลูกฝังให้นักเรียนได้พัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิมาน หรือเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ การที่จะทราบได้ว่านักเรียนคนใดมีเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ หรือมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงนิเสธหรือมีเจตคติทางลบต่อวิทยาศาสตร์นั้น อาจจะได้สังเกตได้จากพฤติกรรมหรือลักษณะต่าง ๆ ของนักเรียน ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงคุณลักษณะของผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

นวลจิตต์ โชตินันท์ (2524 : 32) ได้กำหนดคุณลักษณะของผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. มีความคิดเห็นที่ดีต่อวิทยาศาสตร์โดยทั่ว ๆ ไป

2. มีความรู้สึกที่วิทยาศาสตร์มีความสำคัญ
3. มีความนิยมชมชอบวิทยาศาสตร์
4. มีความสนใจวิทยาศาสตร์
5. แสดงออกหรือมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมวิทยาศาสตร์

สมศรี ตั้งมงคลเลิศ (2542 : 36 – 37) ได้กำหนดคุณลักษณะของผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

ไว้ดังต่อไปนี้

1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
6. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
7. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย
10. เห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกับผู้อื่น
11. เต็มใจที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น
12. ประพฤติและปฏิบัติตนตามข้อตกลงของกลุ่ม
13. เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตน
14. รู้จักบทบาทของตนที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม
15. รู้จักขอความร่วมมือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น
16. ยินดีที่จะรักษาซ่อมแซมสิ่งที่ชำรุดให้ใช้ได้
17. เห็นคุณค่าของการใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างประหยัด
18. เห็นคุณค่าของวัสดุที่เหลือใช้
19. ใช้สารหรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในปริมาณที่เหมาะสมและประหยัด

ไวโทแกน (Vitrogan. 1965 : 170) ได้กำหนดไว้ว่าผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

ไปนี้

1. เน้นความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนมากกว่าความคล้ายคลึง
2. รู้จักสังเกตเองมากกว่าได้รับคำสั่งให้สังเกต
3. ชอบคำตอบที่หลากหลายและยืดหยุ่นได้ของปัญหามากกว่าคำตอบเดียวและตายตัว
4. สามารถแยกความแตกต่างระหว่างการสังเกตที่ควบคุมได้และการสังเกตที่ไม่มีกฎเกณฑ์

แน่นอน

5. รู้ว่าทุกสิ่งไม่แน่นอน ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงได้
6. เน้นหลักการใหญ่ ๆ มากกว่ารายละเอียดปลีกย่อย
7. พิจารณารูปแบบของปัญหามากกว่าพิจารณาคำตอบ
8. เน้นการอธิบายรูปแบบของความน่าจะเป็นไปได้มากกว่าคำตอบที่สมบูรณ์

สำหรับบุคคลที่มีเจตคติทางลบต่อวิทยาศาสตร์ก็จะมีลักษณะตรงข้ามกับลักษณะที่กล่าวมาแล้วทั้ง 8 ประการ

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปคุณลักษณะของผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. มีลักษณะในการแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์
2. มีความรู้สึกในด้านดี เช่นการยอมรับและเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์และกิจกรรมวิทยาศาสตร์

3. มีความตั้งใจและเข้าร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ดังนั้นถ้านักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์แล้วจะทำให้นักเรียนสนใจอยากเรียน ซึ่งจะส่งผลไปถึงผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงเป็นสิ่งสำคัญมากในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้สอนควรพยายามสร้างให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน

4.3 แนวทางในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเป็นเป้าหมายที่สำคัญอันหนึ่งของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว ทบวงมหาวิทยาลัยได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ดังนี้ คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 57-58)

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์ เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลอง ให้นักเรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. มอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการทดลอง ทุกคนควรได้ทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และขณะนักเรียนทำการทดลอง ครูต้องดูแลหรือให้ความช่วยเหลือบางอย่าง ซึ่งจะได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนไปด้วย
3. การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์ เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

4. ในขณะที่ทำการทดลองควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เด็กได้ฝึกประสบการณ์หลาย ๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ การให้ความเอาใจใส่ของครู ฯลฯ สิ่งเหล่านี้จะเป็นพลังสำคัญส่วนหนึ่งต่อการพัฒนาเจตคติได้

5. ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะเจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสมของเนื้อหาของบทเรียนและวัยของนักเรียน กับให้มีการพัฒนาเจตคตินั้น ๆ ด้วย

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การพัฒนาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาให้เกิดต่อตัวผู้เรียนได้โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทดลอง ลงมือปฏิบัติจริง ทำงานเป็นกลุ่ม แสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยมีครูเป็นเพียงคอยให้คำแนะนำปรึกษา ชี้แนะแนวทางและสร้างขวัญกำลังใจให้แก่ นักเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยพิจารณาจากการเห็นความสำคัญและประโยชน์, ความนิยมชมชอบ และความสนใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตาม

วิธีของลิเคิร์ท เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 4 เห็นด้วย, 3 ไม่แน่ใจ, 2 ไม่เห็นด้วย และ 1 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พบว่า นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและพัฒนาเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

อรอุมา ละมุล (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนัก ที่ใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยในส่วนของการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าสามารถพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนักได้ 7 บท โดยค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก และบทปฏิบัติการมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80.11/80.27

ฐาปนีย์ เมธิพลกุล (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาสำรวจปลาทะเลที่ทำเทียมเรือประมงชุมพร เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการเสริมความรู้ชีววิทยา เรื่อง การจำแนกอันดับปลาทะเล ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ในส่วนของการพัฒนาบทปฏิบัติการได้บทปฏิบัติการที่ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ 3 กิจกรรม คือ การศึกษาลักษณะสำคัญของปลาทะเล การเก็บรักษาตัวอย่างปลาทะเล และการจำแนกอันดับปลาทะเล จากการตรวจสอบคุณภาพบทปฏิบัติการเสริมความรู้ชีววิทยา เรื่อง การจำแนกอันดับปลาทะเลด้านจุดประสงค์และเนื้อหาของกิจกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า จุดประสงค์ของกิจกรรมกับเนื้อหาของกิจกรรมมีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 1.0 และจากการศึกษาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการในการทดลองใช้กับนักเรียนพบว่า บทปฏิบัติการมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

สุรพล วิหคไพบูลย์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการ เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยปรากฏว่า จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการสามารถพัฒนาบทปฏิบัติการและคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการ เรื่อง การบำบัดน้ำเสียได้ 7 บท จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า บทปฏิบัติการ เรื่อง การบำบัดน้ำเสียจำนวน 7 บท มีคุณภาพในระดับมาก บทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ คือ 80.57/80.06 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการ เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการสอนแตกต่างกันจากก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สมเกียรติ แก้วจรัสสุสันติ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิชาเคมีสภาวะแวดล้อม เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีในผัก สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตของสถาบันราชภัฏ ผลการวิจัยพบว่า จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ นำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการ 3 บทปฏิบัติการ คือ ก) การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในผักกาดเขียวแกวต้ง ข) การวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสในผักบุ้ง และ ค) การวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในผักคะน้า โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปก

โทรโฟโตเมตรี ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาหลังการเรียนรู้แบบทบทวนปฏิบัติการสูงกว่าก่อนเรียน

งานวิจัยต่างประเทศ

เซอร์ลิน (Serlin. 1976 : 252) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ 2 แบบ โดยแบบแรกนักเรียนจะได้รับคำแนะนำบอกรายละเอียดวิธีทำปฏิบัติการให้ทั้งหมด แบบที่สองครูจะสอนว่าจะแก้ปัญหาอย่างไรและช่วยออกแบบให้ด้วย ใช้นักเรียนเข้าร่วมในการทดลอง 372 คน จำนวน 16 ห้องเรียน ครู 76 คน ระหว่างทำการสอนมีการสังเกตพฤติกรรมการสอนโดยการสังเกตบันทึกแบบระบบการศึกษาห้องเรียนวิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์คำถามเพื่อทดสอบว่าครูที่สอนนักเรียนคนละวิธีนี้สอนภาคทฤษฎีเหมือนกัน การวัดผลใช้แบบประเมินความคิดวิเคราะห์ของฮัตสัน-เกาเซอร์ และแบบสอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทดสอบตอนเริ่มเรียนและตอนสิ้นสุดภาคการศึกษา ผลการวิจัยพบว่าไม่มีความแตกต่างในด้านความคิดวิเคราะห์และความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 วิธีต่างกันนี้ นอกจากนี้ยังไม่ปรากฏความแตกต่างในด้านพฤติกรรมในห้องเรียนของนักเรียนจำนวนคำถามที่ใช้ถามและผลสัมฤทธิ์ทางเนื้อหาของนักเรียนอีกด้วย

แมคมีน (McMeen. 1983 : 130A) ได้ทำการศึกษาบทบาทของการเรียนการสอนปฏิบัติการแบบสืบสวนในการช่วยให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา ด้านความรู้ ความเข้าใจ ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครูที่เรียนวิชาเคมีพื้นฐาน ประกอบด้วยกลุ่มควบคุมจำนวน 73 คน ให้เรียนเคมีโดยการสอนแบบเดิมคือการบรรยายและให้ทำปฏิบัติการแบบที่กำหนดวิธีปฏิบัติการมาให้และกลุ่มทดลองจำนวน 49 คน ให้เรียนเคมีโดยให้ทำปฏิบัติการสืบสวน เวลาที่ใช้ในการทดลอง 10 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดพัฒนาการทางสติปัญญาคือ แบบวัดการคิดเชิงเหตุผล โดยให้นักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบวัดนี้ก่อนและหลังการทดลอง จากการศึกษาพบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีการพัฒนาการทางสติปัญญาด้านความรู้ ความเข้าใจเพิ่มขึ้นและกลุ่มทดลองมีพัฒนาการทางสติปัญญาด้านความรู้ ความเข้าใจ สูงกว่ากลุ่มควบคุม

โอคิบูโกลา (Okebukola. 1986 : 582 – 590) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชีววิทยาระดับ 11 จำนวน 600 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียน แบบสังเกตทักษะการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กับทักษะการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก

จากงานวิจัยภายในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะเห็นได้ว่าในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริงใช้กระบวนการทางความคิด ในการแก้ปัญหาจะพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้

งานวิจัยภายในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้ด้านความรู้ พบว่ามีนักการศึกษาหลายท่านนำผลการเรียนรู้ด้านความรู้ มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

รพีพร โตไทยะ (2540 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาตามแนวทาง

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาตามแนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิตและความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น โดยนักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังการสอนเฉลี่ยมีค่าเฉลี่ยประชากรร้อยละ 60.62 – 69.99

อภิญญา ภัทรธรรมรักษ์ (2543 : 70) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนตามแนวกิจกรรม เอส ที เอ ดี ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

วิลเลียม (William. 1981 : 1605-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สมิท (Smit. 1994 : 2528-A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีเจตคติต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ให้ได้รับการสอนแบบบรรยาย แบบการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และทั้งแบบบรรยายและแบบลงมือปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าทั้งสองแบบ

จากงานวิจัยภายในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการนำผลการเรียนรู้ด้านความรู้มาวัดกับนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีอิสระในด้านความคิด และการกระทำโดยได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง จดจำเนื้อหาความรู้ได้คงทน จึงทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีนักการศึกษาหลายท่านสนใจนำทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

วารี เอกสาร (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดกาญจนบุรี ผลการวิจัยพบว่าคะแนนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .7965 และคะแนนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนด้านเทคนิคการทดลอง การดำเนินการทดลอง ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการและความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .6323 .4995 .1942 และ .3860 ตามลำดับ

อัญชลี ศรีนาคา (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสุนนารีวิทยา 2 จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่า ทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .83 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับ

คะแนนทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ด้านการดำเนินการทดลอง เทคนิคการทดลอง ความคล่องแคล่ว ในการปฏิบัติการ ความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมี ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .72 .42 .29 และ .61 ตามลำดับ

จิรพรรณ ทะเขียว (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรม อุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และ สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์ วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

แมคเบธ (Macbeth. 1974 : 45 – 51) ได้ศึกษาขอบเขตความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับ ทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอนุบาลกับ นักเรียนเกรด 3 จากการศึกษา พบว่า การสอนโดยให้เด็กอนุบาลได้ทำการทดลองด้วยตนเอง จะช่วยให้ พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเด็กอนุบาล ได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุมากกว่า และการสอนเด็กเล็ก ๆ ได้ทดลองด้วยตนเองไม่ได้ผล สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากทักษะทางด้าน การพูดและการติดต่อสื่อสาร โดย แมคเบธให้ข้อเสนอแนะว่า การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้น ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมใน การทดลองใช้อุปกรณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับอายุและการ พัฒนาทางระดับสติปัญญาของเด็ก การสอนโดยให้นักเรียนได้เรียนจากของจริง มีผลต่อการเรียนของเด็กเล็กมากกว่า ในเด็กโต

โดแรน (Doran. 1978 : 401 - 409) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมในห้องปฏิบัติการ ผลการวิจัย พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ต้องการให้นักเรียนฝึกทักษะการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์สำคัญของทักษะด้านการปฏิบัติการ และช่วยให้นักเรียนค้นพบตัวเองเป็นจุดประสงค์สำคัญ ของการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้

บีสลีย์ (Beasley. 1979 : 5428 – A) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะภาคปฏิบัติโดยวิธีปฏิบัติจริง และวิธีการติดต่อการทำปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนวิชาเคมีพื้นฐาน เพื่อศึกษาผลของการฝึกทักษะ ด้วยการปฏิบัติด้วยทักษะการทดลองอย่างเดียว ผลของการฝึกทักษะด้วยการคิดอย่างเดี่ยวและ ผลของ การฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองและการคิดร่วมกัน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม การประเมินผลการปฏิบัติการทดลองใช้เกณฑ์ในการประเมิน 2 เกณฑ์ คือ ความถูกต้องแม่นยำ และความคงที่แน่นอน โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะทำการทดลอง ทำการ สังเกต 3 สัปดาห์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน จากการศึกษพบว่า ทักษะภาคปฏิบัติของนัก ศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะแบบต่าง ๆ ทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักศึกษาที่ได้รับ การฝึกทักษะภาคปฏิบัติการทดลอง แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่าการ ฝึกทักษะในการปฏิบัติการทดลอง ทำให้มีเทคนิคการทดลองถูกต้องแม่นยำ

จากงานวิจัยภายในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ จะ เห็นได้ว่านักเรียนสามารถฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลอง ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ โดยครูผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และมีส่วนร่วมใน กิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยเฉพาะการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการปฏิบัติการทดลอง

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

ฉลองพร แก้ววีราภรณ์ (2526 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีเจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ธวัช ทิพย์พิทักษ์ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิธีสอนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และชอบวิธีสอนที่มีการปฏิบัติการทดลอง

สุวิทย์ วงษาไฮ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 10 ปีการศึกษา 2531 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ 1 ปี มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยรวมและเกือบทุกด้านมากกว่านักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ 2 ปี ยกเว้นด้านความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์

พรเพ็ญ หลักคำ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

เกสร ไช้บางยาง (2538 : 82) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองได้รับการสอน โดยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุม ใช้วิธีการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหากับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่าง

ดวงเดือน กันทะพรม (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดมหาสารคาม ผลการวิจัยพบว่า ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านความจำ ความถนัดด้านการใช้คำอย่างคล่องแคล่ว ความถนัดด้านความไวต่อการรับรู้ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.21 , 0.33 , 0.24 , 0.28 , 0.35 , 0.10 , 0.10 , 0.30 และ 0.41 ตามลำดับ

งานวิจัยต่างประเทศ

เอิร์ล และ วิงเคิลจอห์น (Earl and Winkel John. 1977 : 41 – 45) ได้ศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ของครูประถมศึกษาในมลรัฐโอไฮโอ จำนวน 101 คน ในจำนวนนี้เป็นครูสอนหลายวิชาจำนวน 49 คน และเป็นครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์วิชาเดียว จำนวน 52 คน ผลการศึกษาพบว่า ครูที่สอนหลายวิชาและครูที่สอนวิทยาศาสตร์วิชาเดียว มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่ครูที่สอนวิทยาศาสตร์วิชาเดียวมีเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูที่สอนหลายวิชา

ครอคโคเวอร์และมัลคอลม์ (Krockover and Malcolm. 1978 : 575 – 584) ได้ศึกษาผลของหลักสูตร SCIS ที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 – 6 จำนวน 12 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 307 คน ผลการศึกษาพบว่า หลักสูตร SCIS ส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ริลลีย์ (Rilley. 1979 : 373 –384) ได้ทำการศึกษาทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของการฝึกปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และการสอนวิทยาศาสตร์ของครูก่อนประจำการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาครูที่จะเลือกสอนนักเรียนในระดับ 1 – 4 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิธีสอนแตกต่างกัน และกลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันนั้นมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ฮาลาไดนาและแซงเนสซี่ (Haladyna and Shanghnessy. 1983 : 311 – 324) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวกับนักเรียน ครู และสภาพแวดล้อมของนักเรียนที่จะทำให้เกิดเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนเกรด 4 , 7 และ 9 กับครูวิทยาศาสตร์ที่สอนนักเรียนเหล่านั้นเป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การตระหนักในความสำคัญทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การเชื่อถือโซกลางของนักเรียน คุณภาพของครู และสภาพแวดล้อมของนักเรียนทั้งภายนอกโรงเรียนและภายในโรงเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอนมีผลโดยตรงต่อนักเรียน และสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศพบว่า การสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้เกิดแก่ผู้เรียนนั้น ครูผู้สอนสามารถทำได้โดยการจัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด ความแตกต่างของผู้เรียนพร้อมทั้งจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนให้เหมาะสมต่อการเรียนการสอน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เพื่อพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยนำผลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี และการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองสอนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับดังต่อไปนี้

- ตอนที่ 1 สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี
- ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ตอนที่ 3 การพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ตอนที่ 4 การทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

ตอนที่ 1 สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวของบุคคลต่าง ๆ ในสหวิทยาเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี โดยดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับท้องถิ่นของจังหวัดกาญจนบุรี
2. สร้างแบบสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี
3. สำรวจความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ในสหวิทยาเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี โดยทำการสุ่มแบบเจาะจง ได้ตำบลหนองขาว และตำบลท่าม่วง ได้ทำการสำรวจบุคคลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ เกษตรอำเภอ จำนวน 1 คน คณะกรรมการบริหารส่วนตำบล จำนวน 6 คน กลุ่มแม่บ้านประจำตำบล จำนวน 4 คน ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาเกษตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 10 คน และเกษตรกร จำนวน 20 คน โดยใช้แบบสำรวจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ประมวลและสรุปข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าว เพื่อนำผลการสำรวจมาวิเคราะห์เกี่ยวกับประเด็นที่จะนำมาใช้ประโยชน์ ในการพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในสหวิทยาเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี จากผลการสำรวจพบว่า ผู้ตอบแบบสำรวจส่วนใหญ่มีอาชีพทำนา มีความต้องการที่จะให้นำความรู้เกี่ยวกับการนำฟางข้าวมาใช้เกิดประโยชน์ในเรื่องของการทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง, การทำน้ำสีย้อม, การทำเยื่อกระดาษ และการทำปุ๋ยหมัก โดยใช้สารเร่ง พด. - 1 มาถ่ายทอดให้ความรู้แก่ชุมชนในท้องถิ่น เพราะผู้ตอบแบบสำรวจไม่มีความรู้ที่จะไปดำเนินการในเรื่องดังกล่าว ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน อีกทั้งฟางข้าวยังเป็นวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่มากในท้องถิ่น ประกอบกับยังไม่มีหน่วยงานใดเข้ามาดำเนินการในเรื่องนี้จึงนับว่ามีประโยชน์อย่างมากที่จะมีการนำฟางข้าวกลับมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ดีกว่าการเผาทิ้ง

5. จากผลการสำรวจผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์เกี่ยวกับความพร้อมในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการที่จะนำไปถ่ายทอดความรู้ให้กับชุมชนในท้องถิ่น พบว่า ฟางข้าวเป็นวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่มากในท้องถิ่น ส่วนอุปกรณ์และสารเคมีนั้นสามารถประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่น และที่สำคัญสามารถหาได้ง่ายและมีราคาถูก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้เกณฑ์ในการพิจารณาตัดสินใจเลือกที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 4 บทปฏิบัติการ คือ 1) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว, 2) การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว, 3) การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว และ 4) การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว โดยใช้สารเร่งพด. - 1 ดังนี้

- 1) จากความต้องการของผู้ตอบแบบสำรวจ
- 2) จากการสำรวจความพร้อมด้านวัสดุ และอุปกรณ์
- 3) เป็นเรื่องที่ยังไม่มีหน่วยงานใดเข้ามาดำเนินการให้ความรู้แก่ชุมชนในท้องถิ่น
- 4) เป็นการแก้ปัญหาการเผาฟางข้าวทิ้ง เพื่อใช้พื้นที่ทำนาต่อไปของเกษตรกร
- 5) เป็นการส่งเสริมให้ชุมชนในท้องถิ่น นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตประจำวัน หลังว่างจากฤดูกาลทำนา

ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การวิจัยในตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ของฟางข้าว ดังนี้

1. การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่าง ฟางข้าว : วัตถุดิบ (กากบดเปียก) เพื่อนำมาทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว แล้วนำมาคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนจากเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวและทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ดังนี้

1.1 วิธีการหาอัตราส่วนที่เหมาะสม ระหว่างฟางข้าว : วัตถุดิบ (กากบดเปียก) ดำเนินการโดยใช้ฟางข้าว ต่อ วัตถุดิบ (กากบดเปียก) ในอัตราส่วน 1 : 1, 1 : 2 และ 2 : 1 ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีดังกล่าวเป็นตัวอย่างในการทดลองนี้เนื่องจากได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยของศศิรินทร์ วัฏฏานนท์ (2542 : 4-1 – 4-4) โดยดัดแปลงวัตถุดิบจาก ตะกอนน้ำเสีย มาเป็น กากบดเปียก ส่วนคุณสมบัติของวัตถุดิบ (กากบดเปียก) ที่ใช้ เนื่องจากมีความสามารถในการประสานได้ดี และราคาถูก จากการทดลองพบว่าอัตราส่วน 1 : 1, 1 : 2 และ 2 : 1 สามารถอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ทั้งหมด

1.2 นำแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ทดสอบคุณสมบัติด้านการจุดติดไฟ, ปริมาณควัน, ปริมาณเขม่า, และลักษณะของเปลวไฟ พบว่า อัตราส่วน 1 : 1 มีคุณสมบัติด้านการจุดติดไฟได้ดีและสามารถลุกไหม้ได้หมดทั้งแท่ง ปริมาณควันและปริมาณเขม่า น้อยกว่า อัตราส่วน 1 : 2 และ อัตราส่วน 2 : 1 (จุดติดไฟได้ยากและไม่สามารกลุกไหม้ได้หมดทั้งแท่ง) ส่วนลักษณะของเปลวไฟมีสีส้ม สีสแดง สีนํ้าเงินและสีม่วง เช่นเดียวกัน

1.3 นำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวในอัตราส่วน 1 : 1 คำนวณหาค่าปริมาณความร้อน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,800 แคลอรีต่อกรัม (ในการทดลองนี้อัตราส่วน 1 : 1 หมายถึง ใช้ฟางข้าว 5 กรัม ต่อ วัตถุดิบ (กากบดเปียก) 5 กรัม, อัตราส่วน 1 : 2 หมายถึงใช้ฟางข้าว 5 กรัม ต่อ วัตถุดิบ (กากบดเปียก) 10 กรัม, , อัตราส่วน 2 : 1 หมายถึงใช้ฟางข้าว 10 กรัม ต่อ วัตถุดิบ (กากบดเปียก) 5 กรัม

2. การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาค่า pH ที่เหมาะสมของน้ำใช้เ้าในการทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าวโดยใช้น้ำใช้เ้าที่มีค่า pH ระดับต่าง ๆ กัน (pH 8-14) มาต้มกับฟางข้าวแล้วกรองเอาเฉพาะน้ำสีจากฟางข้าวมาทำการย้อมเส้นใยฝ้ายและทดสอบคุณสมบัติด้านความคงทนของสีย้อม โดยการนำเส้นใยฝ้ายมาซักด้วยผงซักฟอก มีวิธีการดังนี้

2.1 การศึกษาค่า pH ที่เหมาะสมของน้ำซีเถ้าในการนำมาต้มกับฟางข้าวเพื่อสกัดน้ำสีย้อมจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาน้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 8, pH = 11 และ pH = 14 ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงเลือกใช้วิธีดังกล่าวเป็นตัวอย่างในการทดลองนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีซึ่งอาจก่อให้เกิดมลพิษ และเป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกาย โดยใช้ซีเถ้าซึ่งเป็นของเหลือจากการเผาไหม้ถ่านไม้ในการหุงต้มอาหารของชุมชนในพื้นที่ โดยน้ำซีเถ้าที่มีน้ำหนัก 0.1 กรัม, 1 กรัม และ 10 กรัม ตามลำดับ ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีน้ำบรรจุอยู่ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากันประมาณ 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน แล้วกรองเฉพาะน้ำซีเถ้ามาทำการตรวจวัดค่า pH ด้วยกระดาษ pH – Fix 0 – 14 ได้ น้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 8, pH = 11 และ pH = 14 ตามลำดับ

2.2 นำน้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 8, pH = 11 และ pH = 14 จำนวน 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ นำฟางข้าวแห้งที่ตัดเป็นท่อน ๆ ขนาดท่อนละ 0.5 – 1 เซนติเมตร มาซังให้ได้น้ำหนัก 5 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำซีเถ้าอยู่ตามลำดับ นำไปต้มให้เดือด ใช้เวลาประมาณ 20 นาที แล้วกรองเอาเฉพาะน้ำสีย้อมจากฟางข้าว

2.3 นำน้ำสีย้อมที่สกัดได้จากการนำฟางข้าวมาต้มกับน้ำซีเถ้า ที่มีค่า pH = 8, pH = 11 และ pH = 14 จำนวน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ แล้วนำมาต้มให้เดือด จากนั้นนำเส้นใยฝ้ายที่เตรียมไว้ 3 ชุด ชุดละ 3 กลุ่ม ทำการย้อมกลุ่มละ 1 ครั้ง, 2 ครั้ง และ 3 ครั้งตามลำดับ จนครบทั้ง 3 ชุด กับน้ำสีย้อมที่ได้จากการนำฟางข้าวมาต้มกับน้ำซีเถ้า ที่มีค่า pH = 8, pH = 11 และ pH = 14 ตามลำดับ แล้วนำไปทดสอบคุณสมบัติด้านความคงทนของสีย้อม โดยนำเส้นใยฝ้ายมาซักด้วยผงซักฟอก

จากการทดลองพบว่าน้ำสีย้อมที่สกัดได้จากการนำฟางข้าวมาต้มกับน้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 8 มีสีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน, น้ำสีย้อมที่สกัดได้จากการนำฟางข้าวมาต้มกับน้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 11 มีสีเหลืองปนน้ำตาล และน้ำสีย้อมที่สกัดได้จากการนำฟางข้าวมาต้มกับน้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 14 มีสีเหลืองปนน้ำตาลเข้ม โดยการสังเกตสีของน้ำสีย้อมดังกล่าว และจากการนำมาทดสอบคุณสมบัติด้านความคงทนของสีย้อม โดยการนำเส้นใยฝ้ายมาซักด้วยผงซักฟอก ผลการทดลองโดยการสังเกตพบว่า เส้นใยฝ้ายที่ย้อมด้วยน้ำสีย้อมที่สกัดได้จากการนำฟางข้าวมาต้มกับน้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 8 สีย้อมละลายไปกับผงซักฟอกหมด, เส้นใยฝ้ายที่ย้อมด้วยน้ำสีย้อมที่สกัดได้จากการนำฟางข้าวมาต้มกับน้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 11 สีย้อมติดอยู่ตามเส้นใยฝ้ายเล็กน้อยและมีบางส่วนละลายไปกับผงซักฟอก ส่วนเส้นใยฝ้ายที่ย้อมด้วยน้ำสีย้อมที่สกัดได้จากการนำฟางข้าวมาต้มกับน้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 14 สีย้อมติดอยู่ตามเส้นใยฝ้ายมากและมีบางส่วนที่ละลายไปกับผงซักฟอกบ้าง

3. การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และทดสอบคุณสมบัติด้านเชิงกลของเยื่อกระดาษ โดยการนำมาหาค่าความต้านทานต่อแรงดึงด้วยตาชั่งสปริง มีวิธีการดังนี้

3.1 ผู้วิจัยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว โดยใช้อัตราส่วนดังนี้ คือ ฟางข้าว 10 กรัม สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.8 กรัม และน้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้อัตราส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ ไซ์ฟางข้าว 10 กรัม สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.90 กรัม และน้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร และไซ์ฟางข้าว 10 กรัม สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.45 กรัม และน้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำอัตราส่วนทั้ง 3 ไปทำการต้มโดยใช้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวเพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำมาทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง

จากผลการทดลอง พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำมาทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว คือ ฟางข้าว 10 กรัม สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.8 กรัม และน้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งสามารถทำให้ฟางข้าว เปื่อยยุ่ยหลังจากนำไปต้ม แล้วนำเยื่อที่ได้ไปผ่านกระบวนการทำเยื่อกระดาษ โดยการนำเยื่อที่เปื่อยยุ่ยละลาย ลงในน้ำ จากนั้นใช้แผ่นมุ้งลวดตักเยื่อขึ้นมาแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง จึงทำการลอกเยื่อออกจากแผ่นมุ้งลวด ซึ่งสามารถลอกออกมาเป็นแผ่นได้ ส่วนอัตราส่วนทั้ง 2 ที่ผู้วิจัยนำมาทำการทดลองเปรียบเทียบ เพื่อศึกษาหา อัตราส่วนที่เหมาะสม ปรากฏว่า อัตราส่วนทั้ง 2 เมื่อผ่านกระบวนการต่าง ๆ แล้วไม่สามารถลอกออกมาเป็นแผ่นได้

3.2 จากนั้นนำเยื่อกระดาษที่เตรียมได้มาตัดให้มีขนาดความกว้างประมาณ 3 เซนติเมตร ยาว ประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติด้านเชิงกลของกระดาษ โดยการนำมามีค่าความต้านทาน ต่อแรงดึงของเยื่อกระดาษโดยใช้ตาชั่งสปริง สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า เยื่อกระดาษที่สามารถลอกออกมาเป็นแผ่นได้แล้วนำมาทำการ ทดสอบมีค่าความต้านทานต่อแรงดึงเฉลี่ยมากกว่า 1,000 นิวตัน / กรัม

4. การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าวโดย กระบวนการหมัก และการใช้สารเร่ง พด.-1 ในอัตราส่วนที่ต่างกัน เพื่อใช้ในการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและ ทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก

4.1 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าวโดยกระบวนการหมัก และการใช้ สารเร่ง พด. - 1 โดยอาศัยข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว แบบใช้เชื้อจุลินทรีย์เป็นสารเร่ง ซึ่งมีอัตราส่วนดังนี้

เศษพืชแห้ง	1,000	กิโลกรัม
มูลสัตว์(มูลโคแห้ง)	200	กิโลกรัม
ปุ๋ยยูเรีย	2	กิโลกรัม
สารเร่ง พด. - 1	150	กรัม (1 ถู)

ผู้วิจัยได้ใช้อัตราส่วน 1 : 25 เพื่อให้เหมาะสมกับการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ฟางข้าว 40 กรัม, มูลสัตว์(มูลโคแห้ง) 8 กรัม, ปุ๋ยยูเรีย .08 กรัม และสารเร่ง พด. - 1 จำนวน .06 กรัม จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการใช้สารเร่ง พด. - 1 โดยใช้ให้มากกว่าอัตราส่วนของกรมพัฒนา ที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ อีก 1 เท่า และไม่ใช้สารเร่ง พด. - 1 เพื่อศึกษาว่าการใช้สารเร่ง พด. - 1 ใน อัตราส่วนที่ต่างกัน และไม่ใช้สารเร่ง พด. - 1 มีผลต่อระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดยกระบวนการ หมัก เพื่อใช้ในการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว หรือไม่อย่างไร แล้วนำอัตราส่วนทั้ง 3 ที่กำหนด มาทำการทดลอง โดยการกองซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ในกล่องพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร แล้วทำการบันทึก อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักทุกวัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า กองปุ๋ยหมักในกล่องพลาสติกที่ใช้อัตราส่วนและสารเร่ง พด. - 1 ตามสูตรของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ช่วยย่นระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว โดยใช้เวลาประมาณ 20 วัน ก็สามารถนำไปใช้งานได้ ส่วนกองปุ๋ยหมักที่ไม่ใส่สารเร่ง พด. - 1 มากกว่า 1 เท่า และกองปุ๋ยหมักที่ไม่ใส่สารเร่ง พด. - 1 ใช้เวลาในการเป็นปุ๋ยหมักที่นำไปใช้ได้มากกว่า 20 วัน ตามลำดับ

4.2 การทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก ทำการทดลองโดยการปลูกเมล็ดข้าว ในกล่องพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร ใส่ดินปนทรายผสมปุ๋ยหมักที่เตรียมได้ เปรียบเทียบ กับการปลูกเมล็ดข้าวในกล่องพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร ที่ใส่ดินปนทรายเพียงอย่างเดียว

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมักคือ การอุ้มน้ำ, การซึมผ่านของน้ำ, การระบายอากาศของดิน, การเกาะตัวของดิน, และการแผ่กระจายของรากพืช

จากผลการทดลองพบว่า เมล็ดข้าวที่ปลูกในกล่องพลาสติกที่ใส่ดินปนทรายผสมปุ๋ยหมัก มีการอุ้มน้ำและการซึมผ่านของน้ำ, การระบายอากาศของดิน, การเกาะตัวของดิน, และการแผ่กระจายของรากพืช ได้ดีกว่า เมล็ดข้าวที่ปลูกในกล่องพลาสติกที่ใส่ดินปนทรายเพียงอย่างเดียว และจากการสังเกตการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวที่ปลูก พบว่า เมล็ดข้าวที่ปลูกในกล่องพลาสติกที่ใส่ดินปนทรายผสมปุ๋ยหมัก มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่า เมล็ดข้าวที่ปลูกในกล่องพลาสติกที่ใส่ดินปนทรายเพียงอย่างเดียว

หมายเหตุ : การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี ของมหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์ โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

โดยอาศัยผลการทดลองที่ได้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้นำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยจัดทำเอกสาร 2 ชุด คือ

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จำนวน 4 บทปฏิบัติการ

2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การสร้างเอกสารข้างต้น ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. การสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำฟางข้าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อนำมาใช้ประกอบในการกำหนดเนื้อหา จุดประสงค์ การวัดและประเมินผล ของการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

1.2 วิเคราะห์จุดมุ่งหมาย และกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เพื่อนำมากำหนดจุดมุ่งหมาย และกิจกรรมของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่จะสร้างขึ้น

1.3 กำหนดจุดประสงค์การทดลองของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แต่ละบทปฏิบัติการ

1.4 สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 บทปฏิบัติการ ได้แก่

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ 1) ใบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 3) เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบดังนี้

- ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

- ใบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

- หลักการ

- จุดประสงค์

- อุปกรณ์และสารเคมี

- วิธีดำเนินการทดลอง

- แบบรายงานผลการทดลอง
- คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1.5 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 บทปฏิบัติการ ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท แล้วนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไข ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านที่มีประสบการณ์ด้านการสอนอย่างน้อย 5 ปี ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์ ดร. สนอง ทองปาน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์กัลยา ปานสวัสดิ์ หัวหน้าหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา ประจำสำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดกาญจนบุรี อาจารย์ศิริชัย จิรจรัสชัย โรงเรียนพังตรุราษฎร์รังสรรค์ จังหวัดกาญจนบุรี อาจารย์สมปอง ผ่องใส โรงเรียนพังตรุราษฎร์รังสรรค์ จังหวัดกาญจนบุรี ว่าที่ ร.ท.ธีรพล จินแพทย์ โรงเรียนวิสุทธิรังษี จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์ การทดลองกับเนื้อหาการทดลอง(ใบความรู้), ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับวิธีการทดลอง และอุปกรณ์และสารเคมี, และระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับแบบรายงานผลการทดลอง และคำถามท้ายบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ของแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 (ภาคผนวก ค)

- ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรมีภาพประกอบขณะทำการทดลอง,ควรปรับแก้ข้อคำถามบางข้อให้เหมาะสม, ควรปรับแบบบันทึกผลการทดลองให้เป็นตอน ๆ และปรับตารางบันทึกผลให้มีความเหมาะสม

ในการนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับ ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เอกสารรายงานผลการทดลอง และคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จากแบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5, 4, 3, 2, และ 1 ตามลำดับ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 : 117) ดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก
- 4 คะแนน หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี
- 3 คะแนน หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้
- 1 คะแนน หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

จากนั้นนำคะแนนการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย โดยกำหนดเกณฑ์ของค่าเฉลี่ยเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก
- ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดี
- ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้
- ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

ซึ่งผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก

1.6 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน และ 9 คน ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียน 9 คน เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อหาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียน 9 คน ประเมินในแบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข

- ผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน และ 9 คน มีความสามารถในการเรียนรู้จากบทปฏิบัติการได้เป็นอย่างดี

1.7 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การสร้างคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอน โดยดำเนินการพัฒนาตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำฟางข้าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และคู่มือครูประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 ดำเนินการพัฒนาคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 บทปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย

- ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- จุดประสงค์การทดลอง
- เวลาที่ใช้
- อุปกรณ์และสารเคมี
- การเตรียมตัวล่วงหน้า
- อภิปรายก่อนการทดลอง
- แนวการตั้งสมมติฐาน
- ตัวอย่างผลการทดลอง
- อภิปรายหลังการทดลอง
- แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.3 นำคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

ตอนที่ 4 การทดลองสอน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน โดยดำเนินการ ดังนี้

1. แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอน

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอนได้แก่ นักเรียนจำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากประชากรที่กำหนด คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 2 ห้องเรียน และจับฉลากเลือกมา 1 ห้องเรียน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองสอน

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

2.2.2 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว 2) การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว 3) การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว และ 4) การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ในช่วงโมฆกิจกรรมอิสระ รวมทั้งสิ้นจำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที รายละเอียดของการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงการแบ่งช่วงเวลาการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในการเรียนการสอน

สัปดาห์ ที่	ครั้งที่	จำนวน คาบ	บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง	การประเมินผล		
				ด้านความรู้	ด้านทักษะ ปฏิบัติ การทดลอง วิทยาศาสตร์	ด้านเจตคติต่อ บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์
				ก่อนเรียน - หลังเรียน	ขณะเรียน	หลังเรียน
1	1	4	การทำเชื้อเพลิง อัดแท่งจากฟางข้าว	โดยใช้แบบ ทดสอบ วัดผลการเรียนรู้ ด้านความรู้	โดยใช้ แบบประเมิน ทักษะปฏิบัติ การทดลอง ทางวิทยาศาสตร์	โดยใช้แบบ สอบถามวัด เจตคติต่อ บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์
	2	4	การทำน้ำสีย้อม จากฟางข้าว			
2	1	4	การทำเยื่อกระดาษ จากฟางข้าว			
	2	4	การทำปุ๋ยหมัก จากฟางข้าว			

การสร้างเครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้

ในการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนประกอบด้วยเครื่องมือในการประเมิน 3 แบบด้วยกัน ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
2. แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์
3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินดังกล่าวข้างต้น ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาค้นคว้าจาก เอกสาร การสร้างเครื่องมือการวัดผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของ ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 40 – 81)

1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” แต่ละบทปฏิบัติการ เพื่อนำมาสร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ – ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

1.3 กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนในกระดาษคำตอบ โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 2 ระดับ คือ ข้อที่ตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน

1.4 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือก ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลอง ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแบบทดสอบโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม ปรากฏว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.40 – 1.00 (ภาคผนวก ค) แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

- ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรปรับแก้ข้อคำถามบางข้อให้เหมาะสม

1.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิสุทธิรังษี อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 100 คน แล้วนำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนและนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เทห์ ฟาน

1.6 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.22 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ

1.7 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้แล้วมาหาค่าความเชื่อมั่น แบบคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร K-R 20 (Kuder – Richardson 20) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.74

1.8 นำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

2. แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 ศึกษาแนวทางการให้คะแนนเพื่อการประเมินจากสภาพจริง โดยอิงเกณฑ์รูบริค (Rubric) โดยศึกษาการให้คะแนนภาพรวม (Holistic Score) และการให้คะแนนแยกองค์ประกอบ (Analytic Score)

2.3 สร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินจากสภาพจริง โดยอิงเกณฑ์รูบริค (Rubric) มีการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 : 117) ซึ่งกำหนดให้มีระดับการประมาณค่าดังนี้ 5, 4, 3, 2, และ 1 แต่ละระดับคะแนนมีความหมายดังนี้

5 คะแนน หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

4 คะแนน หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

3 คะแนน หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

1 คะแนน หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ประเมินพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) วิธีดำเนินการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง (การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์) 3) ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการทดลอง และ 4) การนำเสนอผลการทดลอง จะทำการวัดขณะปฏิบัติการทดลอง โดยมีผู้ร่วมประเมินจำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้วิจัย ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และนักเรียนประเมินตัวเอง สรุปคะแนนโดยการนำคะแนนจากผู้ประเมินทั้ง 3 คน มาหาค่าเฉลี่ย โดยกำหนดเกณฑ์ของค่าเฉลี่ยเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์นี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินทักษะภาคปฏิบัติ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542 : 42 – 43)

2.4 นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ กับเกณฑ์การประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบประเมิน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ปรากฏว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ค)

2.5 นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่ม

นักเรียน 9 คน เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน และนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข

- ผลการใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน พบว่า นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ดี และไม่พบปัญหาใดที่จะต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ไปทดลองใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ที่เป็น กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จากหนังสือ การวัดผลการเรียน วิทยาศาสตร์ ของณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 118 – 146)

3.2 วิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงออกถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ในด้านการเห็นความสำคัญ และประโยชน์ ด้านความนิยมชมชอบ และด้านความสนใจ เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางในการสร้างแบบ สอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

3.3 สร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบ มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5, 4, 3, 2 และ 1 ซึ่ง 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 4 หมายถึง เห็นด้วย, 3 หมายถึง ไม่แน่ใจ, 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย และ 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งจะพิจารณา โดยรวมในการแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกใน 3 ด้าน คือ 1) การเห็นความสำคัญและประโยชน์, 2) ความนิยมชมชอบ และ 3) ความสนใจต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3.4 นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จาก ฟางข้าว” ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท และนำไปให้ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินคุณภาพทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อ ตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมการแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่ต้องการวัด โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ปรากฏว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.80 – 1.00 (ภาคผนวก ค) แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

- ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรปรับแก้ข้อคำถามบางข้อให้เหมาะสม

3.5 นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลอง ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียน 9 คน เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน และนำ ข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข

- ผลการนำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จาก ฟางข้าว” ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน พบว่า ผลการประเมิน อยู่ในระดับ ดี และไม่พบปัญหาใดที่ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.6 นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

3.7 นำคะแนนวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน แล้วนำค่าเฉลี่ยรายด้านในแต่ละด้านมาจัดระดับการประเมิน ตามค่าเฉลี่ย โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อผู้บริหารโรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย
2. ชี้แจงรายละเอียดก่อนทำการสอน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และทำการเก็บข้อมูลด้านความรู้ก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน
3. ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และเก็บข้อมูลด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกบท โดยมีผู้ร่วมประเมิน 3 คน
4. เมื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนครบทุกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แล้ว ทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน - ขณะเรียน - หลังเรียน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. พัฒนาเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้
 - 1.1 การวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
 - 1.2 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

1.3 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยใช้สูตร $K - R$ 20

2. ทดสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินคุณภาพพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

2.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

2.2.1 การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t – test dependent

2.2.2 การทดสอบหลังเรียน โดยนำค่าเฉลี่ยหลังเรียนมาคิดเป็นร้อยละโดยเทียบกับ

คะแนนเต็มของพฤติกรรมที่ต้องการวัดแต่ละด้าน

2.3 วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ขณะเรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) แล้วนำค่าเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

2.4 วิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หลังเรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) แล้วนำค่าเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้กระทำโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

(Statistical Package for Social Sciences)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียน, ขณะเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137) โดยคำนวณจากสูตร

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

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

1.2 หาค่าคะแนนแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 142) โดยคำนวณจากสูตร

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

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

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรง (Validity) โดยทำการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การทดลอง กับเนื้อหาของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 235) มีสูตรดังนี้

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาความยากง่าย (Difficulty Index : p) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index : r) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis) (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 215) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมด

$$r = \frac{R_H - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ แบบคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder-Richardson 20 หรือ K-R 20) (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 228) โดยคำนวณจากสูตร

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อ
	p	แทน	สัดส่วนผู้ตอบถูกต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด (n)
	q	แทน	สัดส่วนผู้ตอบผิดต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด (n) หรือ $1 - p$
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนแบบประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.1 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการทดสอบวัดจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน 2 ครั้ง จากผลต่างของคะแนนก่อน – หลัง ใช้ t – test แบบ dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ . 2540 :165) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

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

เมื่อ $\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังเรียนด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และก่อนเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบ หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และก่อนเรียนด้วยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.3 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.2 , 2.3 และ 3 โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไปผ่านการตรวจประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี โดยมีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อสำรวจข้อมูลภาคสนาม และศึกษาผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับ “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์
3. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้, ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน คือ ตอนที่ 1 สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าว ในจังหวัดกาญจนบุรี ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และตอนที่ 4 การทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะได้นำเสนอตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ในพื้นที่สหวิทยาเขตอำเภอดำม่วง จังหวัดกาญจนบุรี โดยทำการสุ่มแบบเจาะจง ซึ่งสุ่มได้ตำบลหนองขาว และตำบลท่าม่วง โดยทั้งสองตำบลได้ทำการสำรวจบุคคลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ เกษตรอำเภอดำม่วง จำนวน 1 คน คณะกรรมการบริหารส่วนตำบล จำนวน 6 คน กลุ่มแม่บ้านประจำตำบล จำนวน 4 คน ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาเกษตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 10 คน เกษตรกร จำนวน 20 คน รวมทั้งหมด 41 คน และนำผลการสำรวจมาวิเคราะห์เกี่ยวกับประเด็นที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว เนื่องจากปัจจุบันการตัดไม้เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหารของชาวบ้านค่อนข้างหาได้ยาก จึงมีแนวคิดที่จะนำฟางข้าวซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของท้องถิ่นมาทำเป็นเชื้อเพลิงทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากไม้ โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างฟางข้าวกับวัตถุดิบประสาน (กาบแปงเปือก) เพื่อนำมาใช้ทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว และทดสอบคุณสมบัติด้านการจุดติดไฟ, ปริมาณควัน, ปริมาณเขม่า และลักษณะเปลวไฟ ของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว เนื่องจากชาวบ้านนิยมนำสีสังเคราะห์มาทำการย้อมสิ่งทอ โดยขาดความรู้เรื่องการนำบดน้ำเสียหลังการย้อม ซึ่งจะส่งผลให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค จึงมีแนวคิดที่จะนำฟางข้าวมาสกัดสี เพื่อนำไปใช้ย้อมสีสิ่งทอแทนการใช้สีสังเคราะห์ โดยทำการศึกษาค่า pH ที่เหมาะสมของน้ำขี้เถ้าที่จะนำมาต้มกับฟางข้าว เพื่อสกัด

น้ำสีย้อมจากฟางข้าวมาทำการทดลองย้อมเส้นใยฝ้าย แล้วทดสอบคุณสมบัติด้านความคงทนของน้ำสีย้อม โดยนำเส้นใยฝ้ายที่ผ่านการย้อมมาทำการซักด้วยผงซักฟอก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว เนื่องจากฟางข้าว เป็น ผลพลอยได้ที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของชุมชนในท้องถิ่น ซึ่งมีอาชีพหลัก คือ การปลูกข้าว หลังจาก การเก็บสำรองไว้ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ และการกลีกรวมแล้วก็จะทำการเผาทิ้ง จึงมีแนวคิดที่ว่าฟางข้าวยังเป็น แหล่งเส้นใยธรรมชาติที่สามารถนำมาทำเยื่อกระดาษได้ จึงทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้สาร โซเดียมไฮดรอกไซด์ ในกระบวนการต้มฟางข้าว เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว ต่อไป แล้วจึงนำเยื่อกระดาษที่เตรียมได้มาทดสอบคุณสมบัติด้านเชิงกล โดยการนำมาหาค่าความต้านทาน ต่อแรงดึง ด้วยตาชั่งสปริง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว โดยใช้สารเร่ง พด. - 1 เนื่องจาก อาชีพหลักของชุมชนในท้องถิ่น คือ การปลูกข้าว เกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อเพิ่มผลผลิต โดยไม่ทราบว่า เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้โครงสร้างทางกายภาพของดินเสียไป เนื่องจากขาดอินทรีย์วัตถุ จึงมีแนวคิดที่ว่าฟางข้าว เป็นเศษซากพืชที่สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินได้ จึงทำการศึกษาระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าว โดยใช้สารเร่ง พด. - 1 แล้วจึงนำปุ๋ยหมักที่ได้มาทำการทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของดิน

ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การวิจัยตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ ด้านต่าง ๆ ของฟางข้าวดังนี้

1. การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างฟางข้าว : วัสดุประสาน (กาวแป้งเปียก) เพื่อนำมาใช้ทำเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยท่อพีวีซี (PVC) แล้วนำมาคำนวณหาค่า ปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวและทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

2. การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาค่า pH ที่เหมาะสมของน้ำใช้ในการทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว โดยใช้ น้ำใช้ที่ค่า pH ระดับต่าง ๆ กัน (pH8-14) มาต้มกับฟางข้าวแล้วกรองเอาเฉพาะ น้ำสีย้อมจากฟางข้าวมาทำการย้อมเส้นใยฝ้ายและทดสอบคุณสมบัติของน้ำสีย้อมในด้านความคงทนของสีย้อม โดยการนำมาซักด้วยผงซักฟอก

3. การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการทำเยื่อกระดาษ จากฟางข้าว โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชิงกลของเยื่อกระดาษ โดยการนำมาหาค่าความต้านทานต่อแรงดึงของเยื่อกระดาษโดยใช้ตาชั่งสปริง

4. การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดยกระบวนการ หมัก และการใช้สารเร่ง พด.-1 ในอัตราส่วนที่ต่างกัน เพื่อใช้ในการทำปุ๋ยหมักและทดสอบคุณสมบัติทาง ด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังนี้

1. การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างฟางข้าว : วัสดุประสาน (กาวแป้งเปียก) เพื่อนำมาใช้ทำเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยท่อพีวีซี (PVC) แล้วนำมาคำนวณหาค่า ปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว และทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

จากการทดลองพบว่า ค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,800 แคลอรี / กรัม ปรากฏผลดังตาราง 20 (ภาคผนวก จ) และการทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

จากฟางข้าว พบว่า อัตราส่วนระหว่าง ฟางข้าวต่อวัตถุดิบ (กาวแป้งเปียก) 5 : 5 มีคุณสมบัติในการ จุดติดไฟได้ดีและสามารถลุกไหม้ได้หมดทั้งแท่ง , ปริมาณควัน , ปริมาณเขม่า น้อยกว่า อัตราส่วนระหว่างฟาง ข้าวต่อวัตถุดิบ (กาวแป้งเปียก) 5 : 10 และ 10 : 5 ส่วนลักษณะเปลวไฟ มีสีส้ม สีแดง สีน้ำเงินและสี ม่วง เช่นเดียวกัน ปรากฏผลดังตาราง 21 (ภาคผนวก จ)

2. การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาค่า pH ที่เหมาะสมของน้ำซึ่งใช้ในการทำน้ำ สีย้อมจากฟางข้าว โดยใช้ผ้าขาวที่มีค่า pH ระดับต่าง ๆ กัน (pH8-14) มาต้มกับฟางข้าวแล้วกรองเอา เฉพาะน้ำสีจากฟางข้าวมาทำการย้อมเส้นใยฝ้ายและทดสอบคุณสมบัติของน้ำสีย้อมในด้านความคงทนของสี ย้อม โดยการนำมาซักด้วยผงซักฟอก

จากการทดลองพบว่า น้ำซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 14 เมื่อนำมาต้มกับฟางข้าวจะทำให้ได้ น้ำสีย้อมที่มีสีเหลืองปนน้ำตาลเข้ม ปรากฏผลดังตาราง 22 (ภาคผนวก จ) และการทดสอบคุณสมบัติของน้ำ สีย้อมในด้านความคงทนของสี ย้อม โดยการนำไปซักด้วยผงซักฟอก พบว่าน้ำสีย้อมที่ต้มจากน้ำซึ่งมีค่า pH = 14 จะติดอยู่ในเส้นใยฝ้ายได้ดีกว่าน้ำสีย้อมที่ต้มจากน้ำซึ่งมีค่า pH = 8 และ pH = 11 เมื่อนำมา ซักด้วยผงซักฟอก ปรากฏผลดังตาราง 23 (ภาคผนวก จ)

3. การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว โดยทำการศึกษ้อัตราส่วนที่เหมาะสมของการทำเยื่อ กระดาษจากฟางข้าว โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชิงกลของเยื่อ กระดาษ โดยการนำมาหาค่าความต้านทานต่อแรงดึงของเยื่อกระดาษโดยใช้ตาชั่งสปริง

จากการทดลองพบว่า การใช้ฟางข้าว 10 กรัม และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.8 กรัม แล้วนำ ไปต้ม จะทำให้ฟางข้าวเปื่อยยุ่ยจนเหลือแต่เยื่อที่จะนำไปผ่านกระบวนการทำเยื่อกระดาษ ปรากฏผลดังตาราง 24 (ภาคผนวก จ) และการทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชิงกลของเยื่อกระดาษ โดยการนำมาหาค่าความต้าน ทานต่อแรงดึงของเยื่อกระดาษโดยใช้ตาชั่งสปริง พบว่า เยื่อกระดาษจากฟางข้าวมีค่าความต้านทานต่อแรง ดึงมากกว่า 1,000 กรัม / นิวตัน ปรากฏผลดังตาราง 25 (ภาคผนวก จ)

4. การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว โดยทำการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดย กระบวนการหมัก และการใช้สารเร่ง พด.-1 ในอัตราส่วนที่ต่างกัน เพื่อใช้ในการทำปุ๋ยหมักและทดสอบ คุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก

จากการทดลองพบว่า การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว โดยใช้อัตราส่วนของสารเร่ง พด. - 1 ตาม สูตรของกรมพัฒนาที่ดิน จะช่วยย่นระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักได้เร็วกว่า ปรากฏผลดังตาราง 26 (ภาคผนวก จ) และการทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก พบว่า การปลูกเมล็ดข้าวในภาชนะที่ใส่ดินปนทราย ผสมปุ๋ยหมัก จะมีการอุ้มน้ำ, การซึมผ่านของน้ำ, การระบายอากาศของดิน, การเกาะตัวของดิน, และ การ แพร่กระจายของรากพืช ได้ดีกว่าการปลูกเมล็ดข้าวในภาชนะที่ใส่ดินปนทราย ปรากฏผลดังตาราง 29 (ภาคผนวก จ)

ผู้วิจัยนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษา บริญญานินทร์ เพื่อนำผลการทดลองไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในตอนที่ 3 ต่อไป

ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยตอนที่ 3 ผู้วิจัยนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาพัฒนาบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ได้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 4 บทปฏิบัติการ ดังนี้

1) เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว, 2) เรื่อง การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว, 3) เรื่อง การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว และ 4) เรื่อง การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และในการนี้ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพและความเหมาะสมในการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไปใช้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ผู้วิจัยนำระดับการประเมินในแต่ละส่วนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและจัดระดับการประเมินตามค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

ค่าเฉลี่ยผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง	รายการประเมิน			$\bar{X}$	S.D	ผลการ ประเมิน
	เอกสารประกอบบท ปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	เอกสารรายงาน ผลการทดลอง และคำถามท้าย การทดลอง			
การทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากฟางข้าว	4.44	4.65	4.57	4.57	0.51	ดีมาก
การทำน้ำสีย้อมจาก ฟางข้าว	4.58	4.62	4.62	4.60	0.49	ดีมาก
การทำเยื่อกระดาษจาก ฟางข้าว	4.55	4.67	4.67	4.63	0.48	ดีมาก
การทำปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าว	4.60	4.70	4.83	4.70	0.46	ดีมาก
ภาพรวม	4.54	4.66	4.67	4.63	0.49	ดีมาก

จากตาราง 2 สรุปได้ว่า ผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดี) ทั้งในกรณีภาพรวมและจำแนกเป็นรายบทปฏิบัติการ

ตอนที่ 4 การทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

การวิจัยตอนที่ 4 ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อศึกษาดังนี้

1. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

2. ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

3. เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังนี้

1. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

การวิเคราะห์ข้อมูลผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำผลคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มาเปรียบเทียบปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ด้านต่าง ๆ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

พฤติกรรมที่ต้องการวัด	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน (N = 30)		คะแนนทดสอบ หลังเรียน (N = 30)		df	t	p
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
1. ด้านความรู้-ความจำ (7 ข้อ)	3.00	1.38	6.20	1.06	29	11.379*	.000
2. ด้านความเข้าใจ (13 ข้อ)	3.76	1.38	11.63	1.65	29	18.730*	.000
3. ด้านกระบวนการเสาะแสวงหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (9 ข้อ)	2.96	1.58	7.73	1.55	29	11.825*	.000
4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (11 ข้อ)	3.76	1.22	9.16	1.41	29	16.499*	.000
รวม(40 ข้อ)	13.50	3.55	34.73	4.72	29	19.655*	.000

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 สรุปได้ว่าผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียน มีความแตกต่างกัน โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีคะแนนสูงขึ้น ($p = .000$) ทั้งโดยภาพรวม (40 ข้อ) และโดยจำแนกพฤติกรรมเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน

จากนั้นผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มาคิดเป็นร้อยละในแต่ละด้าน ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ของนักเรียน หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ค่าเฉลี่ยหลังเรียน (N =30)			สรุป *
	$\bar{X}$	S.D.	คิดเป็นร้อยละ	
1. ด้านความรู้-ความจำ (7 ข้อ)	6.20	1.06	88.57	สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
2. ด้านความเข้าใจ (13 ข้อ)	11.63	1.65	89.48	สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
3. ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (9 ข้อ)	7.73	1.55	85.92	สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (11 ข้อ)	9.16	1.41	83.33	สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
รวม (40 ข้อ)	8.68	1.42	86.83	สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

* เกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70

จากตาราง 4 สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เมื่อคิดเป็นร้อยละ โดยเทียบกับคะแนนเต็มของแต่ละด้านสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (คือ ร้อยละ 70) ทั้งในกรณีภาพรวมและจำแนกเป็นรายพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้ง 4 ด้าน

2. ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

การวิเคราะห์ข้อมูลผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนขณะที่นักเรียนเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกบท โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบประเมินจากสภาพจริง แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยประเมินพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1) วิธีดำเนินการทดลอง, 2) การปฏิบัติการทดลอง (การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์), 3) ความคล่องแคล่วในขณะที่ปฏิบัติการทดลอง และ 4) การนำเสนอผลการทดลอง ซึ่งมีผู้ร่วมประเมินจำนวน 3 คน ประกอบด้วยผู้วิจัย, ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์, และนักเรียนประเมินตัวเองสรุปคะแนนโดยการนำคะแนนจากผู้ประเมินจำนวน 3 คนมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน

ของทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มาเทียบโดยใช้แบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยรายด้านในแต่ละด้านมาจัดระดับการประเมินตามค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

ค่าเฉลี่ยผลการประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ปรากฏผลดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงผลการประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ขณะที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในแต่ละบทปฏิบัติการ

บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง	ค่าสถิติ	ค่าเฉลี่ยรายด้าน (N = 30)				ค่าเฉลี่ย ทุกด้าน	สรุปผลการ ประเมิน
		ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4		
การทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากฟางข้าว	$\bar{X}$ S.D.	3.75 0.37	3.88 0.37	4.32 0.35	3.52 0.31	3.87 0.23	อยู่ใน ระดับดี
การทำน้ำสีย้อมจาก ฟางข้าว	$\bar{X}$ S.D.	4.07 0.22	4.33 0.27	4.69 0.31	3.53 0.27	4.15 0.19	อยู่ใน ระดับดี
การทำเยื่อกระดาษจาก ฟางข้าว	$\bar{X}$ S.D.	4.26 0.33	4.57 0.27	4.72 0.23	3.45 0.28	4.25 0.21	อยู่ใน ระดับดีมาก
การทำปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าว	$\bar{X}$ S.D.	4.69 0.28	4.84 0.16	4.83 0.18	3.75 0.30	4.53 0.16	อยู่ใน ระดับดีมาก
ภาพรวม	$\bar{X}$ S.D.	4.19 0.22	4.41 0.20	4.64 0.18	3.56 0.17	4.20 0.16	อยู่ใน ระดับดี

หมายเหตุ ด้านที่ 1 คือ วิธีดำเนินการทดลอง, ด้านที่ 2 คือ การปฏิบัติการทดลอง(การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์)
 ด้านที่ 3 คือ ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการทดลอง, ด้านที่ 4 คือ การนำเสนอผลการทดลอง
 จากตาราง 5 สรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในขณะเรียน
 โดยภาพรวม, บทที่ 1 และบทที่ 2 อยู่ในระดับดี ส่วนบทที่ 3 และบทที่ 4 อยู่ในระดับดีมาก

3. เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

การวิเคราะห์ข้อมูลเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบสอบถามเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ที่ทำการทดสอบหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ยเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน และกำหนดเป็นเกณฑ์ในการประเมิน โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยรายด้านในแต่ละด้านมาจัดระดับการประเมินตามค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

ค่าเฉลี่ยผลการประเมินเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ในด้านการเห็นความสำคัญ และประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้านความนิยมชมชอบต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และความสนใจต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงค่าเฉลี่ยผลการประเมินเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

เจตคติต่อบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ยหลังเรียน (N = 30)		สรุปผลการประเมิน
	$\bar{X}$	S.D	
1. ด้านการเห็นความสำคัญและประโยชน์ของ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.39	0.33	อยู่ในระดับดีมาก
2. ด้านความนิยมชมชอบต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.26	0.40	อยู่ในระดับดีมาก
3. ด้านความสนใจต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.47	0.39	อยู่ในระดับดีมาก
ภาพรวม	4.37	0.33	อยู่ในระดับดีมาก

จากตาราง 6 สรุปได้ว่า เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งโดยภาพรวม และโดยจำแนกเป็นรายด้าน (ด้านที่ 1 การเห็นความสำคัญและประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ,ด้านที่ 2 ความนิยมชมชอบต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ ด้านที่ 3 ความสนใจต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์) อยู่ในระดับดีมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาค้นคว้า ได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสำรวจข้อมูลภาคสนาม และศึกษาผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์
3. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีผลการเรียนรู้ ดังนี้
 - 2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
 - 2.2 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70
 - 2.3 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เพื่อนำไปใช้ทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี สรุปเป็นขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าได้ 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าว โดยใช้แบบสำรวจเป็นเครื่องมือในการสำรวจความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ในพื้นที่สหวิทยาเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี โดยทำการสุ่มแบบเจาะจงได้ตำบลหนองขาว และตำบลท่าม่วง ทั้งสองตำบลได้ทำการสำรวจบุคคลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ เกษตรอำเภอ จำนวน 1 คน คณะกรรมการบริหารส่วนตำบล จำนวน 6 คน กลุ่มแม่บ้านประจำตำบล จำนวน 4 คน ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาเกษตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 10 คน และเกษตรกร จำนวน 20 คน

รวมทั้งหมด 41 คน แล้วนำผลการสำรวจมาวิเคราะห์เกี่ยวกับประเด็นที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ของฟางข้าว ดังนี้ 1) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว, 2) การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว, 3) การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว และ 4) การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว แล้วนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จากผลการทดลองที่ผู้วิจัยทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(Content Validity) การประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ในขั้นตอนนี้ได้พัฒนาและสร้างเครื่องมือ 2 ชุด คือ

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” จำนวน 4 บทปฏิบัติการ
2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ใช้

สำหรับเป็นแนวทางในการสอน

ตอนที่ 4 การทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

4.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอน

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองสอนได้แก่ นักเรียนจำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากประชากรที่กำหนด คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรีที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน

1. แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” จำนวน 40 ข้อ
2. แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ
3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” จำนวน 30 ข้อ

จำนวน 30 ข้อ

4.3 การดำเนินการทดลอง

1. ติดต่อผู้บริหารโรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย
2. ชี้แจงรายละเอียดก่อนทำการสอน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และทำการเก็บข้อมูลด้านความรู้ก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน

3. ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และเก็บข้อมูลด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกบท โดยมีผู้ร่วมประเมิน 3 คน

4. เมื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนครบทุกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แล้ว ทำการเก็บข้อมูล หลังการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” และทำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน ขณะเรียน และหลังเรียน มาทำการวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. พัฒนาเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบวัด ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

1.2 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

1.3 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์ จากฟางข้าว” โดยใช้สูตร $K - R 20$

2. ทดสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ ประโยชน์จากฟางข้าว” ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) แล้วนำมาเทียบกับ เกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

2.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

2.2.1 การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ $t - test$ dependent

2.2.2 การทดสอบหลังเรียน โดยนำค่าเฉลี่ยหลังเรียนมาคิดเป็นร้อยละโดยเทียบกับ คะแนนเต็มของพฤติกรรมที่ต้องการวัดแต่ละด้าน

2.3 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ขณะเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) แล้วนำค่าเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

2.4 วิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หลังเรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) แล้วนำค่าเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก
- ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี
- ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้
- ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ดำเนินการศึกษาค้นคว้าแบ่งออกเป็น 4 ตอน สรุปผลได้ดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี

จากการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี สรุปได้ดังนี้ ในพื้นที่สหวิทยาเขตอำเภอดำรงวิทยะ จังหวัดกาญจนบุรี ของผู้ตอบแบบสำรวจประกอบอาชีพหลักในด้านเกษตรกรรมพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าวปัญหาที่เกิดขึ้นกับพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ฟางข้าว ที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกษตรกรจะเก็บสำรองไว้ใช้เลี้ยงสัตว์เท่านั้น ส่วนที่เหลือจะทำการเผาทิ้ง เพื่อใช้พื้นที่ในการทำนาต่อไปก่อให้เกิดปัญหาด้านมลพิษทางอากาศ และเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนเนื่องจากทัศนวิสัยไม่ดี สาเหตุมาจากควันไฟจากการเผาฟางข้าว ผู้ตอบแบบสำรวจต้องการให้มีการนำความรู้ และเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาถ่ายทอดให้ความรู้แก่ชุมชนในพื้นที่ เพื่อที่จะนำฟางข้าวที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปซึ่งจะเป็นผลพลอยได้ในการที่จะใช้เวลาว่างและส่งเสริมการมีอาชีพเสริมให้กับเกษตรกรหลังฤดูการทำนา

ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษา

1. อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างฟางข้าว : วัสดุประสาน (กาวแบ่งเปียก) เพื่อนำมาใช้ทำเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยท่อพีวีซี (PVC) แล้วนำมาคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว และทดสอบคุณสมบัติในการจุดติดไฟ, ปริมาณควัน, ปริมาณเขม่า, และลักษณะเปลวไฟของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ผลการทดลองพบว่า

1) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวจะได้ผลดีต้องใช้อัตราส่วนระหว่างฟางข้าวต่อวัสดุประสาน(กาวแบ่งเปียก) เท่ากับ 5 กรัม : 5 กรัม หรือในอัตราส่วน 1 : 1 จากนั้นนำไปตากแดดให้แห้งสนิทจะได้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนเชื้อเพลิงที่ทำจากไม้

2) การนำมาคำนวณหาปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว พบว่ามีค่าเฉลี่ย 3,800 แคลอรี / กรัม

3) การทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว พบว่า อัตราส่วนระหว่างฟางข้าวต่อวัสดุประสาน (กาวแบ่งเปียก) 5 กรัม : 5 กรัม หรือในอัตราส่วน 1 : 1 มีคุณสมบัติในการจุดติดไฟได้ง่าย และสามารถกลุ่ใหม่ได้หมดทั้งแท่ง, ปริมาณควัน, ปริมาณเขม่า น้อยกว่า อัตราส่วนระหว่างฟางข้าวต่อวัสดุประสาน (กาวแบ่งเปียก) 5 กรัม : 10 กรัม และ 10 กรัม : 5 กรัม ส่วนลักษณะเปลวไฟ มีสีส้ม, สีแดง, สีน้ำเงินและสีม่วงเช่นเดียวกัน

2. ค่า pH ที่เหมาะสมของน้ำขี้เถ้า ในการทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าวและทดสอบคุณสมบัติของน้ำสีย้อมในด้านความคงทน โดยการนำมาซักด้วยผงซักฟอก ผลการทดลองพบว่า

1) น้ำขี้เถ้าที่มีค่า pH เท่ากับ 14 เมื่อนำมาต้มกับฟางข้าว แล้วทำการกรองเพื่อแยกฟางข้าวออก จะได้น้ำสีย้อมที่มีสีเหลืองปนน้ำตาลเข้มกว่า น้ำขี้เถ้าที่มีค่า pH เท่ากับ 8 และ 11

2) การทดสอบคุณสมบัติของน้ำสีย้อมในด้านความคงทน โดยการนำมาซักด้วยผงซักฟอก น้ำสีย้อมที่ต้มจากน้ำขี้เถ้าที่มีค่า pH เท่ากับ 14 จะติดอยู่ในเส้นใยผ้าได้ดีกว่า น้ำสีย้อมที่ต้มจากน้ำขี้เถ้าที่มีค่า pH เท่ากับ 8 และ 11

3. อัตราส่วนที่เหมาะสมของการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว โดยใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์และทดสอบคุณสมบัติด้านเชิงกลโดยการหาค่าความต้านทานต่อแรงดึงของเยื่อกระดาษจากฟางข้าว ผลการทดลองพบว่า

1) อัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว คือใช้ฟางข้าว 10 กรัม ต่อ สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.8 กรัม เมื่อนำมาต้มจะทำให้ฟางข้าวเปื่อยยุ่ย ได้ดีกว่าอัตราส่วนระหว่างฟางข้าว 10 กรัม ต่อ สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.45 กรัม และอัตราส่วนระหว่างฟางข้าว 10 กรัม ต่อ สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.90 กรัม

2) การทดสอบคุณสมบัติด้านเชิงกลโดยการหาค่าความต้านทานต่อแรงดึงของเยื่อกระดาษจากฟางข้าว ที่ใช้อัตราส่วนระหว่างฟางข้าว 10 กรัม ต่อ สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.8 กรัม มีความต้านทานต่อแรงดึงมากกว่า 1,000 กรัม/นิวตัน โดยการใช้ตาชั่งสปริง ส่วนอัตราส่วนระหว่างฟางข้าว 10 กรัม ต่อ สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.45 กรัม และ อัตราส่วนระหว่างฟางข้าว 10 กรัม ต่อ สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.90 กรัม ไม่สามารถลอกออกเป็นแผ่นมาทดสอบได้

4. ระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าวโดยกระบวนการหมัก และการใช้สารเร่ง พด. -1 ในอัตราส่วนที่ต่างกันเพื่อใช้ในการทำปุ๋ยหมัก และทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก ผลการทดลองพบว่า

1) การทำปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่ง พด. -1 เป็นการช่วยย่นระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักให้สั้นลง เมื่อเปรียบเทียบกับการทำปุ๋ยหมักโดยไม่ใช้สารเร่ง พด. -1

2) การทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมักคือ การอุ้มน้ำ, การซึมผ่านของน้ำ, การระบายอากาศของดิน, การเกาะตัวของดิน และการแพร่กระจายของรากพืช ของดินที่ปลูกพืชโดยใช้ปุ๋ยหมักจะมีคุณสมบัติดังกล่าวดีกว่าดินที่ปลูกพืชโดยไม่ใส่ปุ๋ยหมัก

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย สรุปได้ว่า ผลการทดลองเป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลมาจากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และการตรวจสอบเป็นไปตามทฤษฎี และสามารถนำผลการทดลองไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในตอนที่ 3 ได้

ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย มาดำเนินการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้ 4 บทปฏิบัติการ โดยในแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยเอกสาร 3 ส่วน คือ 1) ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 3) เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ทั้ง 4 บทปฏิบัติการ ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง ประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในการนำไปใช้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 บทปฏิบัติการ อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดี) ทั้งในกรณีภาพรวมและจำแนกเป็นรายบทปฏิบัติการ

จึงสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 บทปฏิบัติการ มีคุณภาพ อยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 4 การทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยทำการทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อศึกษา

1. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สรุปได้ดังนี้

1) ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน ในแต่ละด้าน พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียน มีความแตกต่างกัน โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = .000$) ทั้งโดยภาพรวม (40 ข้อ) และโดยจำแนกพฤติกรรมเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ – ความจำ, ด้านความเข้าใจ, ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

2) ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เมื่อนำค่าเฉลี่ยหลังเรียนมาคิดเป็นร้อยละโดยเทียบกับคะแนนเต็มของแต่ละด้าน พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (คือ ร้อยละ 70) ทั้งในกรณีภาพรวมและ โดยจำแนกพฤติกรรมเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ – ความจำ, ด้านความเข้าใจ, ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

3) ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” พบว่า ค่าเฉลี่ยผลการประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในขณะเรียนโดยภาพรวม, บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1, และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 อยู่ในระดับดี ส่วนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 อยู่ในระดับ ดีมาก

2. เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” พบว่า ค่าเฉลี่ยผลการประเมินเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ทั้งโดยภาพรวม และโดยจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่ 1 นักเรียนมีการเห็นความสำคัญและประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้านที่ 2 นักเรียนมีความนิยมชมชอบต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 3 นักเรียนมีความสนใจต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยในครั้งนี้ เสนอตามลำดับผลการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี

ผลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวในจังหวัดกาญจนบุรี พบว่าในพื้นที่สหวิทยาเขต อำเภอดำม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ประกอบอาชีพหลักในด้านเกษตรกรรม พืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว ผู้ตอบแบบสำรวจต้องการให้มีการนำความรู้ และเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาถ่ายทอดให้แก่ชุมชนในพื้นที่ เพื่อที่จะนำฟางข้าว ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว, การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว, การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว และการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยของรวิวรรณ แก้วกล้า (2538 : บทนำ) กล่าวไว้ว่า ฟางข้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่มีมากในประเทศไทย จึงได้นำฟางข้าวมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติศักดิ์ บัวศรี (2544 : 3) พบว่า วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีอยู่จำนวนมากคือ ฟางข้าว แต่ปริมาณการใช้ฟางข้าวประมาณร้อยละ 80 นำไปใช้ทางด้านปศุสัตว์ และกลีกรวม ส่วนการนำไปใช้อย่างอื่นยังมีน้อยมาก จึงเหมาะที่จะมีการพัฒนาการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนได้ ซึ่งผลการสำรวจสอดคล้องกับที่ผู้วิจัยได้คาดไว้ว่า ในพื้นที่ยังไม่มีผู้ให้ความรู้ จึงไม่มีผู้ดำเนินการนำฟางข้าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ นอกจากเก็บสำรองไว้ใช้เลี้ยงสัตว์เพียงอย่างเดียว เนื่องจากผู้ตอบแบบสำรวจบางส่วนที่มีความรู้ก็มองข้ามประโยชน์ของฟางข้าวและเห็นว่าเป็นการเสียเวลา มีความยุ่งยากในขั้นตอนการทำ ไม่สะดวกเหมือนกับการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด และในขณะที่ผู้วิจัยทำการสำรวจได้มีการพูดคุยกับเกษตรกรและครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และวิชาเกษตร พบว่ามีความต้องการให้มีการนำความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาถ่ายทอดให้กับชุมชนในพื้นที่ เพื่อที่จะได้นำฟางข้าวที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์

ตอนที่ 2 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษา

1. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างฟางข้าวต่อวัตถุดิบ (กาวแป้งเปียก) เพื่อนำมาใช้ทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวด้วยท่อพีวีซี (PVC) แล้วนำมาคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว และทดสอบคุณสมบัติในด้านการจุดติดไฟ, ปริมาณควัน, ปริมาณเขม่า, และลักษณะเปลวไฟของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

1.1 จากการทดลองพบว่า การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวจะได้ผลดี ต้องใช้อัตราส่วนระหว่างฟางข้าวต่อวัตถุดิบ (กาวแป้งเปียก) ที่เหมาะสมคือ 1 : 1 (ในการทดลองใช้อัตราส่วนระหว่างฟางข้าวต่อวัตถุดิบ (กาวแป้งเปียก) เท่ากับ 5 กรัม : 5 กรัม) ซึ่งสอดคล้องกับ รัชณี อารมย์ดี และคณะ (2544 : 7 – 15) กล่าวไว้ว่า การอัดแท่งและใช้แรงดันต่ำ คือ การนำวัสดุชีวมวลมาทำการสับให้มีขนาดเล็กกลง และนำมาเข้าเครื่องอัดแบบไม่ใช้ความร้อน วิธีการอัดแบบนี้จะใช้แรงอัดและอุณหภูมิในระหว่างการอัดต่ำ ซึ่งได้แก่ แบบใช้ตัวประสาน และไม่ใช้ตัวประสาน การอัดแท่งแบบใช้ตัวประสาน คือการนำวัสดุที่มีสารพวกกลีซิน เซลลูโลส และ คาร์โบไฮเดรต มาผสมกับวัสดุชีวมวลที่ต้องการจะทำการอัดแท่งในอัตราส่วนที่เหมาะสม ตัวประสานจะเป็นตัวช่วยในการยึดเกาะวัสดุของแท่งเชื้อเพลิงที่อัดด้วยแรงอัดปานกลาง

1.2 จากการนำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวมาคำนวณหาค่าปริมาณความร้อน พบว่า มีค่าปริมาณความร้อนเฉลี่ย 3,800 แคลอรี / กรัม ซึ่งสอดคล้องกับ ศศิรินทร์ วัฒนานนท์ (2542 : 4 - 1 - 4 - 8) กล่าวไว้ว่า จากการศึกษาคูณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของวัตถุดิบก่อนทำการอัดแท่ง พบว่า ค่าปริมาณความร้อนของฟางข้าว มีค่าเท่ากับ 3,758 แคลอรี / กรัม และเมื่อนำเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อัดโดยวิธีอัดเย็นมาหา ค่าปริมาณความร้อนระหว่างฟางข้าวผสมตะกอนน้ำเสียในอัตราส่วน 1 : 1 ให้ค่าความร้อนเท่ากับ 3,898 แคลอรี / กรัม

1.3 จากการนำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวมาทดสอบคุณสมบัติในด้านการจุดติดไฟ, ปริมาณควัน, ปริมาณเขม่า, และลักษณะของเปลวไฟ พบว่า การจุดติดไฟใช้เวลาในการจุดติดไฟประมาณ 2 นาที ปริมาณควันและปริมาณเขม่า มีบ้างในขณะเริ่มจุดเชื้อเพลิงหลังจากจุดติดแล้วปริมาณควันและเขม่าลดลง ลักษณะเปลวไฟมีสีน้ำเงินและสีม่วง แสดงว่าให้ปริมาณความร้อนค่อนข้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับ รัชณี อารมย์ดี และคณะ (2544 : 50 - 51) ได้ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง พบว่า ระยะเวลาการติดไฟโดยเฉลี่ยของเชื้อเพลิงอัดแท่งแบบอัดร้อน สามารถติดไฟได้เร็วกว่าแบบอัดเย็น ข้อเสียของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้แบบอัดเย็น โดยใช้ตะกอนน้ำเสียเป็นตัวประสานนั้น มีควันมาก จุดติดยาก ส่วนค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งแบบอัดเย็นสูงกว่าแบบอัดร้อน

2. ค่า pH ที่เหมาะสมของน้ำขี้เถ้า ในการทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว และทดสอบคุณสมบัติในด้านความคงทนของสีย้อม โดยการนำมาซักด้วยผงซักฟอก สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

2.1 จากการทดลองพบว่า ค่า pH ของน้ำขี้เถ้าที่เหมาะสมในการนำมาสกัดน้ำสีย้อมจากฟางข้าว คือ มีค่า pH เท่ากับ 14 จะได้น้ำสีย้อมที่มีสีเหลืองปนน้ำตาลเข้ม และจากการนำมาทดสอบคุณสมบัติในด้านความคงทนของสีย้อม โดยนำมาซักด้วยผงซักฟอก พบว่า สีย้อมมีความคงทนต่อการซักต่ำ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับหลักการย้อมสีเบส นุจิรา รัชมีไพบูลย์ (2543 : 17) กล่าวไว้ว่า สภาวะการย้อมที่มีค่า pH ของน้ำย้อมเป็นเบส สีจะมีความคงทนต่อการซักต่ำและมีความคงทนต่อแสงต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ วิระภา คอทอง (2542 : 18 - 19) กล่าวไว้ว่า สีที่ได้จากธรรมชาติส่วนมาก จะให้ย้อมติดวัสดุสิ่งทอไม่ทน จะต้องใช้สารช่วยติดช่วยเพื่อให้ผ้าติดสีได้ดี และสารช่วยติดช่วยให้สีมีความคงทนต่อการซักดีขึ้น

3. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว โดยใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ และทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชิงกลของเยื่อกระดาษ โดยการนำมาหาค่าความต้านทานต่อแรงดึงของเยื่อกระดาษโดยใช้ตาชั่งสปริง สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

3.1 จากการทดลองพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว นั้น คือ ใช้ฟางข้าว 10 กรัม สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.8 กรัม น้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำมาต้มก็จะได้เยื่อที่มีลักษณะนุ่ม และมีสีค่อนข้างคล้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ (ม.ป.ป. : 26) กล่าวไว้ว่า กระบวนการผลิตเยื่อเคมี จะใช้พลังงานเคมีและพลังงานความร้อน ในการทำให้เส้นใยแยกออกจากกัน โดยขั้นนี้จะไม่ถูกส่งเข้าหม้อต้มเยื่อ สารเคมีและความร้อนจะละลายลิกนินออกไปเหลือส่วนที่ไม่ละลายคือเยื่อ เยื่อเคมีที่ได้จะมีลักษณะนุ่ม มีสีค่อนข้างคล้ำ เส้นใยที่ได้จะสมบูรณ์

3.2 การทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชิงกลของเยื่อกระดาษจากฟางข้าว โดยการนำมาหาค่าความต้านทานต่อแรงดึงของเยื่อกระดาษโดยใช้ตาชั่งสปริง จากการทดลองพบว่า เยื่อกระดาษจากฟางข้าวที่เตรียมได้มีค่าความต้านทานต่อแรงดึง เฉลี่ยมากกว่า 1,000 กรัม / นิวตัน ซึ่งสอดคล้องกับ รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ (ม.ป.ป. : 52) กล่าวไว้ว่า ความต้านทานต่อแรงดึง หมายถึง ความสามารถในการรับแรงดึงสูงสุดที่กระดาษ

จะทนได้ก่อนจะขาดออกจากกัน มีหน่วยเป็นแรงต่อความกว้างของกระดาษที่ใช้ทดสอบ เช่น กิโลนิวตันต่อเมตร ค่าที่วัดได้จะเป็นสิ่งที่บ่งชี้ให้เห็นถึงความทนทาน และศักยภาพในการใช้งานของกระดาษซึ่งต้องรับแรงในขณะใช้งาน เช่น เพื่อการห่อของ ทำถุง เป็นต้น

4. ศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดยกระบวนการหมัก และการใช้สารเร่ง พด. - 1 ในอัตราส่วนที่ต่างกัน เพื่อใช้ในการทำปุ๋ยหมัก และทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

4.1 จากการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดยกระบวนการหมัก และการใช้สารเร่ง พด. - 1 โดยอาศัยข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว โดยมีอัตราส่วน ดังนี้ เศษพืชแห้ง 1,000 กิโลกรัม, มูลสัตว์(มูลโคแห้ง) 200 กิโลกรัม, ปุ๋ยยูเรีย 2 กิโลกรัม และ สารเร่ง พด. - 1 150 กรัม (1 ถู) ผู้วิจัยได้ใช้อัตราส่วน 1 : 25 เพื่อให้เหมาะสมกับการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คือใช้ฟางข้าว 40 กรัม, มูลโค 8 กรัม, ปุ๋ยยูเรีย 0.08 กรัม สารเร่ง พด. - 1 0.06 กรัม แล้ววางซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ในกล่องพลาสติกใช้เวลาประมาณ 22 วัน ก็สามารถนำปุ๋ยหมักมาใช้ได้ซึ่งเป็นการย่นระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักให้สั้นลง ซึ่งสอดคล้องกับกรมพัฒนาที่ดิน (2545 : 19) กล่าวไว้ว่า การใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสม จะมีบทบาทอย่างยิ่งต่อการส่งเสริมให้อัตราการย่อยสลาย เกิดในอัตราที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้น

4.2 การทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก โดยทำการปลูกเมล็ดข้าวในภาชนะที่ใส่ดินปนทรายผสมปุ๋ยหมัก และปลูกเมล็ดข้าวในภาชนะที่ใส่ดินปนทรายเพียงอย่างเดียว ผลการทดสอบพบว่า การปลูกเมล็ดข้าวในภาชนะที่ใส่ดินปนทรายผสมปุ๋ยหมัก จะมีการอุ้มน้ำ, การซึมผ่านของน้ำ, การระบายอากาศของดิน, การเกาะตัวของดิน, และการแผ่กระจายของรากพืช ได้ดีกว่า การปลูกเมล็ดข้าวในภาชนะที่ใส่ดินปนทรายเพียงอย่างเดียว และผลจากการสังเกตดูการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวที่ปลูก พบว่าเมล็ดข้าวที่ปลูกในภาชนะที่ใส่ดินปนทรายผสมปุ๋ยหมัก มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าเมล็ดข้าวที่ปลูกในภาชนะที่ใส่ดินปนทรายเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับกรมพัฒนาที่ดิน (2545 : 83) กล่าวไว้ว่า ผลของปุ๋ยหมักต่อสมบัติทางกายภาพ ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงในดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง ซึ่งช่วยปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น สารประกอบฮิวมัสในปุ๋ยหมักเป็นสารซึ่งแสดงอำนาจประจุลบซึ่งจะดึงดูดกับประจุบวก จะเป็นตัวช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวก และยังมีผลให้อนุภาคดินเกาะตัวกัน นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น การระบายอากาศของดินเพิ่มมากขึ้น ทำให้ระบบรากของพืชสามารถแผ่กระจายในดินได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งมีผลให้ดูดธาตุอาหารได้มากขึ้นด้วยเช่นกัน การใส่ปุ๋ยหมักยังช่วยในด้าน การซึมผ่านของน้ำและความสามารถในการอุ้มน้ำของดินให้ดีขึ้น ทำให้ดินมีความชุ่มชื้นได้ยาวนานกว่าในดินที่มีโครงสร้างไม่ดี

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย ผลการทดลองเป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลมาจากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และการตรวจสอบเป็นไปตามทฤษฎี และสามารถนำผลการทดลองไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ได้

ตอนที่ 3 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า ผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 บทปฏิบัติการ

อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับดี) ทั้งในกรณีภาพรวมและจำแนกเป็นรายบทปฏิบัติการ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก จากการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการศึกษารายงานวิธีการดำเนินการจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละบทปฏิบัติการ และได้มีการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนกลุ่มเล็กที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งส่งผลให้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ประการที่สอง ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบผลที่ได้จากการดำเนินการทดลองของแต่ละบทปฏิบัติการให้เป็นไปตามหลักและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งรูปแบบการทดลองของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบทปฏิบัติการมุ่งให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เน้นการทดลองเป็นหลัก โดยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าของฟางข้าว ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของท้องถิ่น และมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทวิช แจ่มจรัส (2545 : 86) ที่ได้ศึกษาและพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง นำสากัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ให้มีความสอดคล้องกับสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันเกี่ยวกับหลักสูตรสถานศึกษาที่มีการส่งเสริมให้นำความรู้ท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนกับผู้เรียนและนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุเหลือใช้ที่มีในท้องถิ่นสามารถนำวัสดุเหลือใช้เหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ นักเรียนสามารถถ่ายโยงความรู้ที่ได้จากการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนและท้องถิ่นของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของจรรยา ถาวรจักร์ (2538 : 8) ที่ว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์จะต้องบรรจุเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ต่อท้องถิ่นและมีการปฏิบัติจริง

ประการที่สาม บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ที่พัฒนาขึ้น เป็นบทปฏิบัติการที่สอดคล้องกับแนวความคิดของการนำความรู้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในสภาพของชุมชน โดยการนำความรู้มาถ่ายทอดให้แก่ผู้เรียนและเป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ เปรมจิตร บุญสาย (2541 : 2) กล่าวไว้ว่า การป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจะสำเร็จไปด้วยดี ประชาชนทุกคนจะต้องมีส่วนร่วมในการรับภาระร่วมกัน ทั้งนี้รวมถึงนักเรียนที่ควรตระหนัก ถึงการมีส่วนร่วมรับผิดชอบในปัญหาเหล่านี้ด้วย โดยนักเรียนได้ปฏิบัติจริงมีส่วนได้สัมผัสกับปัญหา และนำสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมกลับมาใช้ใหม่เพื่อให้เกิดประโยชน์ เช่น การนำวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นที่จะทำให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อมมาใช้ให้เกิดประโยชน์

จากสาเหตุดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ทั้ง 4 บทปฏิบัติการ มีคุณภาพและความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน อยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 4 การทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยทำการทดลองสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สรุปได้ดังนี้

1.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละด้านพบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียน มีความแตกต่างกัน โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีคะแนนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=.000$) ทั้งโดยภาพรวม(40ข้อ) และโดยจำแนกพฤติกรรมเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ – ความจำ, ด้านความเข้าใจ, ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์, และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ข้อที่ 2.1 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก คือ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก จากการประเมินและความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เนื่องจากรูปแบบการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบที่นำตัวความรู้มาพัฒนาเป็นการทดลองอย่างเด่นชัด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกานต์วี ใจงาม (2545 : 77) ที่กล่าวว่า นักเรียนไม่จำเป็นต้องอ่านความรู้เพิ่ม เพราะการทดลองเป็นความรู้ให้โดยตรง ดังนั้นจึงส่งผลให้ความรู้ที่นักเรียนได้รับไม่ใช่ความรู้ที่เกิดจากการท่องจำแต่เป็นความรู้ที่ซึมซับเข้าไปในตัวนักเรียนโดยที่นักเรียนไม่ต้องท่องจำแต่ประการใด เพราะนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการทดลอง สอดคล้องกับที่บุญชม ศรีสะอาด (2528 : 278 – 279) กล่าวว่า iva การสอนแบบฝึกปฏิบัติทำให้การศึกษาเป็นการศึกษาที่สมบูรณ์ ผสมผสานกันทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ ผู้เรียนได้เรียนรู้จากของจริงหรือสื่อ และลงมือทำด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

ประการที่สอง ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม จำนวน 3 คน และ 9 คน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข แต่ผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีความสามารถในการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ได้เป็นอย่างดี ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการทดลองเป็นหลัก และการทดลองดังกล่าวเอื้อให้นักเรียนเกิดความรู้ เกิดทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไปในตัว นักเรียนไม่เคร่งเครียดกับการเรียนก็สามารถเข้าใจบทเรียนได้ดี เพราะนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (กานต์วี ใจงาม. 2545 : 76) ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรุณา ละมุล (2541 : 117) ที่ได้ศึกษาและพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนัก ที่ใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกค้นคว้าได้ด้วยตนเอง และมีรูปแบบการทดลองที่น่าสนใจ

ประการที่สาม บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” นี้เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง พร้อมกับได้ความรู้จากการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ จึงทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และดำเนินการสืบเสาะหาความรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มณีรัตน์ เกตุไสว (2540 : บทคัดย่อ) ที่ทำการวิจัยและพบว่า ผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการทดลองที่นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลอง จะมีผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.2 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เมื่อนำค่าเฉลี่ยหลังเรียนมาคิดเป็นร้อยละ โดยเทียบกับคะแนนเต็มของพฤติกรรมแต่ละด้าน พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด(คือร้อยละ 70)ทั้งในกรณีภาพรวมและโดยจำแนกพฤติกรรมเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้านคือ ด้านความรู้ – ความจำ คิดเป็นร้อยละ 88.57, ด้านความเข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 89.48 , ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 85.92 , และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คิดเป็นร้อยละ 83.33 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ข้อที่ 2.2 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก เป็นผลมาจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และได้ผ่านการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนกลุ่มเล็กที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน เพื่อนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข

ประการที่สอง ผู้เรียนให้ความสนใจกับการเรียนรู้จากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เนื่องจากเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กานต์วิ ใจงาม (2545 : 80) ที่ทำการวิจัยพบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

ประการที่สาม รูปแบบของการทดลองของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการคิดและทำ โดยถ่ายโยงความรู้ที่ได้ไปสู่การใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จึงทำให้สามารถจดจำเนื้อหาความรู้ได้อย่างดี (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542 : 156)

จากเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 70

1.3 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” พบว่า ค่าเฉลี่ยผลการประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในขณะเรียน โดยภาพรวม, บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1, และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 อยู่ในระดับดี ส่วนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ข้อที่ 2.3 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองในทุกบทปฏิบัติการที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน จึงทำให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ผู้เรียนจึงได้รับการพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิรพรรณ ทะเขียว (2543 : บทคัดย่อ) พบว่า ทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากการปฏิบัติขณะดำเนินการทดลองจะส่งผลต่อผลการเรียนรู้ด้านทักษะ

ประการที่สอง บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เป็นบทปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและเห็นถึงคุณค่าของการใช้ประโยชน์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโดแรน (Doran. 1978 : 401 - 409) ที่พบว่า ครูวิทยาศาสตร์

ต้องฝึกทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบถึงความรู้ที่สมควรจะได้รับจากการได้ลงมือปฏิบัติทดลองจริง

ประการที่สาม บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ที่พัฒนาขึ้น ทำให้นักเรียนได้ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมจากการเรียนรู้ที่ไม่ได้รับการฝึกปฏิบัติมาเป็นการลงมือปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ได้รับการพัฒนาทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและต่อเนื่อง

จากเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

2. เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” พบว่า ค่าเฉลี่ยผลการประเมินเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ทั้งโดยภาพรวม และโดยจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่ 1 นักเรียนมีการเห็นความสำคัญและประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ , ด้านที่ 2 นักเรียนมีความนิยมชมชอบต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 3 นักเรียนมีความสนใจต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ข้อที่ 3 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก ความรู้ที่นักเรียนได้รับจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนมีความสนใจและเห็นความสำคัญของการใช้ประโยชน์จากฟางข้าวในการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทวีช แจ่มจำรัส (2545 : 89) ได้กล่าวไว้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ที่พัฒนาขึ้นเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับชุมชนและท้องถิ่นของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการเรียนและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน สามารถผลิตน้ำสกัดชีวภาพใช้ได้ด้วยตนเอง และเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่ในชุมชน ท้องถิ่น มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ประการที่สอง ขั้นตอนของการดำเนินการในแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” จัดให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการทดลอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการที่ชัดเจน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองอย่างแท้จริง ทำให้บรรยากาศในการเรียนไม่เคร่งเครียด ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของกานต์วี ใจงาม ที่พบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีส่วนร่วมในการทดลองร่วมกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนาน และมีเจตคติที่ดี (กานต์วี ใจงาม 2545 : 79 – 80) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับคำกล่าวของณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2539 : 176 – 177) ที่กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พึงให้บุคคลได้เรียนรู้เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย และพึงกระตุ้นให้บุคคลแสดงออก เช่น การเล่น การทดลอง การสำรวจ การอ่าน การตอบคำถาม รวมทั้งให้มีโอกาสถ่ายทอดและเปลี่ยนความคิดกับบุคคลอื่น ทำให้เขาได้รับประสบการณ์ที่น่าพึงพอใจและสนุกสนาน ส่งผลต่อการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อการเรียน

จากเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด(ระดับดี) คืออยู่ในระดับดีมาก

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นผลประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ไปใช้ในการเรียนการสอน ควรใช้ควบคู่กับคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยครูผู้สอนควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อเรื่อง วิธีการทดลอง อุปกรณ์และสารเคมี ครูผู้สอนควรทำการทดลองก่อนการเรียนการสอน เมื่อนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียนควรชี้แจงรายละเอียดและแนะนำการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเสียก่อน

1.2 ควรนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในชั่วโมงอิสระ หรือกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดในการดำรงชีวิตประจำวัน และเป็นประโยชน์ต่อชุมชนในท้องถิ่นต่อไป

1.3 ในการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรแนะนำและสาธิตวิธีการใช้ก่อนให้นักเรียนลงมือทำการทดลอง เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

1.4 ในการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” บทปฏิบัติการที่ 1, 2, และ 3 ครูผู้สอนควรแจ้งให้นักเรียนทราบล่วงหน้าก่อนว่า การใช้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวเป็นเชื้อเพลิงในการทดลองจะทำให้เกิดควันขึ้นบ้าง ดังนั้นไม่ควรสูดดมควันเข้าไปโดยตรง อาจทำให้เกิดการระคายเคือง ควรเปิดพัดลมและประตูหน้าต่างของห้องเรียนเพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก

1.5 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ไปใช้ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนตระหนักถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการแปรรูปหรือนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ อาจก่อให้เกิดผลดีและผลเสียต่อมวลมนุษยและสิ่งแวดล้อมได้ เช่น การใช้สารเคมี เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองควรกำจัดหรือทำลายให้ถูกวิธี เพื่อป้องกันมิให้การกระทำเช่นนั้นย้อนกลับมามีผลกระทบต่อมนุษย์และปัญหามลภาวะทางสิ่งแวดล้อม

1.6 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ไปใช้ ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง มีความอิสระในการทำการทดลอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาจะเป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนไม่ให้เคร่งเครียด นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ได้ประสบการณ์ตรง และเกิดเจตคติที่ดีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำฟางข้าวมาทำให้เกิดประโยชน์ในด้านใดได้อีกบ้าง

2.2 ควรทำการวิจัยโดยพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในเรื่อง เกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นต่าง ๆ ของแต่ละจังหวัด เพื่อเสริมสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนและท้องถิ่นของนักเรียน

2.3 ควรมีการศึกษาถึงผลของการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และจิตอนุรักษทางวิทยาศาสตร์

2.4 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว ผลของการนำสีย้อมมาทำการย้อมเส้นใยฝ้าย แล้วนำไปซักด้วยผงซักฟอก แล้วปรากฏว่าสีย้อมมีความคงทนต่อการซักต่ำ เนื่องจากสีที่ได้จากธรรมชาติส่วนมาก จะให้ย้อมติดวัสดุสิ่งทอไม่ทน จึงไม่เป็นที่นิยม ดังนั้นจะต้องใช้สารช่วยติด เพื่อให้เส้นใยฝ้ายหรือผ้าติดสีได้ดี และสารช่วยติดจะช่วยให้สีมีความคงทนต่อการซักดีขึ้น

2.5 การใช้สีจากฟางข้าวมาทำสีย้อมจะให้สีอ่อน และไม่เป็นที่นิยม เพราะในฟางข้าวมีเม็ดสีอยู่ปริมาณน้อย เนื่องจากฟางข้าวเป็นส่วนที่เป็นลำต้น และใบ ที่ประกอบด้วยเส้นใยเป็นส่วนใหญ่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ โพธิ์ทอง. (2537). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยรูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). รายงานการวิจัย เรื่อง การสังเคราะห์วิธีการสอนวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ลาดพร้าว.
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2545). เอกสารวิชาการเกี่ยวกับการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กรุงเทพฯ : กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน.
- _____. (2545). ที่ระลึกครบรอบ 39 ปี กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ : กองแผนที่และการพิมพ์. กรมพัฒนาที่ดิน.
- กานต์รวี ใจงาม. (2545). การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การผลิตแก๊สโซลล์จากพืชท้องถิ่น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิตติศักดิ์ บัวศรี. (2544). การผลิตแผ่นฉนวนความร้อนจากฟางข้าว. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.
- เกสร ไซ้บางยาง. (2538). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบแก้ปัญหา กับวิธีสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.
- จรรยา ถาวรจักร์. (2538). “บทบาทของสถาบันราชภัฏกับการเป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่น,” ใน เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่องการประชุมปฏิบัติการวางแผนพัฒนาอาชีพ ระหว่างวันที่ 18 – 19 เมษายน 2538 ณ โรงแรมมิตรพันธ์. ปทุมธานี : สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตวังน้ำเย็น.
- จิรพรรณ ทะเขียว. (2543). การเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉลองพร แก้ววีราภรณ์. (2526). ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ชมภู ยิ้มโต. (2543). การพัฒนาใช้เคมีชนิดโซเดียมต่ำที่พอกด้วยเยื่อฟางข้าว. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- ฐาปนีย์ เมธีพลกุล. (2542). การสำรวจปลาทะเลที่ท่าเทียบเรือประมงชุมพร เพื่อพัฒนาทปฏิบัติการเสริมความรู้ชีววิทยา เรื่อง การจำแนกอันดับปลาทะเล. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดวงเดือน คันทะพรหม. (2543). ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วัดผลการศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ทวีช แจ่มจรัส. (2545). การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธวัช ทิพย์พิทักษ์. (2532). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบโทรทัศน์ประกอบ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นวลจิตต์ โชตินันท์. (2524). ความสัมพันธ์ระหว่างการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สายสามัญ ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นุจิรา รัตติไพบูลย์. (2543). สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมผ้าไหมด้วยกลีบดอกดาวเรือง. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. (คหกรรมศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2528). พัฒนาหลักสูตรและการสอน. มหาสารคาม : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- เปรมจิตร์ บุญสาย . (2541). การพัฒนาหลักสูตรวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นการปฏิบัติการทดลองโดยใช้ประโยชน์จากสารเหลือทิ้ง. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรเพ็ญ หลักคำ. (2535). การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- พิศาล สร้อยธูระ. (2544). การศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : บริษัทกุลการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรา นิคมานนท์. (2538). การประเมินผลการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ. อักษราพัฒนา.

- มณีนรัตน์ เกตุไสว. (2540). ผลการจัดกิจกรรมการทดลองทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. (2543). ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.
- รัชนี้ อารมย์ดี และคณะ. (2544). การนำฟางข้าวที่เหลือทิ้งหลังจากการเพาะเห็ดฟางมาใช้ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง โครงการปัญหาพิเศษ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์. (ม.ป.ป.). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกระดาษ. กรุงเทพฯ : กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ.
- รพีพร โตไทยะ. (2540). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาตามแนวทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ระวีวรรณ แก้วกล้า. (2538). การผลิตเอทานอลจากฟางข้าว. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เคมีเทคนิค). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ลัดดา ศุภปริตติ. (2523). เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : พิมพ์เส.
- วารินทร์ รัชมีพรหม. (2531). สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- วารี เอกสาร. (2537). ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จากแบบสอบภาค ปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วิระภา คอทอง. (2542). พัฒนาแผนการทดลองการย้อมสีโดยใช้สารช่วยติดสีจากธรรมชาติในรายวิชา การย้อมสีสิ่งทอ หลักสูตรประกาศนียบัตรชั้นสูง พุทธศักราช 2540. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (อาชีวศึกษา). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- วีระ ไทยพานิช. (2529). 57 วิธีสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศศิรินทร์ วัฏฏานนท์. (2542). การศึกษาหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ประกอบด้วยฟางข้าวผสม แกลบและค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ทำจากแกลบ. รายงานสัมมนาปัญหาพิเศษ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. (2533). ปุ๋ยหมัก. กรุงเทพฯ : โครงการหนังสือเกษตรชุมชน.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2523). การสร้างเครื่องวัดทักษะในการปฏิบัติ การทดลองของนักเรียน หลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ ปีการศึกษา 2523. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2536). คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ว 101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2542). เอกสารการอบรมครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว

- สม ชัยสรรค์. (2533, สิงหาคม). "ยุคแล้วเรื่องของหลักสูตร." มิตรคู. 11(32) : 7 – 10.
- สมเกียรติ แก้วจรัสสุขสันติ. (2544). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิชาเคมีสภาวะแวดล้อม เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีในผัก สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตของสถาบันราชภัฏ. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2535). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ประสานมิตร.
- สมศรี ตั้งมงคลเลิศ. (2542). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้. นครราชสีมา : สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2541). ข้อมูลด้านการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญ. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุพล วิหคไพบูลย์. (2543). การพัฒนาบทปฏิบัติการ เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรีย์ ประกายจันทร์. (2532). ความสัมพันธ์ระหว่างนิสัยทางการเรียนทัศนคติทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลเมืองอุดรดิตถ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร
- สุวิทย์ วงษาไฮ. (2532). การศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 10 ปีการศึกษา 2531. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา).มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- อนันต์ จันทร์ทวี. (2523). ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตกรุงเทพมหานคร. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อภิญา ภัทราธรรมรักษ์. (2543). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนตามแนวกิจกรรม เอส ที เอ ดี. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- อรอุมา ละมุล. (2541). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนักที่ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชลี ศรีนาคา. (2539). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสุนารวีวิทยา 2 จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- Anderson, O Roger. (1976). *The Experience of Science : A New Perspective for Laboratory Teaching*. New York : Teachers College Press, Teachers College, Columbia University.
- Beasley, Warren Frederick. (1979, March). "The Effect of Physical and Mental Practice of Psychomotor Skills on Chemistry Student Laboratory Performance," *Science Education. Dissertation Abstract International*. 39 (9) : 5428 – A.
- Doran, R. L. (1978, July-September). "Assessing the Outcomes of Science Laboratory Activities," *Science Education*. 62 (3) : 401 - 409.
- Earl, Robert D. and Winkel John, Dorothy R. (1977, January – March). "Attitudes of Elementary Teachers Toward Science and Science Teaching," *Science Education*. 61 (1) : 41 – 45.
- Haladyna, T.R. and Shanghnessy, J. (1983, April). "Correlates of Class Attitude Toward Science," *Journal of Research in Science Teaching*. 20 (4) : 311 – 324.
- Hasan, O.E. (1985 , January). "An investigation into Factors Affecting Attitudes toward Science of Secondary School Students in Jordan," *Science Education*. 69 (1) : 3 – 18.
- Hofstein, A. and Lunetta, V.N. (1982, February). " *The Roles of the Laboratory in Science Teaching : Neglected Aspects of Research*," *Review of Educational Research*. 52 (2) : 201 – 217.
- Kobella, J.and Crawley, F. (1985 , March). "The Influence of Attitude on Science Teaching and Learning," *School Science and Mathematics*. 85 (3) : 222 – 232.
- Krockover, Gerald H. and Malcolm, Marshall D. (1978, November). "The Effects of the Science Curriculum Improvement Study Upon a Child 's Attitude Toward Science," *School Science and Mathematics*. 78 (7) : 575 – 584.
- Macbeth, Douglas Russel.(1974, January). "The Extent to Which Pupils Manipulate of Process Skills in Elementary School Science," *Journal of Research in Science Teaching*. 11 (1) : 45 – 51.
- McMeen, J.L.W.(1983, July). " The Role of the Chemistry Inquiry Oriented Laboratory Approach in Facilltating Cognitive Growth and Development," *Dissertation Abstracts International*. 44 : 130 – A.
- Okebukola, P.A. (1986, November). "Cooperative Learning and Students' Attitudes to Laboratory Work," *School Science and Mathematics*. 86 (7) : 582 – 590.
- Riley, Joseph P. (1979, September). "The Influence of Hands – on Science Process Training on Preservice Teachers ' Acquisition of Process Skills and Attitude Toward Science and Science Teaching," *Journal of Research in Science Teaching*. 16 (5) : 373 – 384.
- Serlin, C.R. (1976). "The Effects of Discovery Laboratory on the Science Process, Problem - Solving ,and Creative Thinking Abilities of Undergraduates," *Dissertation Abstracts International*. 37 (9) : 252.
- Smit, Patly Tempeton. (1994, January). "Instruction Methods : Effects on Student Attitude and Achievement," *Dissertation Abstract International*. 54 (7) : 2528 – A.
- Vitrogan,David. (1965). "A Method for Determining a Generalized Attitude of High Schools Students Toward Science," *Dissertation Abstracts International*. 28 (2) : 258.

William, Janne Milford. (1981, October). "Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United States History," *Dissertation Abstract International* 42 (4) : 1605 - A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
- ตัวอย่างสำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์กัลยา ปานสวัสดิ์
หัวหน้าหน่วยศึกษานิเทศก์กรมสามัญศึกษา สำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดกาญจนบุรี
3. อาจารย์ศิริชัย จิรจิรังชัย
อาจารย์ 3 ระดับ 8 หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพังตรุราษฎร์รังสรรค์ จังหวัดกาญจนบุรี
4. อาจารย์สมปอง ผ่องใส
อาจารย์ 2 ระดับ 7 หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพังตรุราษฎร์รังสรรค์ จังหวัดกาญจนบุรี
5. ว่าที่ ร.ท.ธีรพล จิตแพทย์
อาจารย์ 2 ระดับ 7 หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวิสุทธิรังษี จังหวัดกาญจนบุรี

ที่ ทม 1012/ ๗๗1๗



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พุทธมณฑล 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๕ ตุลาคม 2545

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสำรวจข้อมูลทั่วไป

เนื่องด้วย นายฉัตรชัย วาสุวรรณะ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทฤษฎีปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปราชญ์ วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอให้เกษตรอำเภอ จำนวน 1 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างตอบแบบสำรวจข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าว ในจังหวัดกาญจนบุรี ในระหว่างเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอบความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายฉัตรชัย วาสุวรรณะ ได้เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ ๗๔32



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุมนวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

31 ตุลาคม 2545

เรื่อง ขอตัวเร่งสำหรับทำปฎิหมักเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการกองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน

เนื่องด้วย นายฉัตรชัย วาสุวรรณะ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความประสงค์ขอตัวเร่งสำหรับทำปฎิหมัก (พด.-1) จำนวน 15 ชอง เพื่อศึกษาอัตราส่วนความแตกต่างคือการใช้ (พด.-1) ต่อกองปฎิหมัก ในระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายฉัตรชัย วาสุวรรณะ ได้ใช้ตัวเร่งดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ณัฏฐาภรณ์ หะวานนท์)
กณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานกณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ 7434



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

31 ตุลาคม 2545

เรื่อง ขอให้ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์เพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองขาวโค้วพิทยาคม

เนื่องด้วย นายจักรชัย วาสุวรรณะ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนามาตรปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น" โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความประสงค์ขอให้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์เครื่องมือในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ เช่น บีกเกอร์ เครื่องชั่ง เทอร์โมมิเตอร์ กระบอกตวง หลอดฉีดยา ตะเกียง แอลกอฮอล์ หลอดทดลองขนาดกลาง หลอดทดลองขนาดใหญ่ กล้องพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร และแท่งแก้วคนสาร เพื่อใช้ประกอบการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2545 - มกราคม 2546

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายจักรชัย วาสุวรรณะ ได้ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์เครื่องมือดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012 / 1-7-11



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑ กุมภาพันธ์ 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักศึกษาจังหวัดกาญจนบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทปฏิบัติการ

เนื่องด้วย นายฉัตรชัย วาสุวรรณะ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น" โดยมี รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทักษ์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นางสาวกัลยา ปานสวัสดิ์ หัวหน้าหน่วยศึกษานิเทศก์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบบทปฏิบัติการให้ นายฉัตรชัย วาสุวรรณะ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นารณ์ นวนนธ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูล กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 034-623585 มีมือถือ 01-7638301

ที่ ทม 1012/ 3970



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุโขวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

พ.ศ. 3 เมษายน 2546

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ

เนื่องด้วย นายฉัตรชัย วาสุวรรณะ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนามบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น" โดยมี รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอใช้ ห้องปฏิบัติการวิชาเคมี เพื่อให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 คน ทำการทดลองบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในระหว่างเดือน พฤษภาคม 2546

จึงเรียนมาเพื่อขอบความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายฉัตรชัย วาสุวรรณะ ได้ใช้ห้องปฏิบัติการดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูล กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 034-623585 มือถือ 01-7638301

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยแบบประเมิน 3 ชุด ดังนี้
 - 1) แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับเนื้อหาการทดลอง(ใบความรู้) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
 - 2) แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับวิธีการทดลองและอุปกรณ์ และ สารเคมีของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
 - 3) แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับแบบรายงานผลการทดลองและคำถาม ท้ายบทของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
- แบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับ
 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “ การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาตอนต้น

ชื่อผู้วิจัย

นายฉัตรชัย วายุวรรณะ วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการ
 อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก กรรมการ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ)
 ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....
 สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับ
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “ การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ**

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาว - ไก่วิทยา จังหัดกาญจนบุรี

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” หมายถึง เอกสารที่กำหนดแนวทางในการทำการทดลองที่นำความรู้เรื่อง การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว มาสร้างเป็นบทปฏิบัติการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งในบทปฏิบัติการจะประกอบด้วย ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์, ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์, แนวคิดหรือหลักการ, จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม, อุปกรณ์และสารเคมี, วิธีดำเนินการทดลอง, แบบรายงานผลการทดลอง และแบบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

อนึ่ง ในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลการทดลองที่ได้มา กำหนดเป็นกิจกรรมต้นแบบให้กับผู้เรียน

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

1.บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ประกอบด้วยบทปฏิบัติการจำนวน 4 บทปฏิบัติการ ดังนี้

- 1) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว
- 2) การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว
- 3) การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว
- 4) การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว

2. แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง“การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ประกอบด้วยแบบประเมิน 3 ชุด ดังนี้

2.1 แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับเนื้อหาการทดลอง(ใบความรู้) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

2.2 แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับวิธีการทดลองและอุปกรณ์และสารเคมีของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

2.3 แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับแบบรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

3. ในการประเมินครั้งนี้ขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบได้ช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดให้

+1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

4. ในการประเมินครั้งนี้ขอความกรุณาได้โปรดแก้ไขข้อบกพร่องลงในแบบประเมินและข้อเสนอแนะได้ตามที่ท่านเห็นว่าสมควร

บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่	เนื้อหา การทดลอง	จุดประสงค์การทดลอง	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
			+1	0	-1	
4. เรื่อง การทำ ปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าว	การทำปุ๋ยหมัก จากฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุที่ สารเร่งพด.-1 สามารถช่วยย่อยสลาย ฟางข้าวในกระบวนการทำปุ๋ยหมัก จากฟางข้าวให้เร็วขึ้นได้	.....	.....	.....	.....
		2. นักเรียนสามารถทำปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าวได้	.....	.....	.....	.....
		3. นักเรียนสามารถทดสอบคุณสมบัติ ทางด้านกายภาพเกี่ยวกับการอุ้มน้ำ, การซึมผ่านของน้ำ,การระบายอากาศ ของดิน,การเกาะตัวของดินและการ แผ่กระจายของรากพืช โดยทำการ ปลูกพืชในกล่องพลาสติกขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร เพื่อทำ การเปรียบเทียบระหว่างดินที่ใส่ ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักได้	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

แบบรายงาน ผลการทดลอง	คำถามท้าย บทปฏิบัติการ	จุดประสงค์การทดลอง	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
			+1	0	-1	
เรื่อง การทำ ปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าว	เรื่อง การทำ ปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุที่ สารเร่งพด.-1 สามารถช่วยย่อยสลาย ฟางข้าวในกระบวนการทำปุ๋ยหมัก จากฟางข้าวให้เร็วขึ้นได้	.....	.....	.....	..... ..... .....
		2. นักเรียนสามารถทำปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าวได้	.....	.....	.....	..... .....
		3. นักเรียนสามารถทดสอบคุณสมบัติ ทางด้านกายภาพเกี่ยวกับการอุ้มน้ำ, การซึมผ่านของน้ำ,การระบายอากาศ ของดิน,การเกาะตัวของดินและการ แผ่กระจายของรากพืช โดยทำการ ปลูกพืชในกล่องพลาสติกขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร เพื่อทำ การเปรียบเทียบระหว่างดินที่ใส่ ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักได้	.....	.....	.....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....

ข้อเสนอแนะ.....

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

แบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนต้น

ชื่อผู้วิจัย

นายฉัตรชัย วายูวรรณะ วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการ
อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก กรรมการ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ)
ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา
สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี

คุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” หมายถึง การสร้าง บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพโดยผ่านกระบวนการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผ่านการ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของการประยุกต์ใช้ในห้องเรียนจากผู้เชี่ยวชาญและทำการทดลองภาคสนามเพื่อหา คุณภาพของบทปฏิบัติการให้อยู่ในเกณฑ์ดี โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งเกณฑ์ระดับการประเมินออกเป็น 5 ระดับตามมาตราส่วนประมาณค่า คือ 5,4,3,2 และ 1 ซึ่งหมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และ ต้องปรับปรุง ตามลำดับ

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ประกอบด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 4 บทปฏิบัติการ คือ

- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว
- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว
- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว
- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว

ในแต่ละบทประกอบด้วย

- ส่วนที่ 1 ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

โปรดประเมิน และให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งข้อวิจารณ์ สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 บทดังกล่าว โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1 ตามความหมายดังนี้

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

แบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ เรื่อง

โปรดพิจารณาประเมินและให้ข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 , 4 , 3 , 2 และ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เอกสารประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้)					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	...	...	...	...	...
1.2 เนื้อหา มีความต่อเนื่องกัน	...	...	...	...	...
1.3 เนื้อหา มีความถูกต้อง ครบถ้วน	...	...	...	...	...
1.4 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	...	...	...	...	...
1.5 ความสั้น-ยาว ของเนื้อหาเหมาะสม	...	...	...	...	...
1.6 การใช้ภาษา					
1.6.1 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	...	...	...	...	...
1.6.2 ไม่วกวน เข้าใจง่าย	...	...	...	...	...
1.6.3 ชวนอ่าน	...	...	...	...	...
ข้อเสนอแนะ					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1 หลักการ					
2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	...	...	...	...	...
2.1.2 เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	...	...	...	...	...
ข้อเสนอแนะ					
.....					
.....					
.....					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
2.2 จุดประสงค์					
2.2.1 มีความชัดเจน	...	...	...	...	...
2.2.2 ประเมินผลได้	...	...	...	...	...
ข้อเสนอแนะ					
.....					
.....					
2.3 วิธีทำการทดลอง					
2.3.1 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	...	...	...	...	...
2.3.2 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	...	...	...	...	...
2.3.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	...	...	...	...	...
2.3.4 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	...	...	...	...	...
2.3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลอง	...	...	...	...	...
2.3.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	...	...	...	...	...
2.3.7 นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	...	...	...	...	...
2.3.8 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	...	...	...	...	...
ข้อเสนอแนะ					
.....					
.....					
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง					
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	...	...	...	...	...
3.2 คำถามท้ายการทดลอง					
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับการทดลอง	...	...	...	...	...
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	...	...	...	...	...
3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	...	...	...	...	...
3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	...	...	...	...	...
3.2.5 ส่งเสริมด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้	...	...	...	...	...
ข้อเสนอแนะ					
.....					
.....					
.....					

ข้อเสนอแนะ.....

[illegible]

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

..... /

**แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้
เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

ชื่อเรื่อง

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนต้น

ชื่อผู้วิจัย

นายฉัตรชัย วายุวรรณะ วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการ

อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก กรรมการ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ).....

ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....

สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้
เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการสอบวัดนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี

ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ หมายถึง ผลการตรวจสอบความสามารถของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” แล้วสามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดความรู้ได้ โดยแบ่งพฤติกรรมที่จะวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ – ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

**คำชี้แจงเกี่ยวกับแบบประเมิน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้
เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”**

1. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 4 เรื่อง ได้แก่ 1) การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว 2) การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว 3) การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว 4) การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว มีข้อสอบทั้งหมดจำนวน 80 ข้อ ซึ่งจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด ดังนี้

- | | |
|---|--------------|
| 1.1 ด้านความรู้ – ความจำ | จำนวน 14 ข้อ |
| 1.2 ด้านความเข้าใจ | จำนวน 26 ข้อ |
| 1.3 ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | จำนวน 18 ข้อ |
| 1.4 ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ | จำนวน 22 ข้อ |

แบบทดสอบวัดผลการเรียนนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากการจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยต่อการวัดผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของ รองศาสตราจารย์ ดร. ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 46 - 71) โดยมีรายละเอียดของพฤติกรรมแต่ละด้านดังนี้

1.1 ด้านความรู้ – ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยาม ศัพท์ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดที่สำคัญ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์

1.2 ด้านความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ หรือจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปความรู้ใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งกว่าความรู้-ความจำ

1.3 ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of scientific inquiry) ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย ๆ คือ การสังเกตและการวัด, การมองเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญห, การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป, การสร้าง, การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองหรือทฤษฎีต่าง ๆ

1.4 ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Skills) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา กล่าวได้ว่าการนำความรู้ไปใช้เป็นพฤติกรรมที่ลึกซึ้งที่สุด เพราะการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้นั้นจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจ อย่างดีเสียก่อน

2. การประเมินแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” เพื่อวิเคราะห์หาค่า IOC แบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินออกได้ดังนี้

- 2.1 ความชัดเจนของข้อคำถาม
- 2.2 ความเหมาะสมของตัวเลือก
- 2.3 ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลอง
- 2.4 ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3. เกณฑ์การประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- + 1 หมายถึง เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้น สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 0 หมายถึง เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้น สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 1 หมายถึง เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบนั้น ไม่สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

4. ในการประเมินครั้งนี้ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านพิจารณาแล้วตามเกณฑ์แต่ละข้อ

5. ในการประเมินครั้งนี้ให้ท่านแก้ไขข้อคำถาม ตัวเลือก พฤติกรรมที่ต้องการวัด และภาษาที่ใช้ลงในข้อสอบและข้อเสนอแนะได้ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ข้อที่	ความชัดเจนของ ข้อความ			ความเหมาะสมของ ตัวเลือก			ความสอดคล้องกับ จุดประสงค์การทดลอง			ความสอดคล้องของ พฤติกรรมที่ต้องการวัด		
	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1	+1	0	-1
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

แบบประเมิน
แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ชื่อผู้วิจัย

นายฉัตรชัย วายุวรรณะ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการ
 อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก กรรมการ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ)
 ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา
 สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ
 (.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมิน
แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์
โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี ในขณะที่นักเรียนกำลังเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ทุกบทปฏิบัติการ

ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมเชิงความสามารถ ของนักเรียนที่แสดงออกขณะปฏิบัติการทดลอง โดยแบ่งพฤติกรรมที่จะวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) วิธีดำเนินการทดลอง, 2) การปฏิบัติการทดลอง, 3) ความคล่องแคล่วขณะปฏิบัติการทดลอง และ 4) การนำเสนอผลการทดลอง

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินจากสภาพจริง โดยมีผู้ร่วมประเมินจำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้วิจัย, ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และนักเรียนประเมินตัวเอง ในขณะที่นักเรียนกำลังเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ทุกบทปฏิบัติการ แบบประเมินนี้ใช้เกณฑ์ Rubric มีการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 5 คะแนน หมายถึง ดีมาก, 4 คะแนน หมายถึง ดี, 3 คะแนน หมายถึง ค่อนข้างดี, 2 คะแนน หมายถึง พอใช้ และ 1 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง โดยแบ่งพฤติกรรมที่จะวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) วิธีดำเนินการทดลอง, 2) การปฏิบัติการทดลอง, 3) ความคล่องแคล่วขณะปฏิบัติการทดลอง และ 4) การนำเสนอผลการทดลอง

แบบประเมินนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินทักษะภาคปฏิบัติ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542 : 42 – 43)

แบบประเมิน
แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์
โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์การประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดให้

+1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน/ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1. วิธีดำเนินการทดลอง	5 คะแนน หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้องตามวิธีการทดลอง โดยไม่ต้องให้คำแนะนำ	.....	.....	.....	.....
	4 คะแนน หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้องตามวิธีการทดลอง แต่ต้องให้คำแนะนำบางส่วน	.....	.....	.....	.....
	3 คะแนน หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้องตามวิธีการทดลอง แต่ต้องให้คำแนะนำค่อนข้างมาก	.....	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ตามวิธีการทดลอง แต่ต้องให้คำแนะนำทั้งหมด	.....	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ตามวิธีการทดลอง	.....	.....	.....	.....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน/ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
2. การปฏิบัติการทดลอง (การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์)	5 คะแนน หมายถึง ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน สามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และมีความปลอดภัย	.....	.....	.....	.....
	4 คะแนน หมายถึง ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน สามารถใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะให้คำนึงถึงความปลอดภัย	.....	.....	.....	.....
	3 คะแนน หมายถึง สามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆทางวิทยาศาสตร์ และดำเนินการทดลองได้ แต่ไม่ถูกขั้นตอน ต้องให้คำแนะนำ	.....	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง ต้องให้คำแนะนำในการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆทางวิทยาศาสตร์ และดำเนินการทดลองได้ แต่ไม่ถูกขั้นตอน ต้องให้คำแนะนำ	.....	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง ต้องให้คำแนะนำอย่างมากในการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆทางวิทยาศาสตร์อย่างมาก และทำอุปกรณ์เครื่องใช้แตกหักเสียหาย	.....	.....	.....	.....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน/ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
3. ความคล่องแคล่วใน ขณะปฏิบัติการทดลอง	5 คะแนน หมายถึง มีความคล่องแคล่วใน การดำเนินการทดลอง และการใช้อุปกรณ์ ดำเนินการทดลองได้อย่างปลอดภัย เสร็จ ทันเวลา	.....	.....	.....	..... ..... ..... .....
	4 คะแนน หมายถึง มีความคล่องแคล่วใน การทำการทดลองและการใช้อุปกรณ์ แต่ ต้องชี้แนะเรื่องการใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย	.....	.....	.....	..... ..... .....
	3 คะแนน หมายถึง ทำการทดลองเสร็จทัน เวลา แต่ต้องให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการทดลอง	.....	.....	.....	..... ..... .....
	2 คะแนน หมายถึง ทำการทดลองไม่ทัน เวลาที่กำหนด เนื่องจากขาดความคล่อง แคล่วในการใช้อุปกรณ์และการดำเนินการ ทดลอง	.....	.....	.....	..... ..... ..... .....
	1 คะแนน หมายถึง ทำการทดลองไม่ทัน เวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้ แตกหักเสียหาย	.....	.....	.....	..... ..... .....

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน/ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
4. การนำเสนอผลการทดลอง	5 คะแนน หมายถึง บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองถูกต้อง รัดกุม	.....	.....	.....	.....
	บันทึกการนำเสนอเป็นขั้นตอน ชัดเจน	.....	.....	.....	.....
	4 คะแนน หมายถึง บันทึกผลการทดลอง และการสรุปผลการทดลองถูกต้อง แต่ต้องให้คำแนะนำในการนำเสนอ	.....	.....	.....	.....
	3 คะแนน หมายถึง บันทึกผลการทดลอง และการสรุปผลการทดลองถูกต้อง แต่การนำเสนอยังไม่เป็นขั้นตอน	.....	.....	.....	.....
	2 คะแนน หมายถึง ต้องให้คำชี้แนะในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง และการนำเสนอจึงจะปฏิบัติได้	.....	.....	.....	.....
	1 คะแนน หมายถึง ต้องให้คำแนะนำอย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลและการนำเสนอ	.....	.....	.....	.....

ข้อแนะนำและข้อวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

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

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทบาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อเรื่อง

การพัฒนาบทบาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ชื่อผู้วิจัย

นายฉัตรชัย วายุวรรณะ วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมปริญาพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการ

อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก กรรมการ

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ)

ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา

สถานที่ทำงาน.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองขาวโกวิทพิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี

ผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ซึ่งพิจารณาโดยรวมใน 3 ด้าน คือ 1) การเห็นความสำคัญและประโยชน์ต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) ความนิยมชมชอบต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 3) ความสนใจต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีทั้งหมด 30 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง , เห็นด้วย , ไม่แน่ใจ , ไม่เห็นด้วย และ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แบบสอบถามนี้มุ่งประเมินความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนใน 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ด้านการเห็นความสำคัญและประโยชน์ต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (10 ข้อ)
2. ด้านความนิยมชมชอบต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (10 ข้อ)
3. ด้านสนใจต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (10 ข้อ)

แบบสอบถามนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจาก แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 144-146) ซึ่งเนื้อหาของข้อคำถามมีทั้งเชิงบวกและเชิงลบ

ข้อคำถามเชิงบวก หมายถึง ข้อความที่แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ดี

ข้อคำถามเชิงลบ หมายถึง ข้อความที่แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ไม่ดี

ข้อคำถามเชิงบวก มีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

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

ข้อคำถามเชิงลบ มีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

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

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อทปฏบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
โดยผู้เชี่ยวชาญ

โปรดพิจารณาประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามกับพฤติกรรมความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบได้ช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดให้

+1 หมายถึง สอดคล้อง
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
 -1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง ลักษณะของข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่ต้องการวัด

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

ภาคผนวก ค

- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับเนื้อหาการทดลอง (ในความรู้) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับวิธีการทดลองและอุปกรณ์ และสาระเคมีของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับแบบรายงานผลการทดลองและคำถาม ท้ายบทของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ การประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
- ตาราง สรุปค่าความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่มตัวอย่าง 9 คน) เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความชัดเจนของข้อคำถามของแบบ ทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความเหมาะสมของตัวเลือกของแบบ ทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองของแบบ ทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบ ทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ การประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 7 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับเนื้อหา
การทดลอง(ใบความรู้) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “ การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่	เนื้อหา การทดลอง	จุดประสงค์การทดลอง	คะแนนความคิดเห็น ของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปร ผล
			1	2	3	4	5			
1. เรื่อง การ ทำเชื้อเพลิง อัดแท่งจาก ฟางข้าว	การทำเชื้อ เพลิงอัดแท่ง จากฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถทำเชื้อ เพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวได้	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถคำนวณ หาค่าปริมาณความร้อนจาก เชื้อเพลิงอัดแท่งได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		3. นักเรียนสามารถทดสอบ คุณสมบัติด้านการติดไฟ, ปริมาณควัน,ปริมาณเขม่า และลักษณะของเปลวไฟของ เชื้อเพลิงอัดแท่งได้	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
2. เรื่อง การทำ น้ำสีย้อม จากฟางข้าว	การทำ น้ำสีย้อม จากฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถทำ น้ำสีย้อมจากฟางข้าวได้	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถทดสอบ คุณสมบัติด้านความคงทน ของสีย้อมโดยการนำมาซัก ด้วยผงซักฟอกได้	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
3. เรื่อง การทำ เยื่อกระดาษ จากฟางข้าว	การทำ เยื่อกระดาษ จากฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถสรุป ความสำคัญของสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์และสาร ละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ในกระบวนการผลิต เยื่อกระดาษได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถทำเยื่อ กระดาษจากฟางข้าวได้	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
		3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ ความแตกต่างระหว่าง กระดาษกับเยื่อกระดาษที่ เตรียมได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 7 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ การวิทยา ศาสตร์ที่	เนื้อหา การทดลอง	จุดประสงค์การทดลอง	คะแนนความคิดเห็น ของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปร ผล
			1	2	3	4	5			
3. เรื่อง การทำ เยื่อกระดาษ จากฟางข้าว	การทำ เยื่อกระดาษ จากฟางข้าว	4. นักเรียนสามารถทดสอบ คุณสมบัติทางด้านเชิงกล เกี่ยวกับความต้านทานต่อ แรงดึงของกระดาษได้	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
4. เรื่อง การทำปุ๋ย หมักจาก ฟางข้าว	การทำปุ๋ย หมักจาก ฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถอธิบาย สาเหตุที่สารเร่งพด.-1 สามารถช่วยย่อยสลาย ฟางข้าวในกระบวนการ ทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว ให้เร็วขึ้นได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถทำ ปุ๋ยหมักจากฟางข้าวได้	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
		3. นักเรียนสามารถทดสอบ คุณสมบัติทางด้านกายภาพ เกี่ยวกับการอุ้มน้ำ, การซึม ผ่านของน้ำ, การระบาย อากาศของดิน, การเกาะตัว ของดินและการแผ่กระจาย ของรากพืช โดยทำการ ปลูกพืชในกล่องพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร เพื่อทำการ เปรียบเทียบระหว่าง ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและ ดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักได้	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 8 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับวิธีการทดลอง และอุปกรณ์ และสารเคมีของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

วิธีการทดลองของบทปฏิบัติการที่	อุปกรณ์และสารเคมี	จุดประสงค์การทดลอง	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปลผล
			1	2	3	4	5			
1. เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว	เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนจากเชื้อเพลิงอัดแท่งได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		3. นักเรียนสามารถทดสอบคุณสมบัติด้านการติดไฟ, ปริมาณควัน, ปริมาณเขม่า และลักษณะของเปลวไฟของเชื้อเพลิงอัดแท่งได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2. เรื่อง การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว	เรื่อง การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าวได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถทดสอบคุณสมบัติด้านความคงทนของสีย้อมโดยการนำมาซักด้วยผงซักฟอกได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3. เรื่อง การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว	เรื่อง การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถสรุปความสำคัญของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าวได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกระดาษกับเยื่อกระดาษที่เตรียมได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 8 (ต่อ)

วิธีการ ทดลองของ บทปฏิบัติการที่	อุปกรณ์และ สารเคมี	จุดประสงค์การทดลอง	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปล ผล
			1	2	3	4	5			
3.เรื่อง การทำ เยื่อกระดาษ จากฟางข้าว	เรื่อง การทำ เยื่อกระดาษ จากฟางข้าว	4. นักเรียนสามารถทดสอบ คุณสมบัติทางด้านเชิงกล เกี่ยวกับความต้านทานต่อ แรงดึงของกระดาษได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4. เรื่อง การ ทำปุ๋ยหมัก จากฟางข้าว	เรื่อง การทำ ปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถอธิบาย สาเหตุที่สารเร่งพด.-1 สามารถช่วยย่อยสลาย ฟางข้าวในกระบวนการทำ ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว ให้เร็วขึ้นได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถทำ ปุ๋ยหมักจากฟางข้าวได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		3. นักเรียนสามารถทดสอบ คุณสมบัติทางด้านกายภาพ เกี่ยวกับการอุ้มน้ำ, การซึม ผ่านของน้ำ, การระบาย อากาศของดิน, การเกาะตัว ของดินและการแผ่กระจาย ของรากพืช โดยทำการ ปลูกพืชในกล่องพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร เพื่อทำการ เปรียบเทียบระหว่าง ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและ ดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 9 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองกับแบบรายงาน
ผลการทดลองและคำถามท้ายบทของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “ การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบรายงาน งานผลการ ทดลอง	คำถามท้าย บทปฏิบัติการ	จุดประสงค์การทดลอง	คะแนนความคิดเห็น ของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปล ผล
			1	2	3	4	5			
เรื่อง การทำ เชื้อเพลิง อัดแท่ง จากฟางข้าว	เรื่อง การทำ เชื้อเพลิง อัดแท่ง จากฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถทำ เชื้อเพลิงอัดแท่ง จากฟางข้าวได้	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถคำนวณ หาค่าปริมาณความร้อน จากเชื้อเพลิงอัดแท่งได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		3. นักเรียนสามารถทดสอบ คุณสมบัติด้านการติดไฟ, ปริมาณควัน, ปริมาณเขม่า และลักษณะของเปลวไฟของ เชื้อเพลิงอัดแท่งได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
เรื่อง การทำ น้ำสีย้อม จาก ฟางข้าว	เรื่อง การทำ น้ำสีย้อม จาก ฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถ ทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าวได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถทดสอบ คุณสมบัติด้านความคงทน ของสีย้อมโดยการนำมาซัก ด้วยผงซักฟอกได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
เรื่อง การทำ เยื่อกระดาษ จากฟางข้าว	เรื่อง การทำ เยื่อกระดาษ จากฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถสรุป ความสำคัญของสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์และสาร ละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ในกระบวนการผลิต เยื่อกระดาษได้	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถทำ เยื่อกระดาษจากฟางข้าวได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ ความแตกต่างระหว่าง กระดาษกับเยื่อกระดาษที่ เตรียมได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 9 (ต่อ)

แบบรายงาน งานผลการ ทดลอง	คำถามท้าย บทปฏิบัติการ	จุดประสงค์การทดลอง	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปล ผล
			1	2	3	4	5			
เรื่อง การทำ เยื่อกระดาษ จากฟางข้าว	เรื่อง การทำ เยื่อกระดาษ จากฟางข้าว	4. นักเรียนสามารถทดสอบ คุณสมบัติทางด้านเชิงกล เกี่ยวกับความต้านทานต่อ แรงดึงของกระดาษได้	1	1	0	1	1	5	1.00	ใช้ได้
เรื่อง การทำ ปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าว	เรื่อง การทำ ปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าว	1. นักเรียนสามารถอธิบาย สาเหตุที่สารเร่งพด.-1 สามารถช่วยย่อยสลาย ฟางข้าวในกระบวนการทำ ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว ให้เร็วขึ้นได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		2. นักเรียนสามารถ ทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าวได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
		3. นักเรียนสามารถทดสอบ คุณสมบัติทางด้านกายภาพ เกี่ยวกับการอุ้มน้ำ, การซึม ผ่านของน้ำ, การระบาย อากาศของดิน, การเกาะตัว ของดินและการแผ่กระจาย ของรากพืช โดยทำการ ปลูกพืชในกล่องพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร เพื่อทำการ เปรียบเทียบระหว่าง ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและ ดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักได้	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 10 สรุปค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพบทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
บทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว 1. เอกสารประกอบบทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. บทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.44 4.65 4.57	ดีมาก ดีมาก ดีมาก
บทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว 1. เอกสารประกอบบทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. บทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.58 4.62 4.62	ดีมาก ดีมาก ดีมาก
บทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว 1. เอกสารประกอบบทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. บทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.55 4.67 4.67	ดีมาก ดีมาก ดีมาก
บทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว 1. เอกสารประกอบบทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. บทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.60 4.70 4.83	ดีมาก ดีมาก ดีมาก

หมายเหตุ การแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนน แต่ละส่วนของบทรูปปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้ความหมายดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.21 – 5.00	หมายถึง	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.41 – 4.20	หมายถึง	ดี
คะแนนเฉลี่ย	2.61 – 3.40	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 – 2.60	หมายถึง	พอใช้
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.80	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

ตาราง 11 สรุปค่าความคิดเห็นของนักเรียนจำนวน 9 คน เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว 1. เอกสารประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.40 4.48 4.39	ดีมาก ดีมาก ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว 1. เอกสารประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.39 4.48 4.54	ดีมาก ดีมาก ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว 1. เอกสารประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.49 4.49 4.46	ดีมาก ดีมาก ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว 1. เอกสารประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ใบความรู้) 2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง	4.39 4.50 4.52	ดีมาก ดีมาก ดีมาก

หมายเหตุ การแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนน แต่ละส่วนของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้ความหมายดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.21 – 5.00	หมายถึง	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.41 – 4.20	หมายถึง	ดี
คะแนนเฉลี่ย	2.61 – 3.40	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 – 2.60	หมายถึง	พอใช้
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.80	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

ตาราง 12 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความชัดเจนของข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความชัดเจนของข้อคำถาม					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	0	1	1	1	0	3	0.60	ใช้ได้
11	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13	0	1	1	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	1	1	1	1	5	1.00	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	5	1.00	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	1	5	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1.00	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
31	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ					รวม	IOC	สรุปผล
	ความชัดเจนของข้อคำถาม							
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
32	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	0	4	0.80	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
41	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
42	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
43	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
44	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
45	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
46	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
47	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
48	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
49	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
50	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
51	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
52	0	1	1	1	0	3	0.60	ใช้ได้
53	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
54	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
55	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
56	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
57	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
58	0	1	1	1	1	4	0.80	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

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความชัดเจนของข้อคำถาม					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
64	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
65	0	1	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	5	1.00	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
72	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
73	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
74	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
75	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 13 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความเหมาะสมของตัวเลือกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความเหมาะสมของตัวเลือก					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
4	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	5	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1.00	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	5	1.00	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	1	5	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1.00	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
31	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ					รวม	IOC	สรุปผล
	ความเหมาะสมของตัวเลือก							
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
32	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	0	4	0.80	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	5	1.00	ใช้ได้
44	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
45	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
46	0	1	1	1	0	3	0.60	ใช้ได้
47	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
48	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
49	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
50	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
51	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
52	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
53	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
54	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
55	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
56	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
57	1	1	1	1	1	5	1.00	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

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความเหมาะสมของตัวเลือก					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
64	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
65	1	1	1	1	1	5	1.00	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	5	1.00	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
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	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 14 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การทดลองของแบบทดสอบ
วัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลอง					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	5	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1.00	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	5	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	0	1	4	0.80	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
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1.00	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
31	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลอง					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
32	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	5	1.00	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	5	1.00	ใช้ได้
44	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
45	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
46	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
47	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
48	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
49	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
50	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
51	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
52	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
53	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
54	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
55	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
56	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
57	1	1	1	1	1	5	1.00	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

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลอง					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
64	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
65	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
66	1	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
67	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
68	1	1	1	1	1	5	1.00	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
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	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
76	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
77	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
78	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
79	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
80	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 15 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบ
วัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	0	1	-1	1	1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	1	1	-1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
11	0	1	-1	1	1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
12	1	1	-1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
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	5	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17	0	1	1	1	1	4	0.80	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	5	1.00	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	1	5	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27	0	1	0	1	1	3	0.60	ใช้ได้
28	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
29	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
32	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	0	1	0	3	0.60	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
40	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
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	5	1.00	ใช้ได้
44	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
45	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
46	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
47	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
48	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
49	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
50	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
51	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
52	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
53	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
54	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
55	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
56	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
57	1	1	1	1	1	5	1.00	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

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
64	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
65	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
66	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
67	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
68	1	1	1	1	1	5	1.00	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
72	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
73	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
74	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
75	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	0	4	0.80	ใช้ได้
79	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
80	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ กับเกณฑ์การประเมินและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน/ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปร ผล
		1	2	3	4	5			
1. วิธีดำเนินการ ทดลอง	5 คะแนน หมายถึง สามารถ ปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ ถูกต้องตามวิธีการทดลอง โดยไม่ ต้องให้คำแนะนำ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	4 คะแนน หมายถึง สามารถ ปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ ถูกต้องตามวิธีการทดลอง แต่ต้อง ให้คำแนะนำบางส่วน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน หมายถึง สามารถ ปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ ถูกต้องตามวิธีการทดลอง แต่ต้อง ให้คำแนะนำค่อนข้างมาก	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน หมายถึง สามารถ ปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ ตามวิธีการทดลอง แต่ต้องให้คำ แนะนำทั้งหมด	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถ ปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ ตามวิธีการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน/ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปร ผล
		1	2	3	4	5			
3. ความ คล่องแคล่วในขณะ ปฏิบัติการทดลอง	5 คะแนน หมายถึง มีความ คล่องแคล่วในการดำเนินการ ทดลอง และการใช้อุปกรณ์ ดำเนิน การทดลองได้อย่างปลอดภัย เสร็จทันเวลา	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	4 คะแนน หมายถึง มีความคล่อง แคล่วในการทำการทดลองและการ ใช้อุปกรณ์ แต่ต้องชี้แนะเรื่องการ ใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน หมายถึง ทำการ ทดลองเสร็จทันเวลา แต่ต้องให้ คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน หมายถึง ทำการ ทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด เนื่อง จากขาดความคล่องแคล่วในการใช้ อุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน หมายถึง ทำการ ทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้แตกหัก เสียหาย	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 17 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทบาทการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	การแปลผล
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	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	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
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	5	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1.00	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	5	1.00	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	1	5	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1.00	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

ภาคผนวก ง

- ตาราง แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การทดลองและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
- ตาราง แสดงผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_n) ของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” โดยการทดสอบกับนักเรียนจำนวน 100 คน
- แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
- แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนน
- แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตาราง 18 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การทดลองและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัด
ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “ การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว ”

บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การทดลอง	พฤติกรรม				รวม (ข้อ)	ลำดับ ความ สำคัญ
			1	2	3	4		
1. เรื่อง การ ทำเชื้อเพลิง อัดแท่งจาก ฟางข้าว	การทำ เชื้อเพลิง อัดแท่งจาก ฟางข้าว	1. สามารถทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจาก ฟางข้าวได้ 2. สามารถคำนวณหาค่าปริมาณ ความร้อนจากเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ 3. สามารถทำการทดสอบคุณสมบัติ ด้านการติดไฟ ปริมาณควัน , ปริมาณเขม่า และลักษณะเปลวไฟ ของเชื้อเพลิงอัดแท่งได้	2 - -	4 4 2	2 - 2	2 2 -	20	1
2. เรื่อง การ ทำน้ำสีย้อม จากฟางข้าว	การทำน้ำสี ย้อมจาก ฟางข้าว	1. สามารถทำน้ำสีย้อมจาก ฟางข้าวได้ 2. สามารถทดสอบคุณสมบัติด้าน ความคงทนของสีย้อมโดยการนำ เส้นใยฝ้ายมาซักด้วยผงซักฟอกได้	2 2	4 2	2 4	2 2	20	1
3. เรื่อง การ ทำเยื่อ กระดาษจาก ฟางข้าว	การทำเยื่อ กระดาษจาก ฟางข้าว	1. สามารถสรุปความสำคัญของสาร ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสาร ละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ใน กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษได้ 2. สามารถทำเยื่อกระดาษจาก ฟางข้าวได้ 3. สามารถเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างกระดาษกับเยื่อกระดาษ ที่เตรียมได้ 4. สามารถทดสอบคุณสมบัติทาง ด้านเชิงกลเกี่ยวกับความต้านทาน ต่อแรงดึงของกระดาษได้	- 2 - 2	2 2 2 -	2 - -	2 2 2	20	1

ตาราง 18 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การทดลอง	พฤติกรรม				รวม (ข้อ)	ลำดับ ความ สำคัญ
			1	2	3	4		
4. เรื่อง การ ทำปุ๋ยหมัก จากฟางข้าว	การทำ ปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าว	1. สามารถอธิบายสาเหตุที่สารเร่ง พด.-1 สามารถช่วยย่อยสลาย ฟางข้าว ในกระบวนการทำปุ๋ยหมัก จากฟางข้าวให้เร็วขึ้นได้	2	2	2	2	20	1
		2. สามารถทำปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าวได้	2	2	2	2		
		3. สามารถทดสอบคุณสมบัติของ ปุ๋ยหมัก ทางด้านกายภาพเกี่ยวกับ การอุ้มน้ำ, การซึมผ่านของน้ำ, การ ระบายอากาศของดิน, การเกาะตัว ของดิน, และการแผ่กระจายของราก พืช โดยการปลูกพืชในกล่อง พลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร เพื่อทำการเปรียบเทียบ ระหว่างดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดิน ที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักได้	-	-	2	2		
รวม			14	26	18	22	80	

หมายเหตุ

พฤติกรรมที่ต้องการวัดด้านต่าง ๆ ได้แก่

- | | | |
|---|---------|---|
| 1 | หมายถึง | ด้านความรู้ – ความจำ |
| 2 | หมายถึง | ด้านความเข้าใจ |
| 3 | หมายถึง | ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ |
| 4 | หมายถึง | ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ |

ตาราง 19 แสดงผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_c) ของแบบวัดผล
การเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ทดสอบกับนักเรียน จำนวน 100 คน

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 27) X	กลุ่มต่ำ (n = 27) X	p	r	ค่าความแปรปรวนรายข้อของ แบบวัดผลการเรียนรู้ด้าน ความรู้ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก
1	0.0384	26	24	0.960	0.740	-
2*	0.2304	22	16	0.640	0.222	0.2304
3	0.2100	13	3	0.300	0.370	-
4	0.1275	25	19	0.850	0.222	-
5*	0.2484	18	11	0.460	0.259	0.2484
6*	0.2491	22	13	0.530	0.333	0.2491
7*	0.2496	20	13	0.520	0.259	0.2496
8	0.0736	26	23	0.920	0.111	-
9*	0.2211	21	14	0.670	0.259	0.2211
10	0.2451	17	12	0.570	0.185	-
11	0.2451	15	9	0.430	0.222	-
12*	0.2331	25	11	0.630	0.518	0.2331
13*	0.2139	15	3	0.310	0.444	0.2139
14	0.1824	9	4	0.240	0.185	-
15	0.1971	12	2	0.270	0.370	-
16*	0.2500	19	8	0.500	0.407	0.2500
17	0.1716	6	6	0.220	0.000	-
18*	0.2100	21	15	0.700	0.222	0.2100
19*	0.2176	21	13	0.680	0.296	0.2176
20	0.0979	24	21	0.890	0.111	-
21*	0.2419	16	9	0.410	0.259	0.2419
22	0.0291	2	0	0.030	0.074	-
23*	0.2451	22	12	0.570	0.370	0.2451
24	0.2176	12	5	0.320	0.259	-
25*	0.2400	21	10	0.600	0.407	0.2400
26	0.2244	22	13	0.660	0.333	-
27	0.2139	22	19	0.690	0.111	-
28*	0.1924	12	4	0.260	0.296	0.1924
29	0.0736	25	22	0.920	0.111	-
30*	0.2176	14	5	0.320	0.333	0.2176

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 27) X	กลุ่มต่ำ (n = 27) X	p	r	ค่าความแปรปรวนรายข้อ ของแบบวัดความรู้ ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก
31	0.2244	20	16	0.660	0.148	-
32*	0.1824	24	13	0.760	0.407	0.1824
33	0.1600	21	18	0.800	0.111	-
34*	0.2451	18	11	0.570	0.259	0.2451
35	0.2451	17	7	0.430	0.370	-
36*	0.2304	14	5	0.360	0.333	0.2304
37*	0.1971	17	3	0.270	0.518	0.1971
38	0.2304	11	9	0.360	0.074	-
39*	0.1875	25	13	0.750	0.444	0.1875
40	0.1824	7	7	0.240	0.000	-
41*	0.2491	22	3	0.470	0.703	0.2491
42	0.1476	5	5	0.180	0.000	-
43*	0.1659	25	17	0.800	0.296	0.1659
44	0.1411	26	19	0.830	0.259	-
45	0.0900	27	22	0.900	0.185	-
46*	0.1659	9	2	0.210	0.259	0.1659
47	0.1971	6	9	0.260	-0.111	-
48*	0.2244	22	14	0.670	0.296	0.2244
49*	0.2484	17	7	0.460	0.370	0.2484
50	0.1131	2	5	0.130	-0.111	-
51*	0.2419	20	13	0.410	0.259	0.2419
52	0.0564	25	24	0.950	0.037	-
53	0.2016	8	9	0.270	-0.037	-
54*	0.2176	11	5	0.320	0.222	0.2176
55*	0.2496	18	10	0.520	0.296	0.2496
56	0.0651	25	24	0.940	0.037	-
57*	0.2211	12	5	0.330	0.259	0.2211
58	0.2016	11	7	0.280	0.148	-
59*	0.1924	24	17	0.740	0.259	0.1924
60	0.0651	3	1	0.070	0.074	-

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 27) X	กลุ่มต่ำ (n = 27) X	p	r	ค่าความแปรปรวนรายข้อ ของแบบวัดความรู้ ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก
61*	0.2484	21	5	0.460	0.592	0.2484
62	0.1344	6	4	0.160	0.074	-
63	0.2500	13	9	0.500	0.148	-
64*	0.2059	11	4	0.290	0.259	0.2059
65	0.2016	23	12	0.720	0.407	-
66*	0.2451	17	7	0.430	0.370	0.2451
67	0.2379	14	9	0.930	0.185	-
68*	0.2356	22	10	0.620	0.444	0.2356
69	0.1204	25	20	0.860	0.185	-
70*	0.2139	23	12	0.690	0.407	0.2139
71	0.2331	12	8	0.370	0.148	-
72*	0.2491	17	6	0.470	0.407	0.2491
73*	0.2491	16	8	0.470	0.296	0.2491
74	0.2464	14	16	0.560	0.074	-
75*	0.2356	13	7	0.380	0.222	0.2356
76	0.2211	7	9	0.330	-0.074	-
77*	0.2059	22	14	0.710	0.296	0.2059
78	0.2331	15	4	0.370	0.407	-
79	0.2419	23	9	0.590	0.518	-
80*	0.2211	21	15	0.670	0.222	0.2211

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อที่ผ่านเกณฑ์ค่าความยาก - ง่าย (p) ซึ่งค่าที่ใช้ได้อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ซึ่งค่าที่ใช้ได้มีค่าตั้งแต่ 0.22 ขึ้นไป โดยข้อที่เลือกไว้มีจำนวน 40 ข้อ แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้เหล่านี้เป็นข้อที่นำไปคำนวณ $\sum pq$ ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 8.9887 และนำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ได้เท่ากับ 0.74

การคำนวณหาความแปรปรวนของข้อสอบรวม จากสูตร

$$\begin{aligned}
 \text{ความแปรปรวนรวม } (S_t^2) &= \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{4571900 - 4247721}{100(100-1)} \\
 &= \frac{324179}{9900} \\
 &= 32.74535
 \end{aligned}$$

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับจำนวน 40 ข้อ จากสูตร K-R 20

$$\begin{aligned}
 \text{ความเชื่อมั่น } (r_{tt}) &= \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{40}{40-1} \left[1 - \frac{8.9887}{32.74535} \right] \\
 &= 1.025641 [1 - 0.27450] \\
 &= 1.025641 \times 0.725497 \\
 &= 0.744099 \\
 &= 0.74
 \end{aligned}$$

**แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้
เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้เขียนเครื่องหมาย = ทับข้อที่ตอบเดิม
4. ห้ามขีดเขียน ทำเครื่องหมาย หรือเขียนอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้นี้

1. ข้อใดคือตัวประสานที่ใช้ในการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากการทำการทดลอง ?
 - ก. กาวยางน้ำ
 - ข. กาวตราช้าง
 - ค. กาวแบ่งเปียก
 - ง. กาวลาเท็กซ์
2. ข้อใดคือคุณสมบัติที่ดีของตัวประสาน ?
 1. เสียค่าใช้จ่ายน้อย
 2. เชื้อเพลิงอัดแท่งไม่แตกร่วน
 3. มีความสามารถในการประสานดี
 4. ลุกติดไฟได้ดีและไม่ทำให้เกิดควัน
 - ก. 1, 2 และ 3
 - ข. 1, 2 และ 4
 - ค. 2, 3 และ 4
 - ง. 1, 2, 3, และ 4
3. ข้อใดคือสาเหตุที่ทำให้เกิดควันได้มากที่สุดในกระบวนการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ?
 - ก. ขนาดของแรงอัด
 - ข. ขนาดของท่อPVC
 - ค. ปริมาณของตัวประสาน
 - ง. ฟางข้าวตากแดดจนแห้งเกินไป
4. กระบวนการทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง หมายถึง ข้อใด ?
 1. นำวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์
 2. สามารถใช้ทดแทนฟืนและถ่านได้
 3. เปลี่ยนรูปวัสดุให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณค่า
 4. เปลี่ยนวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำให้มีความหนาแน่นสูง
 - ก. 1, 2 และ 3
 - ข. 1, 2 และ 4
 - ค. 2, 3 และ 4
 - ง. 1, 2, 3 และ 4
5. การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวโดยใช้ชุดเครื่องมืออัดแท่งนั้น ไม่ควรให้การอัดแท่งแน่นเกินไป เพราะเหตุใด ?
 - ก. ทำให้สิ้นเปลืองวัสดุ
 - ข. ทำให้น้ำออกจากท่อ PVC ยาก
 - ค. ทำให้การลุกไหม้ของเชื้อเพลิงไม่ดี
 - ง. ทำให้ไม่ได้ขนาดตามความต้องการ
6. ข้อใดแทนความหมายของ Δt จากสูตรการคำนวณหาค่าปริมาณความร้อน ?
 - ก. มวลของวัตถุ
 - ข. อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปของวัตถุ
 - ค. ความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุ
 - ง. ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนอุณหภูมิ

7. ในการต้มน้ำ 40 กรัม อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสให้เดือด จะต้องให้ปริมาณความร้อนเท่าใด ?

- ก. 400 แคลอรี
- ข. 1,200 แคลอรี
- ค. 2,800 แคลอรี
- ง. 4,000 แคลอรี

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 8

แท่งเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว 1 แท่ง มีค่าปริมาณความร้อนเท่ากับ 4,000 แคลอรี

8. ถ้าต้องการหุงข้าวโดยใช้น้ำ 500 กรัม อุณหภูมิเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส ให้เดือด ต้องใช้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวจำนวนกี่แท่ง ?

- ก. 5 แท่ง
- ข. 10 แท่ง
- ค. 15 แท่ง
- ง. 20 แท่ง

9. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติที่ดีของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ?

- ก. ติดไฟง่าย
- ข. ปริมาณควันมาก
- ค. ปริมาณเขม่าน้อย
- ง. ให้พลังงานความร้อนสูง

10. จากการทดสอบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว หากพบว่าปริมาณเปลวไฟสีน้ำเงิน – ม่วงค่อนข้างมาก ข้อใดคือข้อสรุปผลการทดสอบนี้ ?

- ก. มีปริมาณควันมาก
- ข. มีปริมาณเขม่ามาก
- ค. ให้ปริมาณความร้อนค่อนข้างสูง
- ง. ลุกติดไฟได้ง่ายและไหม้หมดเร็ว

11. เราสามารถทำสีธรรมชาติได้จากสารในข้อใดดังต่อไปนี้ ?

- ก. ฟืช
- ข. สัตว์
- ค. แร่ธาตุ
- ง. ถูกทุกข้อ

12. ข้อใดคือกระบวนการที่ทำให้เกิดความแตกต่างของสีย้อม ในการย้อมสิ่งทอ ?

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. ความเข้มข้นของน้ำสี | 2. อุณหภูมิ |
| 3. เวลา | 4. ความเข้มข้นของผงซักฟอก |

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

13. ฟางข้าวที่นำมาใช้สกัดสีควรมีลักษณะอย่างไร ?
- เก็บเกี่ยวมาใหม่ ๆ
 - ตากแดดจนแห้งสนิท
 - ส่วนที่เหลือจากการต้มเยื่อกระดาษแล้ว
 - ส่วนที่เหลือจากการต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์
14. ข้อใดคือค่า pH ของน้ำสีย้อมจากฟางข้าวที่ทำให้เส้นใยฝ้ายมีสีเข้มที่สุดหลังการย้อม ?
- pH 8
 - pH 10
 - pH 12
 - pH 14
15. ข้อใดคือสาเหตุที่ต้องใช้มอร์แดนต์เข้าช่วยในกระบวนการย้อมสีจากธรรมชาติ ?
- สีธรรมชาติละลายน้ำได้ง่าย
 - สีธรรมชาติไม่ทนต่อการซักล้าง
 - มอร์แดนต์ทำให้เกิดความคงทนต่อการซักดี
 - มอร์แดนต์ทำให้โมเลกุลของสีมีขนาดใหญ่
- 1 , 2 และ 3
 - 2 , 3 และ 4
 - 1 , 3 และ 4
 - 1 , 2 , 3 และ 4
16. สารเคมีที่ใช้เป็นมอร์แดนต์นั้นมีประโยชน์ในการย้อมผ้าอย่างไร ?
- ทำให้ผ้ามีสีสวยสดใส
 - ทำให้สีติดเนื้อผ้าได้ดีขึ้น
 - ทำให้ผ้าเหนียวและทนทานมากขึ้น
 - ทำให้ผ้าขาวขึ้นและย้อมติดสีได้ดีขึ้น
17. เพราะเหตุใดจึงไม่นิยมใช้สีย้อมผ้าที่สกัดได้จากธรรมชาติ ?
- หายากและราคาแพง
 - ไม่ทนทานต่อการซักล้างตกสีง่าย
 - ส่วนใหญ่จะเป็นสีที่ไม่อยู่ในความนิยม
 - เส้นใยของผ้าส่วนใหญ่ไม่สามารถดูดซับไว้ได้
18. เส้นใยฝ้ายทั้ง 3 ชุด เมื่อนำไปทำการซักด้วยผงซักฟอกแล้ว พบว่า ชุดที่ 1 สีย้อมจางหมด ชุดที่ 2 สีย้อมยังติดอยู่บ้าง ชุดที่ 3 สีย้อมติดอยู่มากกว่าชุดที่ 2 ข้อใดคือข้อสรุปของการทดลองนี้ ?
- เส้นใยฝ้ายไม่สามารถดูดซับสี
 - สีย้อมติดได้ดีต้องทำการย้อมหลายครั้ง
 - ควรใช้ผงซักฟอกผสมน้ำให้เจือจางมากกว่านี้
 - สีย้อมจากธรรมชาติไม่คงทนต่อการซักล้าง
19. ข้อใดคืออัตราส่วนระหว่างซีไธ : น้ำ ที่มีผลทำให้น้ำสีย้อมจากฟางข้าวมีสีเข้มมากขึ้น ?
- ซีไธ .01 กรัม : น้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ซีไธ 1 กรัม : น้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ซีไธ 10 กรัม : น้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ซีไธ 100 กรัม : น้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

20. การย้อมสีธรรมชาติต้องใช้อะไรเป็นตัวช่วยเพื่อให้สีติดอยู่ในเส้นใยได้ดี ?

- ก. น้ำสบู
- ข. ผงซักฟอก
- ค. มอร์แดนท์
- ง. โซเดียมคาร์บอเนต

21. ในขณะที่นำฟางข้าวไปต้มเกิดการเปื่อยยุ่ยได้ เพราะเหตุใด ?

- ก. แห้งไม้ที่ใช้คนขยี้ต้ม
- ข. ความร้อนที่ได้จากเตาถ่าน
- ค. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
- ง. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์

22. ในการทดลองใช้สารฟอกสีเยื่อกระดาษ โดยใช้สารเคมีที่เตรียมใหม่ ๆ และสารฟอกสีที่เตรียมเอาไว้หลายวันให้ผลดังนี้

สารฟอกสีที่ใช้	ผลการฟอกสีเยื่อกระดาษ
เตรียมใหม่ ๆ	ขาวมาก
เตรียมไว้ 1 วัน	ขาวน้อย
เตรียมไว้ 20 วัน	สีไม่เปลี่ยนแปลง

การทดลองดังกล่าวนี้ทำไปเพื่อต้องการศึกษาอะไร ?

- ก. สารฟอกสีมีผลต่อเยื่อกระดาษอย่างไร
- ข. ชนิดของผงฟอกสีมีผลต่อการฟอกสีหรือไม่
- ค. ผงฟอกสีสามารถฟอกสีเยื่อกระดาษได้หรือไม่
- ง. ระยะเวลาที่เตรียมสารฟอกสีเอาไว้มีผลต่อการฟอกสีหรือไม่

23. นักเรียนจะป้องกันการกระเด็นของสารละลายที่ใช้ทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าวได้โดยวิธีการใด ?

- ก. คนสารละลายตลอดเวลา
- ข. ปิดฝาภาชนะขณะที่ต้มสารละลาย
- ค. เมื่อต้มสารละลายให้อยู่ห่างจากภาชนะ
- ง. ถูกทุกข้อ

24. ข้อใดคือวัตถุประสงค์ของการผสมแป้งมันลงไปในการมวนวิธีการผลิตกระดาษ ?

- ก. เพื่อให้กระดาษทนน้ำ
- ข. เพื่อให้กระดาษทึบแสง
- ค. เพื่อให้กระดาษมีความเหนียว
- ง. เพื่อเพิ่มความหนาของกระดาษ

25. หลักการที่นำมาใช้ทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าวประกอบด้วย

1. ล้างเยื่อกระดาษ
2. นำเยื่อกระดาษไปต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
3. นำเยื่อกระดาษใส่ตะแกรงผึ่งแดด

ข้อใดแสดงลำดับขั้นตอนการทำเยื่อกระดาษได้ถูกต้อง ?

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

26. ถ้าสารละลายที่ใช้ต้มฟางข้าวถูกร่างกายนักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร ?

- ก. รีบล้างน้ำทันที
- ข. รีบล้างด้วยสบู่ทันที
- ค. รีบเช็ดด้วยกระดาษในครัว
- ง. รีบเช็ดด้วยกระดาษเช็ดมือ

27. ข้อใดจัดว่าเป็นสิ่งสำคัญในการทำให้กระดาษจากฟางข้าวมีคุณภาพเทียบเท่ากับกระดาษที่นักเรียนใช้เขียนหนังสือ ?

- ก. สารเติมแต่ง
- ข. ความแห้งของฟางข้าว
- ค. การรีดน้ำออกจากแผ่นม้วนสด
- ง. การเติมสารโซเดียมไฮดรอกไซด์

28. เยื่อกระดาษที่ทำจากฟางข้าวมักมีปัญหาเกี่ยวกับการฉีกขาดง่ายนักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด ?

- ก. เยื่อกระดาษฟางมีเส้นใยสั้น
- ข. เยื่อกระดาษฟางมีขนาดเล็กมาก
- ค. เยื่อกระดาษฟางดูดซับความชื้นได้ดี
- ง. ฟางที่ใช้ทำเยื่อกระดาษเสื่อมคุณภาพ

29. สมบัติทางแสงของกระดาษที่ปรากฏแก่สายตา เช่น ความขาว, ความมันวาว เป็นสมบัติทางด้านใดของกระดาษ ?

- ก. ด้านโครงสร้าง
- ข. ด้านทัศนศาสตร์
- ค. ด้านเชิงกลพื้นฐาน
- ง. ด้านการต้านทานและการกัดกร่อน

30. ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษต้องคำนึงถึงลักษณะทางโครงสร้างและสมบัติของกระดาษเพื่ออะไร ?

- ก. ประหยัดค่าใช้จ่าย
- ข. ประหยัดการใช้แรงงาน
- ค. ประโยชน์ในการนำไปใช้งาน
- ง. ประโยชน์ในการคัดเลือกวัสดุเพื่อการผลิต

31. ข้อใดคือเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ช่วยเร่งการย่อยสลายเศษพืช ?
- ก. พด.- 1
 - ข. กพ.- 1
 - ค. ภค.- 1
 - ง. กพ.- 7
32. จุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักได้มาจากแหล่งใดเป็นหลัก ?
- ก. ดินร่วน
 - ข. ในอากาศ
 - ค. สารเร่ง พด. - 1
 - ง. ในสภาวะแวดล้อม
33. การทำปุ๋ยหมักแบบใช้เชื้อจุลินทรีย์เป็นสารเร่งจะใช้เวลาในการทำประมาณเท่าใด ?
- ก. 1 – 2 เดือน
 - ข. 4 – 6 เดือน
 - ค. 7 – 9 เดือน
 - ง. 9 – 12 เดือน
34. การนำสารเร่งไปใช้ในกระบวนการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าวจะต้องทำอย่างไร ?
1. นำไปโรยได้เลย
 2. นำไปละลายน้ำก่อน
 3. ใช้ในอัตราส่วนที่เหมาะสม
 4. ราดให้ครบทุกชั้น
- ก. 1 , 2 และ 3
 - ข. 2 , 3 และ 4
 - ค. 1 , 3 และ 4
 - ง. 1 , 2 และ 4
35. ชั้นบนสุดของกองปุ๋ยหมักโรยดินร่วนเพื่ออะไร ?
- ก. ให้มองดูสวยงาม
 - ข. เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์
 - ค. รักษาค่า pH ของกองปุ๋ยหมัก
 - ง. รักษาความชื้นในกองปุ๋ยหมัก
36. ข้อใดไม่ใช่เหตุผลของการสับหรือหั่นเศษพืชให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนการทำปุ๋ยหมัก ?
- ก. ย่อยสลายได้เร็ว
 - ข. พลิกกลับกองปุ๋ยได้สะดวก
 - ค. การย่อยสลายสม่ำเสมอ
 - ง. เพื่อประหยัดพื้นที่กองปุ๋ยและปริมาณปุ๋ยเคมี
37. เมื่อทำการกองปุ๋ยหมักได้ 5-7 วัน แล้วทำการวัดอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก ปรากฏว่าอุณหภูมิสูงถึง 35-50 องศาเซลเซียส นักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้นภายในกองปุ๋ยหมัก ?
- ก. รตน้ำลงบนกองปุ๋ยหมักมากเกินไป
 - ข. มีการผสมอัตราส่วนบางอย่างผิดปกติ
 - ค. กองปุ๋ยหมักกำลังจะเน่าและใช้งานไม่ได้
 - ง. เกิดการย่อยสลายฟางข้าวโดยเชื้อจุลินทรีย์

38. การช่วยให้กองปุ๋ยหมักย่อยสลายได้เร็วขึ้น ควรทำอย่างไร ?

- ก. ใส่ปุ๋ยในขาวเดือนละ 1 ครั้ง
- ข. ใส่ปุ๋ยยูเรียทุก 7 วันต่อครั้ง
- ค. กลับกองปุ๋ยหมัก 7 วันต่อครั้ง
- ง. รดน้ำให้กองปุ๋ยหมักแฉะทุกวัน

39. ปุ๋ยหมักต้องมีลักษณะอย่างไร จึงจะสามารถนำไปใช้ได้ ?

- ก. มีสีดำหรือน้ำตาลเนื้แฉะดี
- ข. ยังมีความร้อนอยู่เพื่อฆ่าเชื้อโรคในดิน
- ค. เศษวัสดุยังย่อยไม่หมดเพื่อใช้คลุมดิน
- ง. ยังมีลักษณะมองเห็นเป็นรูปร่างของเศษวัสดุอยู่

40. ข้อใดคือผลที่เกิดจากการนำปุ๋ยหมักใส่ลงไปในดิน ?

1. รากพืชแผ่กระจายได้ดี
 2. การระบายอากาศของดินดีขึ้น
 3. การอุ้มน้ำและการซึมผ่านของน้ำดีขึ้น
 4. อุณหภูมิของดินเกาะตัวกันทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น
- ก. 1 , 2 และ 3
 - ข. 1 , 2 และ 4
 - ค. 2 , 3 และ 4
 - ง. 1 , 2 , 3 และ 4

**แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว**

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1.....ชั้น.....เลขที่.....
 2.....ชั้น.....เลขที่.....
 3.....ชั้น.....เลขที่.....
 4.....ชั้น.....เลขที่.....
 5.....ชั้น.....เลขที่.....
 6.....ชั้น.....เลขที่.....
 วันที่ประเมิน

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ได้					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. วิธีดำเนินการทดลอง						
2. การปฏิบัติการทดลอง						
3. ความคล่องแคล่วในขณะที่ปฏิบัติการทดลอง						
4. การนำเสนอผลการทดลอง						
รวม						

หมายเหตุ คะแนน 5 = ดีมาก, คะแนน 4 = ดี, คะแนน 3 = ค่อนข้างดี, คะแนน 2 = พอใช้, คะแนน 1 = ปรับปรุง

ดัดแปลงมาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2542 : 42 – 43)

เกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแบบวัดผลการเรียนรู้ ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

1. วิธีดำเนินการทดลอง

- 1 หมายถึง ไม่สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ตามวิธีการทดลอง
- 2 หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ตามวิธีการทดลอง แต่ต้องให้คำแนะนำทั้งหมด
- 3 หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้องตามวิธีการทดลอง แต่ต้องให้คำแนะนำค่อนข้างมาก
- 4 หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้องตามวิธีการทดลอง แต่ต้องให้คำแนะนำบางส่วน
- 5 หมายถึง สามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนได้ถูกต้องตามวิธีการทดลอง โดยไม่ต้องให้คำแนะนำ

2. การปฏิบัติการทดลอง (การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์)

- 1 หมายถึง ต้องให้คำแนะนำอย่างมากในการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆทางวิทยาศาสตร์อย่างมาก และทำอุปกรณ์เครื่องใช้แตกหักเสียหาย
- 2 หมายถึง ต้องให้คำแนะนำในการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆทางวิทยาศาสตร์ และดำเนินการทดลองได้ แต่ไม่ถูกขั้นตอน ต้องให้คำแนะนำ
- 3 หมายถึง สามารถใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆทางวิทยาศาสตร์ และดำเนินการทดลองได้ แต่ไม่ถูกขั้นตอน ต้องให้คำแนะนำ
- 4 หมายถึง ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน สามารถใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องชี้แนะให้คำหนึ่งถึงความปลอดภัย
- 5 หมายถึง ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน สามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และมีความปลอดภัย

3. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการทดลอง

- 1 หมายถึง ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้แตกหักเสียหาย
- 2 หมายถึง ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด เนื่องจากขาดความคล่องแคล่วในการใช้อุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง
- 3 หมายถึง ทำการทดลองเสร็จทันเวลา แต่ต้องให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการทดลอง
- 4 หมายถึง มีความคล่องแคล่วในการทำทดลองและการใช้อุปกรณ์ แต่ต้องชี้แนะเรื่องการใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย
- 5 หมายถึง มีความคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง และการใช้อุปกรณ์ ดำเนินการทดลองได้อย่างปลอดภัย เสร็จทันเวลา

4. การนำเสนอผลการทดลอง

- 1 หมายถึง ต้องให้คำแนะนำอย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลและการนำเสนอ
- 2 หมายถึง ต้องให้คำแนะนำในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง และการนำเสนอ
จึงจะปฏิบัติได้
- 3 หมายถึง บันทึกผลการทดลองและการสรุปผลการทดลองถูกต้อง แต่การนำเสนอยังไม่เป็น
ขั้นตอน
- 4 หมายถึง บันทึกผลการทดลองและการสรุปผลการทดลองถูกต้อง แต่ต้องให้คำแนะนำในการ
นำเสนอ
- 5 หมายถึง บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง รัดกุม บันทึกการนำเสนอเป็น
ขั้นตอน ชัดเจน

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว

คำชี้แจง เมื่อนักเรียนเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้ประโยชน์จากฟางข้าวจบแล้ว นักเรียนมีความคิดเห็นหรือรู้สึกอย่างไร ขอให้นักเรียนตอบให้ตรงสภาพความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียน โดยอ่านข้อความแต่ละข้ออย่างละเอียด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกของนักเรียนเพียงข้อความละ 1 ช่อง เท่านั้น

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	การเห็นความสำคัญและประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ช่วยให้ เห็นความสำคัญและประโยชน์ที่ ได้จากฟางข้าวมากขึ้น					
2	เมื่อทำบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์แล้วนักเรียนอยาก นำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่ให้แก่ บุคคลในครอบครัวและในท้องถิ่น					
3	การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ได้รับประโยชน์น้อย					
4	การทำบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์เป็นการฝึกทักษะ ปฏิบัติ ซึ่งส่งผลให้เกิดคล่อง ตัวในการทำงานอื่นๆด้วย					
5	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน เป็นประโยชน์ต่อ ชุมชน และท้องถิ่น					
6	กิจกรรมการทดลองทำให้มีความ ระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์มาก ยิ่งขึ้น					
7	ไม่ยากให้มีกิจกรรมการทดลอง เพราะเสียเวลาในการเรียนโดย เปล่าประโยชน์					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
8	ความรู้ที่ได้จากการเรียนไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน					
9	นักเรียนรู้สึกไม่มั่นใจ และไม่กล้าถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้อื่น					
10	นักเรียนเต็มใจที่จะบอกกล่าวและอธิบายความรู้ให้แก่ผู้ที่มาสอบถามหรือขอความคิดเห็น					
11	ความนิยมชมชอบต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการฟังคำอธิบายจากครู					
12	การฝึกปฏิบัติการทดลองช่วยให้เกิดความรู้สึกกระตือรือร้นในการเรียน					
13	การเรียนโดยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นการให้ประสบการณ์ตรง					
14	การเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ทำให้บรรยากาศในการเรียนการสอนเคร่งเครียด					
15	กิจกรรมการทำบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง					
16	การเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ทำให้มีอิสระในการคิดที่จะค้นคว้าหาความจริง					
17	การเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ทำให้รู้สึกไม่อยากเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
18	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ช่วย สร้างนิสัยรักการค้นคว้า ทดลอง เพื่อแสวงหาข้อเท็จจริงต่างๆ					
19	นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับการ ค้นคว้าหาความรู้จาก กิจกรรมการทดลอง					
20	กิจกรรมการทดลองแต่ละบท ปฏิบัติการทำให้ได้ประสบการณ์ ตรงสามารถพัฒนามาเป็นอาชีพ ได้					
21	ความสนใจต่อบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้น ทำให้เกิดความรู้สึก ตื่นเต้นในการทดลอง					
22	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้นมีความยาก-ง่าย พอ เหมาะสมกับความสามารถของนัก เรียน					
23	การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ทำให้รู้สึกสนุก สนานเพลิดเพลิน					
24	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้นไม่น่าสนใจ					
25	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้น มีกิจกรรมการทดลอง ซ้ำซาก น่าเบื่อหน่าย					
26	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้น ยากเกินไปสำหรับที่ จะทำความเข้าใจ					
27	การเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ทำให้เห็นคุณค่า ของ ของเหลือทิ้งทางการ เกษตรในท้องถิ่น					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
28	การเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความ สนใจที่จะศึกษา ค้นคว้า ในการ นำฟางข้าวไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ในด้านอื่นๆอีก					
29	การเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นทำให้ เกิดแนวคิดในการที่จะอนุรักษ์ และประยุกต์ใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์และมี ประสิทธิภาพสูงสุด					
30	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้นเหมาะสำหรับใช้ใน การเรียนการสอน					

ดัดแปลงมาจาก ญัตติพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 144 – 146)

ภาคผนวก จ

- ตาราง แสดงผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ของฟางข้าว
- ตาราง แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
- ตาราง แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
- ตาราง แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะเรียน ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”
- ตาราง แสดงคะแนนเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” (แยกเป็นรายด้าน)

ตาราง 20 แสดงการหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

ครั้งที่	อุณหภูมิของน้ำ (C)		ค่าปริมาณความร้อน (แคลอรีต่อกรัม)
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	
1	31	50	3,800
2	30	48	3,600
3	30	50	4,000
ค่าเฉลี่ย	30	49	3,800

ตาราง 21 แสดงอัตราส่วนระหว่างฟางข้าวต่อวัตถุประสาน (กาวแป้งเปียก) และคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวขณะเผาไหม้

อัตราส่วนของแท่งเชื้อเพลิง (กรัม)		ผลที่ได้จากการสังเกตคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว			
ฟางข้าว	กาวแป้งเปียก	การจุดติดไฟ	ปริมาณควัน	ปริมาณเขม่า	ลักษณะเปลวไฟ
5	5	ติดไฟได้ง่าย และลุกไหม้ได้ หมดทั้งแท่ง	น้อย	น้อย	มีสีส้ม สีแดง สีน้ำเงินและสีม่วง
5	10	ติดไฟได้ยาก และลุกไหม้ได้ ไม่หมดทั้งแท่ง	มาก	มาก	มีสีส้ม สีแดง สีน้ำเงินและสีม่วง
10	5	ติดไฟได้ยาก และลุกไหม้ได้ ไม่หมดทั้งแท่ง	มาก	มาก	มีสีส้ม สีแดง สีน้ำเงินและสีม่วง

ตาราง 22 แสดงค่า pH ที่เหมาะสมของน้ำซีเถ้าในการทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว

น้ำสีย้อมจากฟางข้าว	ผลการสังเกตสีที่ได้จากการย้อมเส้นใยฝ้าย		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1. น้ำซีเถ้าค่า pH 8 + ฟางข้าว	สีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน	สีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน เข้มกว่าครั้งที่ 1	สีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน เข้มกว่าครั้งที่ 2
2. น้ำซีเถ้าค่า pH 11 + ฟางข้าว	สีเหลืองปนน้ำตาล	สีเหลืองปนน้ำตาล เข้มกว่าครั้งที่ 1	สีเหลืองปนน้ำตาล เข้มกว่าครั้งที่ 2
3. น้ำซีเถ้าค่า pH 14 + ฟางข้าว	สีเหลืองปนน้ำตาลเข้ม	สีเหลืองปนน้ำตาลเข้ม เข้มกว่าครั้งที่ 1	สีเหลืองปนน้ำตาลเข้ม เข้มกว่าครั้งที่ 2

ตาราง 23 แสดงการทดสอบคุณสมบัติของน้ำสีย้อมในด้านความคงทนของสีย้อม โดยการนำไปซักด้วยผงซักฟอก

เส้นใยฝ้ายที่ผ่านการย้อม 3 ครั้งของน้ำสีย้อม ที่มีค่า pH ต่างกัน	ผลการเปลี่ยนแปลง เมื่อนำมาซักด้วยผงซักฟอก
1. น้ำสีย้อมที่ต้มจากน้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 8	สีย้อมละลายไปกับผงซักฟอกหมด
2. น้ำสีย้อมที่ต้มจากน้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 11	สีย้อมติดอยู่ตามเส้นใยฝ้ายเล็กน้อยและมีบางส่วนที่ ละลายไปกับผงซักฟอก
3. น้ำสีย้อมที่ต้มจากน้ำซีเถ้าที่มีค่า pH = 14	สีย้อมติดอยู่ตามเส้นใยฝ้ายมาก และมีบางส่วนที่ละลาย ไปกับผงซักฟอก

ตาราง 24 แสดงอัตราส่วนที่เหมาะสมของการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว

ฟางข้าว (กรัม)	สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัม)	ผลการต้มฟางข้าว
10	0.45*	ไม่เปื่อยยุ่ย
10	0.90**	เปื่อยยุ่ยบางส่วน
10	1.80***	เปื่อยยุ่ย

หมายเหตุ * ชุดที่ 1 หมายถึง ไม่สามารถลอกออกเป็นแผ่นมาทดสอบได้
 ** ชุดที่ 2 หมายถึง ไม่สามารถลอกออกเป็นแผ่นมาทดสอบได้
 *** ชุดที่ 3 หมายถึง สามารถลอกออกเป็นแผ่นมาทดสอบได้

ตาราง 25 แสดงการทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชิงกลของเยื่อกระดาษ โดยการนำมามีค่าความต้านทานต่อแรงดึงของเยื่อกระดาษจากฟางข้าวโดยใช้ตาชั่งสปริง

เยื่อกระดาษ ที่เตรียมได้	ผลการทดสอบค่าความต้านทานต่อแรงดึง (กรัม/นิวตัน)			ค่าเฉลี่ย (กรัม/นิวตัน)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ชุดที่ 1	-	-	-	-
ชุดที่ 2	-	-	-	-
ชุดที่ 3	มากกว่า 1,000	มากกว่า 1,000	มากกว่า 1,000	มากกว่า 1,000

ตาราง 26 แสดงระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดยกระบวนการหมักและการใช้สารเร่ง พด.-1 ตามสูตรของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

วันที่	ผลการสังเกตลักษณะของฟางข้าว	อุณหภูมิ (°C)
1	กองซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ ฟางข้าวมีสีเหลืองชุ่มน้ำ	28
2	กองซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ ฟางข้าวมีสีเหลืองชุ่มน้ำ	29
3	กองซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ ฟางข้าวมีสีเหลืองชุ่มน้ำ	30
4	กองซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ ฟางข้าวมีสีเหลืองชุ่มน้ำ	30
5	กองซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ ฟางข้าวมีสีเหลืองชุ่มน้ำ	32
6	ส่วนล่างของกองปุ๋ยหมัก ฟางข้าวเริ่มมีสีน้ำตาลอ่อน	33
7	ส่วนล่างของกองปุ๋ยหมัก ฟางข้าวเริ่มมีสีน้ำตาลอ่อน	33
8	ส่วนล่างของกองปุ๋ยหมัก ฟางข้าวเริ่มมีสีน้ำตาลอ่อน	33
9	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย	33
10	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น	33
11	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น	28
12	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น	29
13	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น	30
14	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น	32
15	ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำประมาณ 3 ใน 4 ส่วน	33
16	ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำประมาณ 3 ใน 4 ส่วน	35
17	จากด้านล่างของกองปุ๋ยหมักขึ้นไปเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลเข้มหมดแล้ว	35
18	จากด้านล่างของกองปุ๋ยหมักขึ้นไปเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลเข้มหมดแล้ว	29
19	จากด้านล่างของกองปุ๋ยหมักขึ้นไปเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลเข้มหมดแล้ว	28

ตาราง 26 (ต่อ)

วันที่	ผลการสังเกตลักษณะของฟางข้าว	อุณหภูมิ (°C)
20	เนื้อฟางข้าวมีสภาพเปลี่ยนไปจากเดิม มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ เมื่อ นำมามีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็ง กระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก และไม่มีการลื่นเหนียว	28
21	เนื้อฟางข้าวมีสภาพเปลี่ยนไปจากเดิม มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ เมื่อ นำมามีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็ง กระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก และไม่มีการลื่นเหนียว	28
22	เนื้อฟางข้าวมีสภาพเปลี่ยนไปจากเดิม มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ เมื่อ นำมามีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็ง กระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก และไม่มีการลื่นเหนียว	28

ตาราง 27 แสดงระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดยกระบวนการหมักและการใช้สารเร่ง พด.-1 มากกว่า
สูตรของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

วันที่	ผลการสังเกตลักษณะของฟางข้าว	อุณหภูมิ (°C)
1	กองซ้อนกันเป็นชั้น	28
2	กองซ้อนกันเป็นชั้น	28
3	กองซ้อนกันเป็นชั้น	29
4	กองซ้อนกันเป็นชั้น	29
5	กองซ้อนกันเป็นชั้น	31
6	ส่วนล่างของกองปุ๋ยหมัก ฟางข้าวเริ่มมีสีน้ำตาลอ่อน	31
7	ส่วนล่างของกองปุ๋ยหมัก ฟางข้าวเริ่มมีสีน้ำตาลอ่อน	30
8	ส่วนล่างของกองปุ๋ยหมัก ฟางข้าวเริ่มมีสีน้ำตาลอ่อน	30
9	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย	32
10	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้ม	31
11	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้ม	29
12	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้ม	28
13	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้ม	28
14	กองปุ๋ยหมักเริ่มมีการยุบตัวลงเล็กน้อย ฟางข้าวมีสีน้ำตาลเข้ม	31
15	มีสีน้ำตาลประมาณ 3 ใน 4 ของกองปุ๋ยหมัก	31
16	มีสีน้ำตาลประมาณ 3 ใน 4 ของกองปุ๋ยหมัก	32
17	มีสีน้ำตาลประมาณ 3 ใน 4 ของกองปุ๋ยหมัก	32
18	จากด้านล่างของกองปุ๋ยหมักขึ้นไปเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลเข้มหมดแล้ว	31
19	จากด้านล่างของกองปุ๋ยหมักขึ้นไปเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลเข้มหมดแล้ว	28

ตาราง 28 แสดงระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว โดยกระบวนการหมัก และ ไม่ใช้สารเร่ง พด.-1 ของ
กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

วันที่	ผลการสังเกตลักษณะของฟางข้าว	อุณหภูมิ (°C)
1	กองซ้อนกันเป็นชั้น ๆ	28
2	กองซ้อนกันเป็นชั้น ๆ	30
3	กองซ้อนกันเป็นชั้น ๆ	28
4	กองซ้อนกันเป็นชั้น ๆ	28
5	กองซ้อนกันเป็นชั้น ๆ	31
6	กองซ้อนกันเป็นชั้น ๆ	32
7	กองซ้อนกันเป็นชั้น ๆ	30
8	กองซ้อนกันเป็นชั้น ๆ	31
9	กองซ้อนกันเป็นชั้น ๆ	32
10	เริ่มมีสีน้ำตาลจากส่วนของด้านล่างเปลี่ยนไปจากเดิม	31
11	เริ่มมีสีน้ำตาลจากส่วนของด้านล่างเปลี่ยนไปจากเดิม	29
12	เริ่มมีสีน้ำตาลจากส่วนของด้านล่างเปลี่ยนไปจากเดิม	28
13	เริ่มมีสีน้ำตาลจากส่วนของด้านล่างเปลี่ยนไปจากเดิม	28
14	เริ่มมีสีน้ำตาลจากส่วนของด้านล่างเปลี่ยนไปจากเดิม	29
15	เริ่มมีสีน้ำตาลจากส่วนของด้านล่างเปลี่ยนไปจากเดิม	26
16	เริ่มมีสีน้ำตาลจากส่วนของด้านล่างเปลี่ยนไปจากเดิม	32
17	มีสีน้ำตาลเข้มประมาณ 2 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	32
18	มีสีน้ำตาลเข้มประมาณ 2 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	31
19	มีสีน้ำตาลเข้มประมาณ 2 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	28
20	มีสีน้ำตาลเข้มประมาณ 2 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	28
21	มีสีน้ำตาลเข้มประมาณ 2 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	28
22	มีสีน้ำตาลเข้มประมาณ 2 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	28
23	มีสีน้ำตาลเข้มประมาณ 2 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	28
24	มีสีน้ำตาลเข้มประมาณ 2 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	29
25	มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	28
26	มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	28
27	มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	28
28	มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของกองปุ๋ยหมัก	29
29	เมื่อนำมาบีดูยังไม่ขาดออกจากกัน	28
30	เมื่อนำมาบีดูยังไม่ขาดออกจากกัน	28
31	เมื่อนำมาบีดูยังไม่ขาดออกจากกัน	29
32	เมื่อนำมาบีดูยังไม่ขาดออกจากกัน	28
33	เมื่อนำมาบีดูยังไม่ขาดออกจากกัน	30

ตาราง 28 (ต่อ)

34	เมื่อนำมาบีดยังไม่ขาดออกจากกัน	28
35	มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ และมีกลิ่นเหม็นของปุ๋ยยูเรีย	29
36	มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ และมีกลิ่นเหม็นของปุ๋ยยูเรีย	28
37	มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ และมีกลิ่นเหม็นของปุ๋ยยูเรีย	28
38	มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ และมีกลิ่นเหม็นของปุ๋ยยูเรีย	29
39	มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ และมีกลิ่นเหม็นของปุ๋ยยูเรีย	28
40	มีสภาพเปลี่ยนไปจากเดิม มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ เมื่อนำมาบีดูมีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็งกระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก แต่มีกลิ่นเหม็นของปุ๋ยยูเรีย	28
41	มีสภาพเปลี่ยนไปจากเดิม มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ เมื่อนำมาบีดูมีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็งกระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก แต่มีกลิ่นเหม็นของปุ๋ยยูเรีย	28
42	มีสภาพเปลี่ยนไปจากเดิม มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ เมื่อนำมาบีดูมีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็งกระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก แต่มีกลิ่นเหม็นของปุ๋ยยูเรีย	28
43	มีสภาพเปลี่ยนไปจากเดิม มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ เมื่อนำมาบีดูมีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็งกระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก แต่มีกลิ่นเหม็นของปุ๋ยยูเรีย	28
44	กลิ่นเหม็นของปุ๋ยยูเรียเริ่มหมดไป	28
45	กลิ่นเหม็นของปุ๋ยยูเรียเริ่มหมดไป	28

ตาราง 29 แสดงการทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพของปุ๋ยหมัก

คุณสมบัติทางด้าน กายภาพของปุ๋ยหมัก	การปลูกเมล็ดข้าวในภาชนะที่ใส่	
	ดินปนทราย	ดินปนทรายที่ใส่ปุ๋ยหมัก
1. การอุ้มน้ำ	ไม่ดี	ดี
2. การซึมผ่านของน้ำ	ไม่ดี	ดี
3. การระบายอากาศของดิน	ไม่ดี	ดี
4. การเกาะตัวของดิน	ไม่ดี	ดี
5. การแพร่กระจายของรากพืช	ไม่ดี	ดี

ตาราง 30 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว" ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว"

นักเรียน คนที่	คะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้								คะแนนเฉลี่ย	
	ด้านความรู้ - ความจำ		ด้านความเข้าใจ		ด้านกระบวนการ เสาะแสวงหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์		ด้านการนำความรู้ และกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้			
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
1	1	6	6	9	0	6	4	8	11.00	29.00
2	0	7	1	11	2	9	1	9	4.00	36.00
3	4	7	4	12	5	9	4	8	17.00	36.00
4	0	7	3	13	3	9	4	11	10.00	40.00
5	3	6	3	12	3	6	3	10	12.00	34.00
6	1	5	2	11	4	5	3	8	10.00	29.00
7	3	5	4	12	1	9	3	10	11.00	36.00
8	3	7	2	13	3	9	3	11	11.00	40.00
9	4	7	7	13	2	8	5	8	18.00	36.00
10	4	5	4	12	2	4	4	9	14.00	30.00
11	3	7	2	13	0	9	2	8	7.00	37.00
12	3	5	4	10	5	7	3	9	15.00	31.00
13	5	7	4	13	3	9	5	10	17.00	39.00
14	2	7	4	13	2	8	4	10	12.00	38.00
15	2	3	5	7	3	4	5	7	15.00	21.00
16	3	6	4	13	2	8	4	10	13.00	37.00
17	3	7	3	12	4	9	5	11	15.00	39.00
18	3	7	3	12	2	8	4	9	12.00	36.00
19	2	5	3	11	3	8	3	10	11.00	34.00
20	2	4	5	11	4	6	3	8	14.00	29.00
21	3	6	5	9	2	8	3	7	13.00	30.00
22	4	7	4	13	2	9	4	10	14.00	39.00
23	6	6	2	10	4	6	4	5	16.00	27.00
24	3	6	4	8	4	7	4	9	15.00	30.00
25	5	7	5	12	7	9	3	10	20.00	38.00
26	4	7	5	13	6	9	5	9	20.00	38.00
27	5	7	4	12	3	9	7	10	19.00	38.00
28	3	7	6	13	1	9	2	11	12.00	40.00
29	3	6	3	13	4	8	3	9	13.00	36.00
30	3	7	2	13	3	8	6	11	14.00	39.00
ผลรวม	90.00	186.00	113.00	349.00	89.00	232.00	113.00	275.00	405.00	1042.00
เฉลี่ย	3.00	6.20	3.76	11.63	2.96	7.73	3.76	9.16	13.50	34.73
S.D.	1.38	1.06	1.38	1.65	1.58	1.55	1.22	1.41	3.55	4.72

ตาราง 31 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ของนักเรียนหลังเรียน
ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

นักเรียน คนที่	คะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ (หลังเรียน)								คะแนน เฉลี่ย	คิดเป็น ร้อยละ
	ด้านความรู้ - ความจำ		ด้านความเข้าใจ		ด้านกระบวนการเสาะ แสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์		ด้านการนำความรู้และ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้			
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ		
1	6.00	85.71	9.00	69.23	6.00	66.67	8.00	72.73	7.25	72.50
2	7.00	100.00	11.00	84.62	9.00	100.00	9.00	81.82	9.00	90.00
3	7.00	100.00	12.00	92.31	9.00	100.00	8.00	72.73	9.00	90.00
4	7.00	100.00	13.00	100.00	9.00	100.00	11.00	100.00	10.00	100.00
5	6.00	85.71	12.00	92.31	6.00	66.67	10.00	90.91	8.50	85.00
6	5.00	71.43	11.00	84.62	5.00	55.56	8.00	72.73	7.25	72.50
7	5.00	71.43	12.00	92.31	9.00	100.00	10.00	90.91	9.00	90.00
8	7.00	100.00	13.00	100.00	9.00	100.00	11.00	100.00	10.00	100.00
9	7.00	100.00	13.00	100.00	8.00	88.89	8.00	72.73	9.00	90.00
10	5.00	71.43	12.00	92.31	4.00	44.44	9.00	81.82	7.50	75.00
11	7.00	100.00	13.00	100.00	9.00	100.00	8.00	72.73	9.25	92.50
12	5.00	71.43	10.00	76.92	7.00	77.78	9.00	81.82	7.75	77.50
13	7.00	100.00	13.00	100.00	9.00	100.00	10.00	90.91	9.75	97.50
14	7.00	100.00	13.00	100.00	8.00	88.89	10.00	90.91	9.50	95.00
15	3.00	42.86	7.00	53.85	4.00	44.44	7.00	63.64	5.25	52.50
16	6.00	85.71	13.00	100.00	8.00	88.89	10.00	90.91	9.25	92.50
17	7.00	100.00	12.00	92.31	9.00	100.00	11.00	100.00	9.75	97.50
18	7.00	100.00	12.00	92.31	8.00	88.89	9.00	81.82	9.00	90.00
19	5.00	71.43	11.00	84.62	8.00	88.89	10.00	90.91	8.50	85.00
20	4.00	57.14	11.00	84.62	6.00	66.67	8.00	72.73	7.25	72.50
21	6.00	85.71	9.00	69.23	8.00	88.89	7.00	63.64	7.50	75.00
22	7.00	100.00	13.00	100.00	9.00	100.00	10.00	90.91	9.75	97.50
23	6.00	85.71	10.00	76.92	6.00	66.67	5.00	45.45	6.75	67.50
24	6.00	85.71	8.00	61.54	7.00	77.78	9.00	81.82	7.50	75.00
25	7.00	100.00	12.00	92.31	9.00	100.00	10.00	90.91	9.50	95.00
26	7.00	100.00	13.00	100.00	9.00	100.00	9.00	81.82	9.50	95.00
27	7.00	100.00	12.00	92.31	9.00	100.00	10.00	90.91	9.50	95.00
28	7.00	100.00	13.00	100.00	9.00	100.00	11.00	100.00	10.00	100.00
29	6.00	85.71	13.00	100.00	8.00	88.89	9.00	81.82	9.00	90.00
30	7.00	100.00	13.00	100.00	8.00	88.89	11.00	100.00	9.75	97.50
ผลรวม	186.00	2657.14	349.00	2684.62	232.00	2577.78	275.00	2500.00	260.50	2605.00
เฉลี่ย	6.20	88.57	11.63	89.48	7.73	85.92	9.16	83.33	8.68	86.83
S.D.	1.06	15.19	1.65	12.69	1.55	17.25	1.41	12.87	1.42	11.82

ตาราง 32 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะเรียน
ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” (แยกเป็นรายด้าน)

นักเรียน คนที่	ด้านที่ 1 (บทที่)				ค่าเฉลี่ย	ด้านที่ 2 (บทที่)				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1	3.67	3.67	3.67	4.67	3.92	3.33	4.00	4.00	4.67	4.00
2	3.67	4.00	4.67	5.00	4.34	4.33	4.00	4.33	5.00	4.42
3	4.33	4.33	4.33	5.00	4.50	4.33	4.33	4.67	5.00	4.58
4	3.33	3.67	3.67	4.67	3.84	3.00	3.67	4.33	4.67	3.92
5	4.00	4.00	4.67	4.67	4.34	4.33	4.67	4.67	4.67	4.59
6	3.00	3.67	3.67	4.67	3.75	3.67	4.00	4.67	5.00	4.34
7	2.67	3.67	3.67	4.67	3.67	3.00	4.00	4.33	5.00	4.08
8	3.33	4.00	4.33	4.33	4.00	4.00	4.33	4.33	4.67	4.33
9	4.00	4.33	4.33	5.00	4.42	4.00	4.67	4.67	4.67	4.50
10	3.00	4.33	4.33	5.00	4.17	3.67	4.33	4.33	5.00	4.33
11	4.00	4.00	4.33	4.33	4.17	3.33	4.00	4.33	4.67	4.08
12	3.67	4.00	4.33	5.00	4.25	4.33	4.33	4.67	5.00	4.58
13	3.67	4.00	4.33	4.67	4.17	3.67	4.33	4.67	4.67	4.34
14	4.00	4.33	4.00	4.67	4.25	4.00	4.33	5.00	5.00	4.58
15	4.00	4.33	4.67	5.00	4.50	4.00	4.33	4.67	5.00	4.50
16	3.67	4.00	4.00	4.00	3.92	4.33	4.33	4.33	5.00	4.50
17	4.00	4.33	4.33	4.67	4.33	4.00	4.33	4.33	5.00	4.42
18	4.00	4.33	4.67	4.67	4.42	4.00	4.67	5.00	4.67	4.59
19	4.00	4.00	4.00	4.67	4.17	4.33	4.67	5.00	5.00	4.75
20	4.00	4.33	4.67	5.00	4.50	3.67	4.67	4.33	5.00	4.42
21	4.00	4.33	4.67	5.00	4.50	4.00	4.33	5.00	5.00	4.58
22	4.00	4.00	4.33	4.67	4.25	3.67	4.00	4.33	4.67	4.17
23	3.67	4.33	4.67	4.67	4.34	3.67	4.67	5.00	5.00	4.59
24	3.67	4.00	4.00	5.00	4.17	4.00	4.33	4.67	4.67	4.42
25	4.00	4.33	4.33	4.67	4.33	4.00	4.67	5.00	5.00	4.67
26	4.00	4.00	4.67	5.00	4.42	4.00	4.67	4.67	4.67	4.50
27	4.00	4.00	4.00	4.33	4.08	3.67	4.33	4.67	4.67	4.34
28	4.00	4.00	4.33	4.33	4.17	4.33	4.67	4.67	5.00	4.67
29	3.67	4.00	4.33	4.67	4.17	4.00	4.33	4.33	4.67	4.33
30	3.67	4.00	4.00	4.00	3.92	4.00	4.00	4.33	4.67	4.25
ผลรวม	112.69	122.31	128.00	140.70	125.93	116.66	129.99	137.33	145.38	132.34
ค่าเฉลี่ย	3.75	4.07	4.26	4.69	4.19	3.88	4.33	4.57	4.84	4.41
S.D	0.37	0.22	0.33	0.28	0.22	0.37	0.27	0.27	0.16	0.20

ตาราง 32 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ด้านที่ 3 (บทที่)				ค่าเฉลี่ย	ด้านที่ 4 (บทที่)				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1	4.00	4.67	4.67	4.67	4.50	3.00	3.33	3.33	3.33	3.25
2	5.00	5.00	4.67	5.00	4.92	4.00	3.33	3.33	3.67	3.58
3	5.00	5.00	5.00	4.67	4.92	4.00	3.67	3.67	4.00	3.84
4	4.00	3.67	4.33	4.67	4.17	3.67	4.00	3.00	4.00	3.67
5	4.33	4.67	4.67	5.00	4.67	3.33	3.33	3.33	3.67	3.42
6	4.00	4.33	4.67	4.67	4.42	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67
7	3.67	4.67	5.00	4.67	4.50	3.67	3.67	3.33	3.33	3.50
8	4.00	4.67	4.67	4.67	4.50	3.33	3.00	3.33	4.00	3.42
9	4.67	5.00	5.00	5.00	4.92	3.33	3.33	3.67	4.00	3.58
10	4.33	5.00	4.67	5.00	4.75	4.00	3.67	3.33	4.00	3.75
11	4.67	4.33	4.67	5.00	4.67	3.67	3.33	3.67	3.67	3.59
12	4.67	4.67	4.67	5.00	4.75	3.67	3.67	3.33	3.33	3.50
13	4.33	4.33	4.33	4.67	4.42	3.67	3.00	3.00	4.00	3.42
14	5.00	4.67	4.67	5.00	4.84	3.00	3.67	3.33	3.67	3.42
15	4.33	5.00	5.00	5.00	4.83	3.33	3.67	3.67	4.00	3.67
16	4.33	4.00	4.33	5.00	4.42	3.67	3.33	3.00	3.33	3.33
17	3.67	4.67	5.00	5.00	4.59	3.67	3.67	3.67	4.00	3.75
18	4.33	5.00	5.00	4.67	4.75	3.67	3.67	4.00	4.00	3.84
19	4.33	5.00	4.67	5.00	4.75	3.67	3.33	3.33	3.67	3.50
20	4.33	4.67	5.00	5.00	4.75	3.00	4.00	3.67	4.00	3.67
21	4.00	5.00	5.00	4.67	4.67	3.33	3.67	3.67	3.67	3.59
22	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	3.33	3.67	3.33	3.33	3.42
23	4.33	5.00	5.00	5.00	4.83	3.00	3.67	3.67	4.00	3.59
24	4.33	4.67	4.67	4.67	4.59	3.33	3.33	3.67	3.67	3.50
25	4.67	5.00	4.67	5.00	4.84	3.67	4.00	3.67	4.33	3.92
26	4.33	4.67	5.00	5.00	4.75	3.67	3.67	4.00	4.33	3.92
27	4.00	4.67	4.67	4.67	4.50	3.00	3.00	3.67	3.67	3.34
28	4.00	4.67	4.67	5.00	4.59	3.67	3.67	3.33	3.67	3.59
29	4.00	4.67	4.33	4.33	4.33	4.00	3.67	3.00	3.33	3.50
30	4.33	4.67	4.33	4.67	4.50	3.67	3.33	3.00	3.33	3.33
ผลรวม	195.65	140.71	141.70	145.04	139.28	105.69	106.02	103.67	112.67	107.01
ค่าเฉลี่ย	4.32	4.69	4.72	4.83	4.64	3.52	3.53	3.45	3.75	3.56
S.D	0.35	0.31	0.23	0.18	0.18	0.31	0.27	0.28	0.30	0.17

หมายเหตุ

ด้านที่ 1 คือ วิธีดำเนินการทดลอง , ด้านที่ 2 คือ การปฏิบัติการทดลอง (การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์)

ด้านที่ 3 คือ ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการทดลอง และ ด้านที่ 4 คือ การนำเสนอผลการทดลอง

ตาราง 33 แสดงคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะเรียน
ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” (ค่าเฉลี่ยทุกด้าน)

นักเรียน คนที่	บทที่ 1 (ด้านที่)				ค่าเฉลี่ย	บทที่ 2 (ด้านที่)				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1	3.67	3.33	4.00	3.00	3.50	3.67	4.00	4.67	3.33	3.92
2	3.67	4.33	5.00	4.00	4.25	4.00	4.00	5.00	3.33	4.08
3	4.33	4.33	5.00	4.00	4.42	4.33	4.33	5.00	3.67	4.33
4	3.33	3.00	4.00	3.67	3.50	3.67	3.67	3.67	4.00	3.75
5	4.00	4.33	4.33	3.33	4.00	4.00	4.67	4.67	3.33	4.17
6	3.00	3.67	4.00	3.67	3.59	3.67	4.00	4.33	3.67	3.92
7	2.67	3.00	3.67	3.67	3.25	3.67	4.00	4.67	3.67	4.00
8	3.33	4.00	4.00	3.33	3.67	4.00	4.33	4.67	3.00	4.00
9	4.00	4.00	4.67	3.33	4.00	4.33	4.67	5.00	3.33	4.33
10	3.00	3.67	4.33	4.00	3.75	4.33	4.33	5.00	3.67	4.33
11	4.00	3.33	4.67	3.67	3.92	4.00	4.00	4.33	3.33	3.92
12	3.67	4.33	4.67	3.67	4.09	4.00	4.33	4.67	3.67	4.17
13	3.67	3.67	4.33	3.67	3.84	4.00	4.33	4.33	3.00	3.92
14	4.00	4.00	5.00	3.00	4.00	4.33	4.33	4.67	3.67	4.25
15	4.00	4.00	4.33	3.33	3.92	4.33	4.33	5.00	3.67	4.33
16	3.67	4.33	4.33	3.67	4.00	4.00	4.33	4.00	3.33	3.92
17	4.00	4.00	3.67	3.67	3.84	4.33	4.33	4.67	3.67	4.25
18	4.00	4.00	4.33	3.67	4.00	4.33	4.67	5.00	3.67	4.42
19	4.00	4.33	4.33	3.67	4.08	4.00	4.67	5.00	3.33	4.25
20	4.00	3.67	4.33	3.00	3.75	4.33	4.67	4.67	4.00	4.42
21	4.00	4.00	4.00	3.33	3.83	4.33	4.33	5.00	3.67	4.33
22	4.00	3.67	4.67	3.33	3.92	4.00	4.00	4.67	3.67	4.09
23	3.67	3.67	4.33	3.00	3.67	4.33	4.67	5.00	3.67	4.42
24	3.67	4.00	4.33	3.33	3.83	4.00	4.33	4.67	3.33	4.08
25	4.00	4.00	4.67	3.67	4.09	4.33	4.67	5.00	4.00	4.50
26	4.00	4.00	4.33	3.67	4.00	4.00	4.67	4.67	3.67	4.25
27	4.00	3.67	4.00	3.00	3.67	4.00	4.33	4.67	3.00	4.00
28	4.00	4.33	4.00	3.67	4.00	4.00	4.67	4.67	3.67	4.25
29	3.67	4.00	4.00	4.00	3.92	4.00	4.33	4.67	3.67	4.17
30	3.67	4.00	4.33	3.67	3.92	4.00	4.00	4.67	3.33	4.00
ผลรวม	112.69	116.66	129.65	105.69	116.17	122.31	129.99	140.71	106.02	124.76
ค่าเฉลี่ย	3.75	3.88	4.32	3.52	3.87	4.07	4.33	4.69	3.53	4.15
S.D	0.37	0.37	0.35	0.31	0.23	0.22	0.27	0.31	0.27	0.19

ตาราง 33 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	บทที่ 3 (ด้านที่)				ค่าเฉลี่ย	บทที่ 4 (ด้านที่)				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1	3.67	4.00	4.67	3.33	3.92	4.67	4.67	4.67	3.33	4.34
2	4.67	4.33	4.67	3.33	4.25	5.00	5.00	5.00	3.67	4.67
3	4.33	4.67	5.00	3.67	4.42	5.00	5.00	4.67	4.00	4.67
4	3.67	4.33	4.33	3.00	3.83	4.67	4.67	4.67	4.00	4.50
5	4.67	4.67	4.67	3.33	4.34	4.67	4.67	5.00	3.67	4.50
6	3.67	4.67	4.67	3.67	4.17	4.67	5.00	4.67	3.67	4.50
7	3.67	4.33	5.00	3.33	4.08	4.67	5.00	4.67	3.33	4.42
8	4.33	4.33	4.67	3.33	4.17	4.33	4.67	4.67	4.00	4.42
9	4.33	4.67	5.00	3.67	4.42	5.00	4.67	5.00	4.00	4.67
10	4.33	4.33	4.67	3.33	4.17	5.00	5.00	5.00	4.00	4.75
11	4.33	4.33	4.67	3.67	4.25	4.33	4.67	5.00	3.67	4.42
12	4.33	4.67	4.67	3.33	4.25	5.00	5.00	5.00	3.33	4.58
13	4.33	4.67	4.33	3.00	4.08	4.67	4.67	4.67	4.00	4.50
14	4.00	5.00	4.67	3.33	4.25	4.67	5.00	5.00	3.67	4.59
15	4.67	4.67	5.00	3.67	4.50	5.00	5.00	5.00	4.00	4.75
16	4.00	4.33	4.33	3.00	3.92	4.00	5.00	5.00	3.33	4.33
17	4.33	4.33	5.00	3.67	4.33	4.67	5.00	5.00	4.00	4.67
18	4.67	5.00	5.00	4.00	4.67	4.67	4.67	4.67	4.00	4.50
19	4.00	5.00	4.67	3.33	4.25	4.67	5.00	5.00	3.67	4.59
20	4.67	4.33	5.00	3.67	4.42	5.00	5.00	5.00	4.00	4.75
21	4.67	5.00	5.00	3.67	4.59	5.00	5.00	4.67	3.67	4.59
22	4.33	4.33	4.67	3.33	4.17	4.67	4.67	4.67	3.33	4.34
23	4.67	5.00	5.00	3.67	4.59	4.67	5.00	5.00	4.00	4.67
24	4.00	4.67	4.67	3.67	4.25	5.00	4.67	4.67	3.67	4.50
25	4.33	5.00	4.67	3.67	4.42	4.67	5.00	5.00	4.33	4.75
26	4.67	4.67	5.00	4.00	4.59	5.00	4.67	5.00	4.33	4.75
27	4.00	4.67	4.67	3.67	4.25	4.33	4.67	4.67	3.67	4.34
28	4.33	4.67	4.67	3.33	4.25	4.33	5.00	5.00	3.67	4.50
29	4.33	4.33	4.33	3.00	4.00	4.67	4.67	4.33	3.33	4.25
30	4.00	4.33	4.33	3.00	3.92	4.00	4.67	4.67	3.33	4.17
ผลรวม	128.00	137.33	141.70	103.67	127.68	140.70	145.38	145.04	112.67	135.95
ค่าเฉลี่ย	4.26	4.57	4.72	3.45	4.25	4.69	4.85	4.83	3.75	4.53
S.D	0.33	0.27	0.23	0.28	0.21	0.28	0.16	0.18	0.30	0.16

หมายเหตุ

ด้านที่ 1 คือ วิธีดำเนินการทดลอง , ด้านที่ 2 คือ การปฏิบัติการทดลอง (การใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์)

ด้านที่ 3 คือ ความคล่องแคล่วในขณะที่ปฏิบัติการทดลอง และ ด้านที่ 4 คือ การนำเสนอผลการทดลอง

ตาราง 34 แสดงคะแนนเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” (แยกเป็นรายด้าน)

นักเรียน คนที่	ด้านการเห็นความสำคัญและประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์										รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	43	4.30
2	5	3	4	4	5	2	5	5	3	4	40	4.00
3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	49	4.90
4	5	5	5	4	5	3	5	5	2	4	43	4.30
5	5	4	2	5	5	5	1	5	5	5	42	4.20
6	4	4	3	4	5	5	4	3	4	4	40	4.00
7	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	48	4.80
8	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	49	4.90
9	5	5	5	4	5	4	5	5	3	4	45	4.50
10	4	4	5	4	4	4	5	4	2	4	40	4.00
11	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	46	4.60
12	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	46	4.60
13	5	4	5	4	5	4	5	5	3	4	44	4.40
14	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	43	4.30
15	5	4	5	3	3	4	5	5	4	4	42	4.20
16	4	4	4	4	4	4	5	4	3	5	41	4.10
17	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	40	4.00
18	5	5	5	4	5	5	5	5	3	5	47	4.70
19	5	5	3	4	5	5	5	5	3	5	45	4.50
20	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	46	4.60
21	5	3	3	3	5	4	5	1	3	3	35	3.50
22	5	4	4	4	5	4	5	3	3	4	41	4.10
23	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	48	4.80
24	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	43	4.30
25	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	49	4.90
26	5	4	5	5	4	5	5	5	3	4	45	4.50
27	4	4	5	4	4	4	5	4	3	4	41	4.10
28	5	4	5	5	5	5	5	5	3	5	47	4.70
29	5	4	5	3	4	5	5	5	3	4	43	4.30
30	5	4	5	3	4	5	5	5	5	5	46	4.60
รวม	143	130	136	123	138	128	141	135	110	133	1317	131.70
เฉลี่ย	4.77	4.33	4.53	4.10	4.60	4.27	4.70	4.50	3.67	4.43	43.90	4.39
S.D.	0.43	0.61	0.82	0.61	0.56	0.74	0.79	0.90	0.92	0.57	3.37	0.34

ตาราง 34 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ด้านความนิยมชมชอบต่อบทบาทการวิทยาสตร										รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	5	4	5	2	4	4	2	4	4	4	38	3.80
2	5	4	4	4	3	4	5	3	5	5	42	4.20
3	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	46	4.60
4	3	1	5	5	5	5	1	4	5	5	39	3.90
5	5	5	4	2	3	4	3	4	4	4	38	3.80
6	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	38	3.80
7	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	46	4.60
8	3	1	5	5	1	5	1	4	5	5	35	3.50
9	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	43	4.30
10	3	4	4	3	4	5	2	5	5	4	39	3.90
11	5	4	5	5	5	3	5	5	4	5	46	4.60
12	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	48	4.80
13	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	46	4.60
14	5	4	4	4	4	3	4	4	5	5	42	4.20
15	2	4	3	4	4	4	2	4	4	4	35	3.50
16	2	4	4	4	5	4	4	4	4	4	39	3.90
17	5	5	4	3	4	4	5	4	5	4	43	4.30
18	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	48	4.80
19	5	5	4	3	4	4	2	5	5	5	42	4.20
20	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	46	4.60
21	3	4	4	4	3	4	4	4	4	5	39	3.90
22	5	4	4	3	4	4	4	4	5	4	41	4.10
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	5.00
24	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	46	4.60
25	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	49	4.90
26	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	43	4.30
27	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	40	4.00
28	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	46	4.60
29	3	4	4	5	4	3	5	4	5	5	42	4.20
30	1	5	4	5	5	4	5	5	5	5	44	4.40
รวม	124	126	133	122	127	125	112	130	139	141	1279	127.90
เฉลี่ย	4.13	4.20	4.43	4.07	4.23	4.17	3.73	4.33	4.63	4.70	42.63	4.26
S.D.	1.17	1.03	0.57	1.08	0.90	0.65	1.51	0.55	0.49	0.47	4.06	0.41

ตาราง 34 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	ความสนใจต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์										รวม คะแนน	คะแนน เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	4	4	5	4	4	4	2	4	5	4	40	4.00
2	4	3	5	5	5	4	3	4	4	5	42	4.20
3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	49	4.90
4	5	1	4	5	5	4	4	5	3	5	41	4.10
5	4	4	4	3	3	2	3	4	4	4	35	3.50
6	4	4	4	4	5	3	4	5	3	4	40	4.00
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	5.00
8	5	1	4	5	5	4	5	5	5	5	44	4.40
9	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	49	4.90
10	4	4	5	5	5	2	4	4	5	5	43	4.30
11	4	3	5	4	5	5	5	5	5	4	45	4.50
12	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	47	4.70
13	5	3	4	5	5	4	5	5	5	4	45	4.50
14	4	4	4	5	5	4	5	3	5	5	44	4.40
15	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	39	3.90
16	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	41	4.10
17	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4	46	4.60
18	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	47	4.70
19	5	4	5	5	5	3	5	5	5	5	47	4.70
20	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	47	4.70
21	4	4	4	2	4	4	5	5	4	4	40	4.00
22	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	46	4.60
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	5.00
24	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	47	4.70
25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	5.00
26	4	4	3	4	4	4	5	5	4	4	41	4.10
27	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	46	4.60
28	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	49	4.90
29	5	5	4	3	4	3	3	5	5	5	42	4.20
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	5.00
รวม	134	117	135	136	141	125	135	142	138	139	1342	134.2
เฉลี่ย	4.47	3.90	4.50	4.53	4.70	4.17	4.50	4.73	4.60	4.63	44.73	4.47
S.D.	0.51	1.09	0.57	0.78	0.53	0.91	0.82	0.52	0.62	0.49	3.95	0.39

ภาคผนวก จ

- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว"
- คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง "การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว"

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง
การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



พัฒนาโดย
นายฉัตรชัย วายุวรรณะ
นิสิตปริญญาโท วิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร.ณัฐรุพงษ์ เจริญพิทย์
ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1
เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

สาระสำคัญ

เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าเอาวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์ โดยนำมาใช้ทดแทนฟืนและถ่าน วัสดุเหลือใช้พวกชีวมวลจากพืช ไม้ หรือของเหลือทิ้งจากการเกษตรสามารถเปลี่ยนรูปให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณค่า ด้วยกระบวนการอัดแท่ง (Densification) ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำให้เป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นสูง

เนื่องจากวัสดุทางการเกษตรต่าง ๆ ก่อนอัดแท่งมีความหนาแน่นต่ำ มีปริมาณมาก ไม่สะดวกต่อการขนส่งและเก็บรักษา เมื่อนำมาอัดแท่งแล้วจะมีปริมาณลดลง และความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง และเก็บรักษา วัสดุทางการเกษตรก่อนอัดแท่งจะมีค่าความร้อนเท่ากับ $1/3$ ของถ่านหิน โดยน้ำหนัก และ $1/4$ โดยปริมาตร แต่เมื่อมีการอัดแท่งแล้ว สามารถเพิ่มค่าความร้อนเป็น $2/3$ ของถ่านหิน โดยน้ำหนัก และเกือบ $3/4$ โดยปริมาตร

จึงเห็นได้ว่า การอัดแท่งนี้จะทำให้เราได้เชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มค่าความร้อน และสามารถนำไปแทนเชื้อเพลิงอย่างอื่นได้

วิธีการอัดแท่ง

การอัดก้อนวัสดุต่าง ๆ นั้น อาจแบ่งได้ออกเป็น 2 วิธี คือ การอัดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วย ซึ่งในกรณีนี้ได้แก่ แกลบ เศษไม้ โดยความร้อนจะช่วยทำให้ลิกโนเซลลูโลสเยิ้มและเชื่อมประสานกัน อีกวิธีหนึ่ง คือ การอัดโดยไม่ใช้ความร้อน แบ่งออกเป็น แบบใช้ตัวประสานเข้าช่วยให้เชื้อเพลิงเกาะติดกัน และแบบไม่ใช้ตัวประสาน ซึ่งใช้กับวัสดุที่มียางเหนียว ๆ อยู่ในตัว เช่น การอัดพวกพืชสด เป็นต้น

1. การอัดร้อนและใช้แรงอัดสูง (Hot and High – Pressure Densification) คือ การนำวัสดุชีวมวลที่จะทำการอัดแท่งมาทำการลดความชื้น ให้เหลือไม่เกิน 5 % จากนั้นนำมาเข้าเครื่องอัด วัสดุจะถูกอัดภายใต้แรงดันสูงและใช้ความร้อนที่ได้จากขดลวดความร้อนทำให้เกิดการหลอมละลาย ของสารประกอบคาร์โบไฮเดรต เซลลูโลส และลิกนิน ทำให้วัสดุชีวมวลเหล่านั้น สามารถเกาะกันเป็นแท่งได้ การอัดแท่งแบบนี้ เป็นวิธีการที่ใช้กันอยู่ทั่วไป สามารถใช้กับวัสดุทั่วไปได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งวิธีการอัดแท่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ ตามชนิดของเครื่องอัดคือ

การอัดแท่งด้วยลูกสูบ

การอัดแท่งด้วยเกลียว

การอัดแท่งด้วยลูกกลิ้ง

การอัดเม็ด หรืออัดเป็นแท่ง เล็ก ๆ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ในการอัด 3 ประเภทแรกมีขนาดใหญ่กว่า ซึ่งลักษณะโดยทั่วไปเรียกว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งและปัจจัยที่มีผลต่อการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้ความร้อนและใช้แรงอัดสูงนั้นได้แก่ ปริมาณความชื้น ขนาดของชิ้นส่วนวัตถุดิบ แรงดันและอุณหภูมิ

1) ปริมาณความชื้น วัสดุที่มีความชื้นต่ำ มีความยุ่งยากที่จะให้จับตัวเป็นก้อนและการอัดแท่งทำได้ยากทำให้เกิดรอยแตกบนแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ แต่วัสดุที่มีความชื้นมากเกินไป จะทำให้เกิดการระเบิดของไอน้ำระหว่างการอัด ปริมาณความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก ที่มีผลในการอัดแท่งในระหว่างการอัดวัตถุดิบ น้ำที่อยู่ในวัตถุดิบ ถ้าน้ำในวัตถุดิบไม่เพียงพอ ทำให้การส่งผ่านความร้อนนั้นไม่ดี แรงดันที่ต้องใช้ในการอัดแท่งจึงเพิ่มขึ้นและเป็นไปไม่ได้ที่จะทำการอัดวัสดุเหลือทิ้งโดยปราศจากความชื้น ในทางตรงกันข้าม

ทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นถูกกระจายไปส่งผลให้น้ำกลายเป็นไอและบ่อยครั้งที่ทำให้เกิดการระเบิดออกมาจากกระบอกอัดความชื้นที่เหมาะสมกับการอัดแท่งแบบอัดร้อนควรอยู่ระหว่าง 6 – 12 % แต่ไม่เกิน 20 %

2) ขนาดชิ้นส่วนของวัตถุดิบ (Particle Size) วัตถุดิบที่มีขนาดชิ้นส่วนที่เล็กละเอียด จะทำให้การอัดแท่งกระทำได้อย่างสะดวก เนื่องจากมีพื้นที่ผิวในการยึดตัวมาก

3) แรงดัน พบว่าในการอัดแท่งเชื้อเพลิง ความหนาแน่นของเชื้อเพลิง จะเพิ่มตามการเพิ่มแรงดันที่ใช้ ณ แรงดันต่ำกว่า 20 MPA จะมีความหนาแน่นประมาณ 20 % ของการผลิต ณ แรงดัน 120 MPA แรงดันในกระบอกอันเกิดจากการที่สกรูอัดหมุนดันให้วัสดุป้อนเข้าเครื่องอัดติดกับผนังกระบอกอัด โดยที่แรงดันขึ้นอยู่กับระยะระหว่างเกลียวอัด ความสูงของเกลียว ความเร็วของสกรู ตลอดจนระยะห่างระหว่างผนัง กระบอกอัดกับสกรู เมื่อวัสดุถูกสกรูหมุนดันให้ติดกับกระบอกอัด ซึ่งได้รับความร้อนจากแผ่นให้ความร้อนจะทำให้เกิดการเกาะตัวกัน และแรงเสียดทานระหว่างกระบอกอัด กับแท่งเชื้อเพลิงที่กำลังเคลื่อนตัวออกจะช่วยทำให้เกิดแรงดันที่เหมาะสม

4) อุณหภูมิของเครื่องทำความร้อน อุณหภูมิของเครื่องทำความร้อนที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 260-300 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่สามารถทำให้วัสดุเหลือใช้เกาะกันเป็นแท่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสิ้นเปลืองพลังงานน้อยที่สุด

2. การอัดเย็นและใช้แรงอัดต่ำ (Cold and Low Pressure Densification) คือ การนำวัสดุ ชีวมวล มาทำการสับให้มีขนาดเล็กกลง และนำมาเข้าเครื่องอัดแบบไม่ใช้ความร้อน วิธีการอัดแท่งแบบนี้จะใช้แรงอัดและอุณหภูมิในระหว่างการอัดต่ำ ซึ่งได้แก่ แบบใช้ตัวประสาน และแบบไม่ใช้ตัวประสาน การอัดแท่งแบบไม่ใช้ตัวประสานคือ การนำวัสดุชีวมวลที่สับให้มีขนาดเล็กกลง และนำเข้าเครื่องอัด แบบไม่ใช้ความร้อน โดยไม่มีการผสมกับวัสดุอื่น นอกจากตัววัสดุชีวมวลอย่างเดียว วิธีการอัดแท่งที่ไม่ใช้ตัวประสานโดยใช้อุณหภูมิและแรงดันต่ำ สามารถทำได้กับวัสดุชีวมวลที่เน่าเปื่อยหรือผ่านการหมักแล้วเท่านั้น เนื่องจากการหมักชีวมวลทำให้เส้นใยหรือเนื้อเยื่ออ่อนตัว และสร้างสารที่เป็นยางเหนียว ทำให้พลังงานที่ใช้ลดลง ซึ่งเป็นการได้เปรียบกว่าวิธีอื่น การอัดวิธีนี้เป็นวัตถุดิบที่ไม่มีวัสดุเหนียว ได้แก่ Galatin Pectin Lignin หรือมีปริมาณน้อย จะต้องผสมกับวัสดุเหนียว เพื่อให้การอัดแท่งนั้นได้ผล สำหรับการอัดแท่งแบบใช้ตัวประสาน คือ การนำวัสดุที่มีสารพวก ลิกนิน เซลลูโลส และคาร์โบไฮเดรต มาผสมกับวัสดุชีวมวลที่ต้องการจะทำการอัดแท่ง ตัวประสานจะเป็นตัวช่วยในการยึดเกาะวัสดุของแท่งเชื้อเพลิงที่อัดด้วยแรงอัดปานกลาง

ตัวประสานที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้

- มีความสามารถในการประสานดี
- สามารถเผาไหม้ได้หรือลุกติดไฟได้ดี และไม่ทำให้เกิดควัน
- เมื่อถูกอากาศภายนอก จะต้องไม่ทำให้แท่งเชื้อเพลิงอัดแตกกร่อน หรืออ่อนตัวเกินไป
- เสียค่าใช้จ่ายน้อย

การตากแห้ง จากวิธีการอัดเชื้อเพลิงแท่งโดยไม่ใช้ความร้อน จะเห็นว่าแท่งเชื้อเพลิงใช้ตัวประสานซึ่งทำให้ค่าปริมาณความชื้นสูง จึงต้องนำไปตากแห้งเพื่อลดความชื้นและทำให้แข็งเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งวิธีการตากแห้งที่ใช้กันทั่วไปมี 4 วิธี ได้แก่

- การตากในตู้อบไฟฟ้า
- การตากแห้งบนแผ่นสังกะสี
- การตากแห้งบนพื้นปูนซีเมนต์
- การตากในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวล จะใช้องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงเป็นหลักในการประเมินคุณภาพ คือ

1. ความชื้น (Moisture Content) ปริมาณความชื้น คือ ปริมาณความชื้นต่อปริมาณของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งอบแห้ง ความชื้นมีผลทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งลดลงและทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งแตกร่วนได้ง่าย

2. ปริมาณเถ้า (Ash Content) ปริมาณเถ้า คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปภายในเตาเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ เป็นต้น

3. สารที่ระเหยได้ (Volatile Matters) ปริมาณสารระเหย คือ ส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่ง อบแห้งที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มี คาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน

4. คาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) คาร์บอนเสถียร คือ มวลของคาร์บอนที่เหลือในเชื้อเพลิงอัดแท่งหลังจากที่เอาสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

5. กำมะถันรวม (Total Sulfur)

6. ค่าความร้อน (Calorific Value or Heating Value) ค่าความร้อนของการสันดาปจะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงอัดแท่ง

เชื้อเพลิงอัดแท่งคุณภาพสูงจะมีปริมาณคาร์บอนเสถียรเป็นองค์ประกอบอยู่สูงแต่มีสารระเหยได้ และมีปริมาณน้ำเกาะอยู่ต่ำ เชื้อเพลิงที่มีค่าความชื้นสูงจะมีผลทำให้ค่าความร้อนต่ำ และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงก็เป็นตัวชี้คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง ซึ่งเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เช่น ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพ แต่สำหรับการใช้ถ่านเพื่อการหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่ถือว่ามีความปลอดภัยที่สุด ไม่จำเป็นจะต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่ต้องมีคุณสมบัติด้านอื่นด้วยคือ

- 1) การปะทุขณะติดไฟ ถ่านที่แตกปะทุขณะติดไฟจะเป็นที่รังเกียจของผู้ใช้เป็นอันดับหนึ่ง ดังนั้น ถ่านที่มีคุณภาพดี จะไม่มีการแตกปะทุเลย หรือแตกบ้างเล็กน้อยในช่วงแรกที่ติดไฟ
- 2) น้ำหนักถ่าน ถ่านที่มีน้ำหนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงได้นาน
- 3) ควัน ถ่านที่มีคุณภาพดีไม่ควรจะมีควัน และกลืนควันในขณะลุกไหม้
- 4) ความแข็งและความปนของถ่าน ถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหัก หรือป่นเป็นผง ทำให้สะดวกต่อการใช้ การขนส่ง และการเก็บรักษา

ปริมาณความร้อน (Quantity of heat)

ปริมาณความร้อนวัดได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แคลอริมิเตอร์ (Calorimeter)

ปริมาณความร้อน 1 แคลอรี คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ให้น้ำบริสุทธิ์มวล 1 กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาเซลเซียส

ปริมาณความร้อน 1 กิโลแคลอรี คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ให้น้ำบริสุทธิ์มวล 1 กิโลกรัม (1,000 กรัม) มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาเซลเซียส

ปริมาณความร้อน 1 จูล คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ให้น้ำบริสุทธิ์มวล 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 เคลวิน

ปริมาณความร้อน 1 บีทียู คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำบริสุทธิ์มวล 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศาฟาเรนไฮต์ (BTU = British Thermal Unit)

1 แคลอรี	= 4.2 จูล
1 บีทียู	= 252 แคลอรี

ความจุความร้อน (Thermal Capacity) หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัตถุทั้งก้อนมีอุณหภูมิเปลี่ยนไปจากเดิม 1 องศา มีหน่วยเป็นหน่วยปริมาณความร้อนต่อหน่วยอุณหภูมิ เช่น แคลอรีต่อองศาเซลเซียส

ความจุความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity) หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัตถุมวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศา มีหน่วยเป็นหน่วยปริมาณความร้อนต่อหน่วยมวลต่อหน่วยอุณหภูมิ เช่น แคลอรีต่อกรัม-องศาเซลเซียส

ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่า 1 แคลอรีต่อกรัม-องศาเซลเซียส หรือมีค่า 1 บีทียูต่อปอนด์ต่อองศาฟาเรนไฮต์

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณความร้อน

โดยอาศัยข้อมูลจาก [www.3.ac.ac.th / SCIENCE / Food / 3.htm](http://www.3.ac.ac.th/SCIENCE/Food/3.htm)

$$Q = ms \Delta t$$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนอุณหภูมิ มีหน่วยเป็นแคลอรีหรือจูล

m = มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็นกรัม

s = ความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุ มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม- องศาเซลเซียส

Δt = อุณหภูมิส่วนที่เปลี่ยนไปของวัตถุ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

ตัวอย่าง ในการต้มน้ำจำนวน 40 กรัม อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสให้เดือดพอดี จะต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่าใด

วิธีทำ	สูตร	$Q = ms \Delta t$
	แทนค่า	$Q = 40 \times 1 (100-25)$
		$= 40 \times 75$

$\therefore$ จะต้องใช้ความร้อน = 3,000 แคลอรี

ตอบ

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

หลักการ

การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว เป็นแนวทางหนึ่งที่น่าเอาวัสดุเหลือใช้กลับมามีประโยชน์ โดยนำมาใช้ทดแทนฟืนและถ่าน ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำ ให้เป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นสูง ด้วยกระบวนการอัดแท่งแบบใช้ตัวประสาน คือ การนำฟางข้าวมาสับหรือหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำมาผสมคลุกเคล้ากับกาวแป้งเปียก ซึ่งจะเป็นตัวช่วยในการยึดเกาะวัสดุของแท่งเชื้อเพลิงที่อัดด้วยแรงอัดต่ำ

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวได้
2. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนจากเชื้อเพลิงอัดแท่งได้
3. นักเรียนสามารถทำการทดสอบคุณสมบัติด้านการติดไฟ ปริมาณควัน ปริมาณเขม่า และ

ลักษณะเปลวไฟ ของเชื้อเพลิงอัดแท่งได้

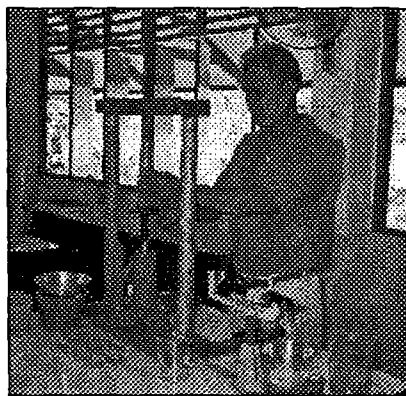
เวลาที่ใช้ 200 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวน / กลุ่ม)

1. วัสดุอัดแท่งเชื้อเพลิง 1 ชุด
2. ท่อพีวีซี (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ความยาว 8 นิ้ว 1 อัน
3. แท่งไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ความยาว 15 นิ้ว 1 อัน
4. เตาถ่าน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว 1 เตา
5. กะละมังอลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว เจาะรูตรงกลาง 1 ใบ
6. บีกเกอร์ ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ใบ
7. เทอร์โมมิเตอร์ 1 อัน
8. แท่งแก้วคนสาร 1 อัน
9. เครื่องชั่งน้ำหนัก CENT-O-GRAM 1 เครื่อง
10. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง 1 ชุด
11. ไม้ขีดไฟ 1 กล่อง
12. กล่องพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร 1 ใบ
13. น้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร
14. ฟางข้าวแห้งตัดเป็นท่อนๆ ขนาดท่อนละ 0.5-1 เซนติเมตร 5 กรัม
15. วัตถุประสาน (กาวแป้งเปียก) 5 กรัม

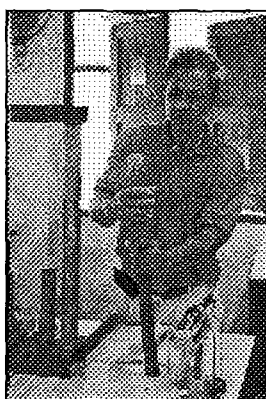
วิธีการทดลอง

1. นำฟางข้าวที่แห้งมาตัดเป็นท่อน ๆ ขนาดท่อนละ 0.5 – 1 เซนติเมตร แล้วนำมาชั่งให้ได้น้ำหนัก 5 กรัม จากนั้นนำใส่ลงในกล่องพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร
2. นำกาบแปงเปียกที่เตรียมไว้ ชั่งให้ได้น้ำหนัก 5 กรัม ใส่ลงในกล่องพลาสติกที่มีฟางข้าวอยู่ ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำมาใส่ลงในท่อ PVC ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว จากนั้นนำเข้าเครื่องมืออัดแท่ง โดยนำท่อ PVC ซึ่งมีฟางข้าวบรรจุอยู่มาเสียบเข้ากับแกนของเครื่องมืออัดแท่ง แล้วทำการบิดเกลียวแม่แรงให้มีความสูง 8 เซนติเมตร แล้วทำการโยกคันยกแม่แรงขึ้น – ลง 25 ครั้ง ให้มีความสูง 6 เซนติเมตร



ภาพแสดง วิธีการใช้ชุดเครื่องมืออัดแท่ง

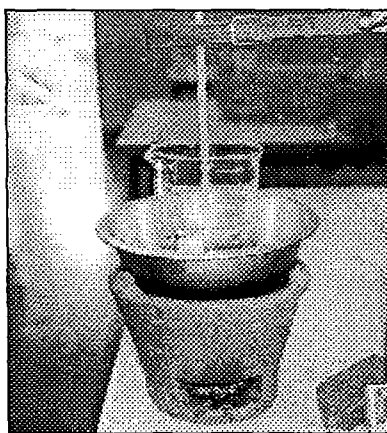
3. นำฟางข้าวที่ทำการอัดแท่งแล้ว ออกจากท่อ PVC โดยใช้แท่งไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ดันออกมา แล้วนำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวมาตากแดดให้แห้ง



ภาพแสดงการนำเชื้อเพลิงอัดแท่งออกจากท่อ PVC

4. ทำเช่นเดียวกับข้อที่ 1 – 3 เพื่อให้ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวจำนวน 80 แท่ง ไว้เป็นเชื้อเพลิงในการคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว, การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว และการทำเยื่อกระดาษจากฟางข้าว ต่อไป

5. จากนั้นนำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวมาคำนวณหาค่าปริมาณความร้อน โดยใส่น้ำลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วทำการวัดอุณหภูมิของน้ำก่อนต้ม บันทึกอุณหภูมิของน้ำลงในตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 1
6. นำบีกเกอร์ตั้งบนเตาที่ใส่เชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว จำนวน 1 แท่ง แล้วจุดแท่งเชื้อเพลิงให้ติดไฟต้มน้ำในบีกเกอร์ โดยใช้เปลวไฟจากการเผาไหม้ของแท่งเชื้อเพลิง จนกระทั่งแท่งเชื้อเพลิงไหม้หมดและไฟดับ ทำการวัดอุณหภูมิของน้ำอีกครั้ง บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 1



ภาพแสดงการหาปริมาณความร้อนจากเชื้อเพลิงอัดแท่ง

7. นำผลต่างของอุณหภูมิของน้ำทั้งสอง มาคำนวณหาปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว จากสูตร

$$Q = ms\Delta t$$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนอุณหภูมิ มีหน่วยเป็นแคลอรีหรือจูล

m = มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็นกรัม

s = ความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุ มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม- องศาเซลเซียส

Δt = อุณหภูมิส่วนที่เปลี่ยนไปของวัตถุ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

8. การหาปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ให้ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของปริมาณความร้อน บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 1
9. ขณะที่แท่งเชื้อเพลิงจากแต่ละแท่งจุดติดไฟแล้ว ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของการติดไฟปริมาณควัน, ปริมาณเขม่า, และลักษณะของเปลวไฟ บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 2

รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

วัน / เดือน / ปี.....กลุ่มที่.....

ชื่อผู้ทดลอง 1.....ชั้น.....เลขที่.....

2.....ชั้น.....เลขที่.....

3.....ชั้น.....เลขที่.....

4.....ชั้น.....เลขที่.....

5.....ชั้น.....เลขที่.....

6.....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น

.....

ตัวแปรตาม.....

.....

ตัวแปรควบคุม.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 1 แสดงการหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

ครั้งที่	อุณหภูมิของน้ำ (°C)		ค่าปริมาณความร้อน (แคลอรี)
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	
1			
2			
3			
	ค่าเฉลี่ย		

คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

1. จากการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว โดยอาศัยชุดเครื่องมืออัดแท่งนั้น การอัดให้แน่น กับอัดไม่แน่น มีผลต่อการนำไปใช้ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ทำไมจึงต้องคำนวณหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่าง ฟางข้าวกับกาวแป้งเปียก

.....

.....

.....

.....

3. จงแสดงวิธีการคำนวณหาค่าปริมาณความร้อน ในการต้มน้ำจำนวน 60 กรัม อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้เดือดพอดี จะต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่าใด

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าประโยชน์ที่ได้รับจากการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ทั้งทางตรงและทางอ้อมได้แก่ อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่าการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแล้วยังมีวัสดุอื่นใด อีกบ้างในท้องถิ่น ที่สามารถนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้อีก จงยกตัวอย่างและอธิบายวิธีการทำอย่าง คร่าว ๆ คนละ 1 ตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

คำแนะนำในการใช้คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง

“การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

การใช้คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” มีข้อปฏิบัติและทำความเข้าใจดังต่อไปนี้

1. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนที่นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว” ไปใช้

2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้จะใช้ควบคู่กับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว”

3. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการ แต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- จุดประสงค์การทดลอง
- เวลาที่ใช้
- อุปกรณ์และสารเคมี
- การเตรียมตัวล่วงหน้า
- อภิปรายก่อนการทดลอง
- แนวการตั้งสมมติฐาน
- ตัวอย่างผลการทดลอง
- อภิปรายหลังการทดลอง
- แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เพื่อศึกษากระบวนการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

จุดประสงค์การทดลอง

1. นักเรียนสามารถทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวได้
2. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวได้
3. นักเรียนสามารถทำการทดสอบคุณสมบัติด้านการติดไฟ ปริมาณควัน ปริมาณเขม่า

และลักษณะเปลวไฟของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวได้

เวลาที่ใช้ 200 นาที (4 คาบ)

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวน / กลุ่ม)

1. ชุดอัดแท่งเชื้อเพลิง 1 ชุด
2. ท่อพีวีซี (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ความยาว 8 นิ้ว 1 อัน
3. แท่งไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ความยาว 15 นิ้ว 1 อัน
4. เตาถ่าน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว 1 เตา
5. กระดาษอลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว เจาะรูตรงกลาง 1 ใบ
6. บีกเกอร์ ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ใบ
7. เทอร์โมมิเตอร์ 1 อัน
8. แท่งแก้วคนสาร 1 อัน
9. เครื่องชั่งน้ำหนัก CENT-O-GRAM 1 เครื่อง
10. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง 1 ชุด
11. ไม้ขีดไฟ 1 กล่อง
12. กล่องพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร 1 ใบ
13. น้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร
14. ฟางข้าวแห้งตัดเป็นท่อนๆ ขนาดท่อนละ 0.5-1 เซนติเมตร 5 กรัม
15. วัตถุประสาน (กาวแป้งเปียก) 5 กรัม

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. ครูควรให้นักเรียนนำฟางข้าวที่ตากแห้งสนิทมาทำการตัดเป็นท่อนๆ ขนาดท่อนละ 0.5 - 1 เซนติเมตร กลุ่มละ 400 กรัม มาให้เรียบร้อย
2. ครูควรให้นักเรียนทุกกลุ่มเตรียมวัตถุประสาน (กาวแป้งเปียก) โดยใช้แป้งมัน 200 กรัม ละลายในน้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำมาเคี่ยวบนเตาไฟจนได้กาวแป้งเปียก

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. เตือนนักเรียนเรื่องการคลุกเคล้าส่วนผสมระหว่างฟางข้าวกับกาบแปงเปียกควรคลุกให้ทั่วกันก่อนนำไปใส่ในท่อพีวีซี
2. การใช้เครื่องมือชุดอัดแท่งเชื้อเพลิงควรปฏิบัติตามวิธีการทดลองไม่ควรอัดแน่นจนเกินกว่าที่กำหนด
3. ครูอธิบายและสาธิตการใช้เครื่องมือชุดอัดแท่งเชื้อเพลิง
4. หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้วหากมีเวลาเหลือ ครูควรให้นักเรียนเตรียมทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวไว้ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทดลองต่อไป

แนวการตั้งสมมติฐาน

เชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มแทนการใช้ฟืนหรือถ่านได้
ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น เชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

ตัวแปรตาม กระบวนการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

ตัวแปรควบคุม ฟางข้าวที่แห้งสนิท, ปริมาณของฟางข้าวและตัวประสาน, ชุดเครื่องมืออัดแท่ง, ขนาดและความยาวของท่อพีวีซี (PVC)

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 1 การหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

ครั้งที่	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)		ค่าปริมาณความร้อน (แคลอรี)
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	
1	31	50	3,800
2	30	48	3,600
3	30	50	4,000
เฉลี่ย	30	49	3,800

ตาราง 2 อัตราส่วนระหว่างฟางข้าวต่อวัตถุประสาน (กาบแปงเปียก) และคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวขณะเผาไหม้

อัตราส่วนของแท่งเชื้อเพลิง		ผลที่ได้จากการสังเกตคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว			
ฟางข้าว	กาบแปงเปียก	การจุดติดไฟ	ปริมาณ ควัน	ปริมาณเขม่า	ลักษณะเปลวไฟ
5	5	ติดไฟได้ง่าย และลุกไฟไหม้ ได้หมดทั้งแท่ง	น้อย	น้อย	มีสีส้ม สีแดง สีน้ำ เงินและสีม่วง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

1. ขั้นตอนการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ทำได้โดยนำฟางข้าวมาตัดเป็นท่อนๆ ขนาดท่อนละ 0.5 - 1 เซนติเมตร แล้วผสมคลุกเคล้ากับวัตถุประสาน (กาวแป้งเปียก) ในอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ ฟางข้าว 5 กรัม ต่อ วัตถุประสาน (กาวแป้งเปียก) 5 กรัม หรือฟางข้าวต่อวัตถุประสาน (กาวแป้งเปียก) เท่ากับ 1 : 1 แล้วนำเข้าเครื่องมือชุดอัดแท่งเชื้อเพลิง จากนั้นนำออกผึ่งแดดก็จะได้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว

2. การคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว สามารถคำนวณหาได้โดยใช้สูตร $Q = ms\Delta t$: เมื่อ Q = ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนอุณหภูมิมีหน่วยเป็นแคลอรีหรือจูล

m = มวลของวัตถุ (น้ำ)

s = ความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุ (น้ำ) มีค่าเท่ากับ 1

Δt = อุณหภูมิส่วนที่เปลี่ยนไปของวัตถุ (น้ำ)

เช่น จากการทดลองสามารถคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว โดยทำการวัดอุณหภูมิของน้ำ ก่อนและหลัง การต้ม น้ำ คือ 31 องศาเซลเซียส และ 50 องศาเซลเซียส ผลต่าง Δt เท่ากับ 19 องศาเซลเซียส

เพราะฉะนั้นเมื่อนำมาแทนค่าในสูตร ได้ดังนี้ $Q = 200 \times 1 \times 19$

$$= 3,800 \text{ แคลอรี}$$

3. การทดสอบคุณสมบัติด้านการจุดติดไฟ, ปริมาณควัน, ปริมาณเขม่า และลักษณะเปลวไฟของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว นั้น การจุดติดไฟ ขณะคำนวณหาค่าปริมาณความร้อน สังเกตเห็นว่าติดไฟได้ง่าย และลุกไหม้ได้หมดทั้งแท่ง ส่วนปริมาณควันจะมีบ้างช่วงเมื่อแท่งเชื้อเพลิงเริ่มติดไฟ ปริมาณเขม่าน้อย ลักษณะเปลวไฟ ปรากฏว่ามีสีส้ม สีแดง เหมือนการลุกไหม้ทั่วไป แต่มีเปลวสีน้ำเงิน และสีม่วง แสดงว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าวให้ปริมาณความร้อนค่อนข้างสูง

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

1. จากการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว โดยอาศัยชุดเครื่องมืออัดแท่งนั้น การอัดให้แน่น กับอัดไม่แน่น มีผลต่อการนำไปใช้อย่างไร

ตอบ การอัดแน่นเกินไปมีผลต่อการนำไปใช้ คือ ทำให้การจุดติดไฟเป็นไปได้ยาก และไม่สามารถลุกไหม้ได้หมดทั้งแท่ง เนื่องจากไม่มีช่องระบายอากาศทำให้เนื้อฟางที่อยู่ตรงกลางอัดกันแน่นมาก จึงไม่สามารถลุกไหม้ได้หมด แต่การอัดไม่แน่นจะทำให้มีช่องว่างระหว่างเนื้อฟาง มีการระบายอากาศได้ดี จึงสามารถลุกไหม้ได้ทั้งหมดแท่ง

2. นักเรียนคิดว่าการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ทำไมจึงต้องคำนวณหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างฟางข้าวกับกาวแป้งเปียก

ตอบ ถ้าไม่ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม จะก่อให้เกิดผลดังต่อไปนี้

- 1) ไม่สามารถอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้
- 2) ไม่สามารถลุกไหม้ได้ทั้งหมดแท่ง
- 3) ปริมาณควันและเขม่ามากซึ่งไม่ใช่คุณสมบัติที่ดีของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

3. จงแสดงวิธีการคำนวณหาค่าปริมาณความร้อน ในการต้มน้ำ จำนวน 60 กรัม อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้เดือดพอดี จะต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่าใด

ตอบ จากสูตร $Q = ms\Delta t$: ในเมื่อ $m = 60$ กรัม

แทนค่าจากสูตร $Q = 60 \times 1 \times 75$

$s = 1$ แคลอรี/กรัม-องศาเซลเซียส

$= 4,500$ แคลอรี

$\Delta t = (100 - 25) = 75$ องศาเซลเซียส

4. นักเรียนคิดว่าประโยชน์ที่ได้รับจากการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ทั้งทางตรงและทางอ้อมได้แก่อะไรบ้าง

ตอบ 1. เป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์

2. ลดภาวะการเกิดมลพิษทางอากาศและการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนเนื่องจากเผาฟางทิ้ง

3. ป้องกันปัญหาการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาทำถ่าน - ฟืนในการหุงต้มอาหาร

4. เป็นการประหยัดทรัพยากรเงินในการจัดหา จัดซื้อ แก๊สหุงต้มอาหาร มาใช้ในชีวิตประจำวัน

5. ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของทรัพยากรในท้องถิ่น และมีแนวคิดที่จะอนุรักษ์และประยุกต์

ใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในท้องถิ่น ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด

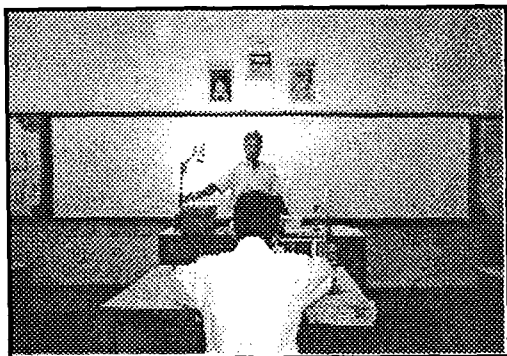
5. นักเรียนคิดว่าการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรแล้วยังมีวัสดุอื่นใดอีกบ้างในท้องถิ่น ที่สามารถนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้อีก จงยกตัวอย่างและอธิบายวิธีการทำอย่างคร่าวๆ คนละ 1 ตัวอย่าง

ตอบ เช่น แกลบมีวิธีการเดียวกับฟางข้าว แทนที่เราจะใช้แกลบ : วัตถุประสงค์ (กาวแบ่งเปียก)

อาจผสมฟางข้าวรวมไปด้วย เพื่อช่วยการยึดเกาะ ส่วนอัตราส่วนในการผสมต้องลองทำดูในหลาย ๆ อัตราส่วน เพื่อหาข้อสรุปว่าอัตราส่วนใดดีที่สุด

ภาคผนวก ช

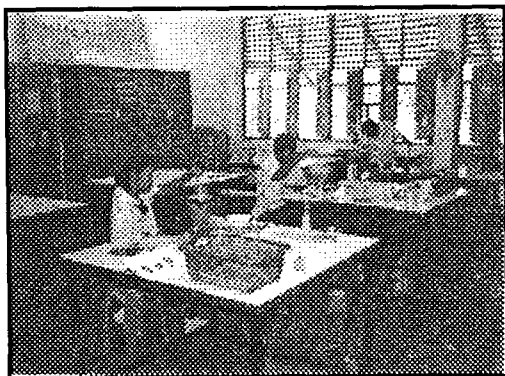
- ประมวลภาพการเก็บข้อมูลในการวิจัย



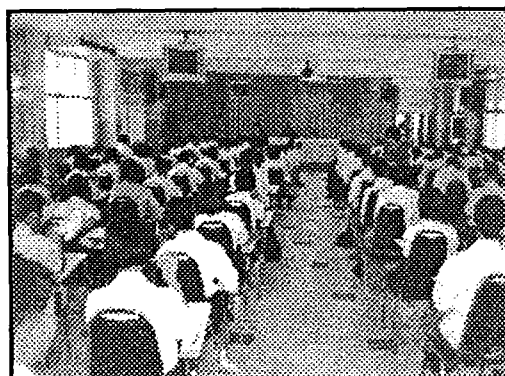
ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์



ทดลองใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน



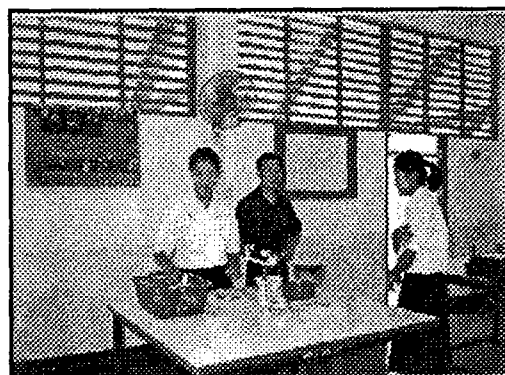
นักเรียนกำลังทำการทดลองการต้มเยื่อกระดาษจากฟางข้าว



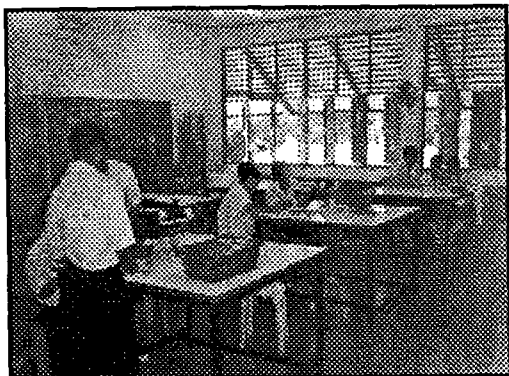
ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ทดลองใช้กับนักเรียน 100 คน



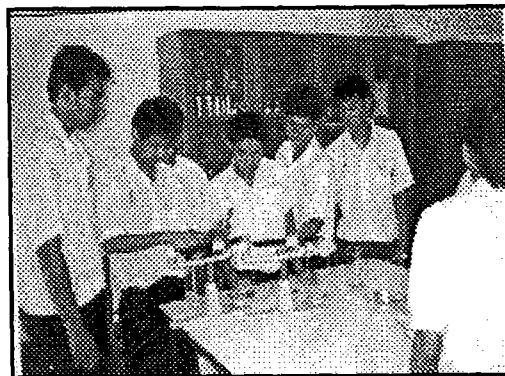
นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้



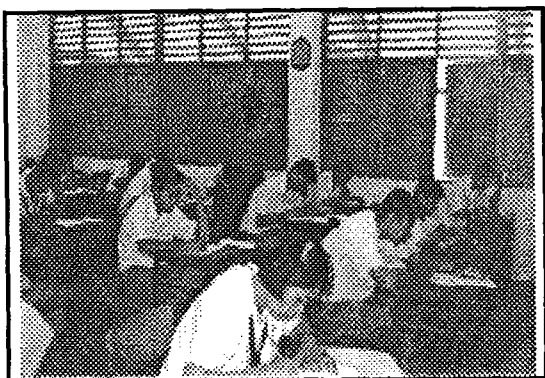
ครูผู้สอนร่วมประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์



ทดลองใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน



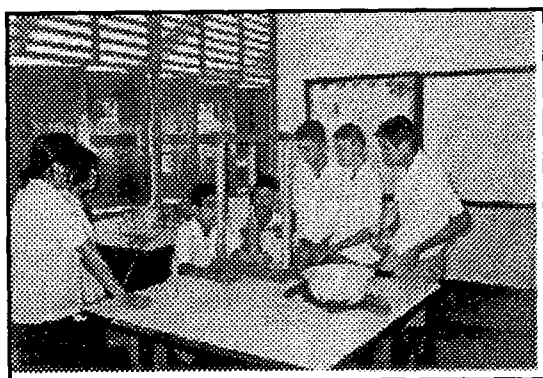
นักเรียนทำบทปฏิบัติการที่ 4
เรื่อง การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว



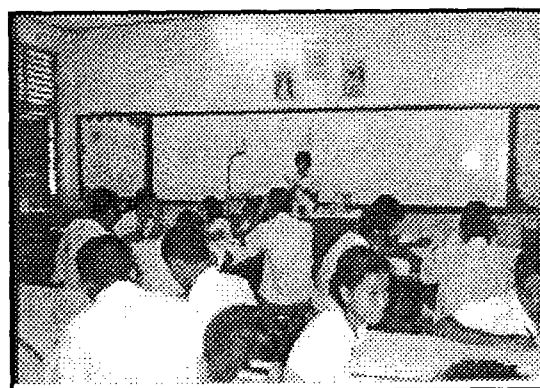
นักเรียนทำแบบทดสอบ
วัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ก่อนเรียน



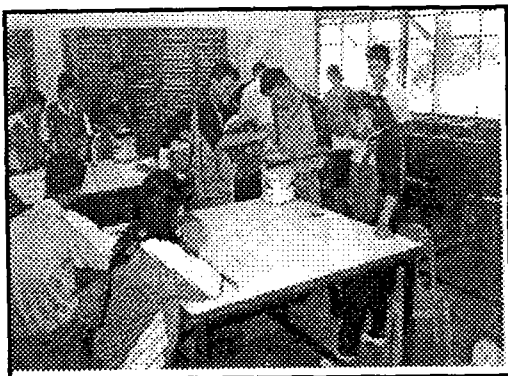
นักเรียนทำแบบทดสอบ
วัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียน



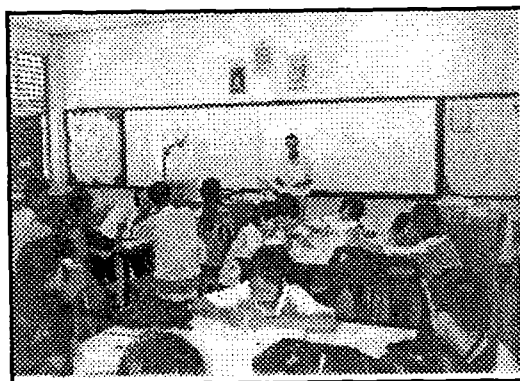
นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำบทปฏิบัติการที่ 1
เรื่อง การทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากฟางข้าว



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างนำเสนอผลการทดลอง



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำปฏิบัติการที่ 2
เรื่อง การทำน้ำสีย้อมจากฟางข้าว



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างนำเสนอผลการทดลอง



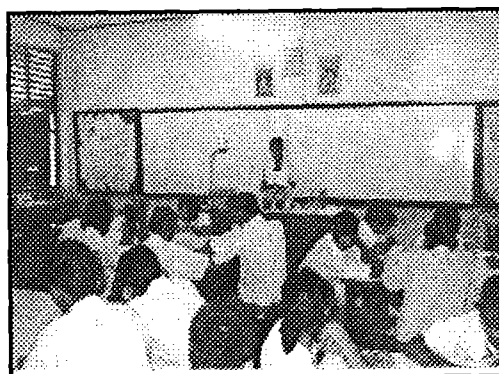
นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบความต้านทาน
ต่อแรงดึงของเยื่อกระดาษ โดยใช้ตาชั่งสปริง



ครูผู้สอนร่วมประเมิน
ทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำปฏิบัติการที่ 4
เรื่อง การทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าว



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างนำเสนอผลการทดลอง

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายฉัตรชัย วายุวรรณะ
วันเดือนปีเกิด	4 มิถุนายน 2499
สถานที่เกิด	อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	29 / 4 หมู่ 9 หมู่บ้านพฤษภากาญจน์ 2 ตำบลปากแพรก อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี 71000
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ศึกษานิเทศก์ 7
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี 71000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2511	ประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนวัดศรีโหลหาราชบุรีบำรุง จังหวัดกาญจนบุรี
พ.ศ.2514	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอานวยศิลป์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
พ.ศ.2517	ป.กศ. จากวิทยาลัยครูนครปฐม
พ.ศ.2520	ป.กศ. สูง (วิชาเอกวิทยาศาสตร์) จากวิทยาลัยครูธนบุรี
พ.ศ.2525	ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูธนบุรี
พ.ศ.2546	กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ