

การพัฒนาศักยภาพการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
: กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี

ปริญญานิพนธ์

ของ

ทวิช แจ่มจรัส

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

กันยายน 2545

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒๑.๘๔๔๐๑๕

๗๑๙ ๐

๐-๐

การพัฒนานาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
: กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี

บทคัดย่อ

ของ

ทวีช แจ่มจำรัส

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

กันยายน 2545

๒ ๒๕๓๗๗

ทวิช แจ่มจำรัส. (2545). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้
ในห้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ,
อาจารย์ ดร.สมปราชญ์ วงศ์บุญหนัก.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการคือ 1) เพื่อทดลองหมักน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นโดยทดลองหมักวัสดุเหลือใช้ จากพืช จากขยะเปียกและจากสัตว์ เพื่อนำผลการทดลองไปสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 3) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ

- 1) การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 2) การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 บทปฏิบัติการ ได้แก่ 1. เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น 2. เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช 3. เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก 4. เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ 5. เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในห้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น และ 6. เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก
- 3) นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ในการทดลองสอนให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ขณะเรียนทุกบท และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนจบทุกบท

ผลการวิจัย ปรากฏดังนี้

- 1) ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นไปตามทฤษฎีที่ได้ศึกษาค้นคว้าและสามารถนำไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้
- 2) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 6 บท มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
- 3) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ใช้ทดลองสอนได้ผลดี กล่าวคือ
 - 3.1 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
 - 3.2 นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 86.75
 - 3.3 นักเรียนมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการอยู่ในระดับดี

DEVELOPMENT OF SCIENCE LABORATORY DIRECTIONS ON "BIOEXTRACT FROM
LOCAL WASTES" : A CASE STUDY OF BANPHUNAMRON SCHOOL, SUPHANBURI.

AN ABSTRACT
BY
TWITCH JAMJUMRAT

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

Twitch Jamjumrat. (2002). *Development of Science Laboratory Directions on "Bioextract From Local Wastes" : A Case Study of Banphunamron School, Suphunburi*. 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 ferment bioextract from local wastes, plants, wet rubbish and animals, 2) to develop school science laboratory directions on "Bioextract from Local Wastes", and 3) to examine science process skills, science practical skills and attitudes toward science laboratory directions earned by the students after exposed to the developed directions.

The study was achieved through three steps : 1) conducting experiments to ferment bioextract from local wastes in laboratory room, 2) developing six school science laboratory directions on "Bioextract from Local Wastes" ; namely, a) Local Wastes Survey, b) Bioextract from Plants, c) Bioextract from Wet Rubbish, d) Bioextract from Animals, e) Natural Waste Fermentation with Bioextract, and f) Inspection of Nitrogen(N), Phosphorus(P), and Potassium(K) in the Compositied Fertilizer, and 3) instructionally experimenting with thirty sample students of Banphunamron school in Suphunburi province, to examine the science process skills, science practical skills and attitudes toward the developed laboratory directions.

The findings were as follows :

1) results of the experiments performed in science laboratory followed their underlying theories, and were conductive to developing school science laboratory directions.

2) the six school science laboratory directions developed were of high instructional quality.

3) instructional experimentation with students released positive results ;

3.1 students' average post - test score on science process skills was higher than the pre – test

3.2 students' earned science practical skills with 86.75 percent.

3.3 students' attitude toward the developed directions were at "the good" level.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนานาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
: กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี

ของ

นายทวิช แจ่มจรัส

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพร หะวานนท์)
วันที่.....๙.....เดือน.....กันยายน.....พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์)

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

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยา เล็กสกุล)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร. สอน ทองปาน)

ปริญญานิพนธ์นี้

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2545

และ

**ทุนอุดหนุนการวิจัยของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(สสวท.)**

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้เพราะได้รับความกรุณาเป็นอย่างดียิ่งจาก
รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.สมปรารถนา
วงศ์บุญหนัก กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาอุทิศเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางในการทำวิจัยตลอด
จนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยา เล็กสกุล และ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ที่
กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์ ดร.สุนันทา มั่นสมงคล
อาจารย์ ดร.เปรมจิต บุญสาย อาจารย์จริยา สังข์สิริบุญญ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือ
ที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนคงทองวิทยา จังหวัดนครปฐม ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่าน
และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกต่างๆ ในการดำเนินการเก็บข้อมูล
เพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านขุนน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่าน
และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยให้สำเร็จลุล่วง
เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา คุณปู่ คุณย่า คุณตา คุณยาย คุณป้าสายบัว ศรีโมรา คุณน้า คุณอา
ทุกท่าน พี่เอนก ประดิษฐ์พงษ์ พี่พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ พี่สุพิศ พันธุ์ออน ตลอดจนพี่ๆ นิสิตระดับ
ปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา รุ่นที่ 14 พี่น้อง นิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา รุ่นที่ 15
น้องๆ นิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา รุ่นที่ 16 ทุกคนและ นางสาวนรรัตน์ มณีแก้ว ที่ได้ให้
กำลังใจและช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ผู้วิจัยรู้สึกเป็นเกียรติอย่างสูงและหวังว่าผลงานวิจัยครั้งนี้คงเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์ตามแนวปฏิรูปการศึกษา คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่
บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทวิษ แจ่มจำรัส

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ตอนที่ 1 ขอบเขตการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	3
ตอนที่ 2 ขอบเขตการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	4
ตอนที่ 3 ขอบเขตการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
สมมติฐานในการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
น้ำสกัดชีวภาพ.....	10
ความหมายของน้ำสกัดชีวภาพ.....	10
ประเภทน้ำสกัดชีวภาพ.....	10
การผลิตและการใช้น้ำสกัดชีวภาพ.....	11
ลักษณะของน้ำสกัดชีวภาพที่ดี.....	13
การใช้ประโยชน์จากน้ำสกัดชีวภาพ.....	13
วัสดุเหลือใช้.....	16
วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร.....	16
ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร.....	18
ปุ๋ยหมัก.....	19
ความหมายของปุ๋ยหมัก.....	19
ประเภทของการหมัก.....	19
กระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก.....	19
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก.....	20
การวัดการสลายตัวของปุ๋ยหมัก.....	21
วิธีการตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน(N), ฟอสฟอรัส(P)และโพแทสเซียม(K) ในปุ๋ยหมัก.....	21
ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก.....	23

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2(ต่อ) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	24
ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	24
จุดมุ่งหมายในการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	24
ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	25
ขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	26
บทบาทของครูในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	27
ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	27
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	28
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	28
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	29
ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	34
ความหมายของทักษะปฏิบัติ.....	34
ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน.....	35
การประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	37
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	39
ความหมายของเจตคติ.....	39
ประเภทของเจตคติ.....	39
องค์ประกอบของเจตคติ.....	39
มิติของเจตคติ.....	40
ลักษณะทั่วไปของเจตคติ.....	40
การเกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติ.....	41
เทคนิคการวัดเจตคติ.....	41
การวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำสกัดชีวภาพ.....	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	44
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	49
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	51

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	54
ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	54
ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	56
ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	59
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	59
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	59
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	59
เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน.....	60
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	63
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	65
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	68
ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	75
ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	76
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	80
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	80
สมมติฐานในการวิจัย.....	80
วิธีดำเนินการวิจัย.....	80
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
สรุปผลการวิจัย.....	82
อภิปรายผล.....	84
ข้อเสนอแนะ.....	90
บรรณานุกรม.....	91
ภาคผนวก.....	99
ภาคผนวก ก	100
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย.....	101
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์.....	102

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก(ต่อ) ภาคผนวก ข	110
แบบประเมินบทบาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	112
แบบประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	125
แบบประเมินแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	131
แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	134
ภาคผนวก ค	139
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	140
คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	191
ภาคผนวก ง	219
ตารางสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	220
ตารางสรุปความคิดเห็นของนักเรียน เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	221
ตารางสรุปค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์.....	222
ตารางสรุปค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	225
ตารางสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแบบประเมิน ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	227
ตารางสรุปค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์.....	228
ภาคผนวก จ	229
ตารางแสดงข้อมูลคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	230
ผลการวิเคราะห์ ค่าความยาก – ง่าย อำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	231
ภาคผนวก ฉ	235
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	236
แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	248
แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	251
ภาคผนวก ช	254
คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	255
คะแนนทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	256
คะแนนเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	262
ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	264

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก(ต่อ) ภาคผนวก ช	265
ประมวลภาพประกอบการวิจัย.....	266
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	275

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในน้ำสกัดชีวภาพต่างๆ.....	13
2 แสดงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่ได้จากการหมักน้ำสกัดชีวภาพเป็น เวลา 60 วัน.....	14
3 แสดงผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่พบในน้ำสกัดชีวภาพ.....	15
4 การแบ่งช่วงเวลาในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	60
5 แบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1.....	63
6 แบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3.....	63
7 ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในห้องดินต่างๆ ในช่วงหมัก 7 วัน.....	69
8 อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในห้องดินต่างๆ ในช่วงหมัก 7 วัน.....	69
9 ลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในห้องดินต่างๆ หลังจากหมัก ครบ 7 วัน.....	70
10 น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติก่อนและหลังหมัก ด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นในระดับความ เข้มข้นต่างๆ.....	71
11 การตรวจสอบธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมัก.....	72
12 การตรวจสอบธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมัก.....	73
13 การตรวจสอบธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยหมัก.....	74
14 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	75
15 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จากการทดสอบ ก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน.....	77
16 คะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการประเมินโดยสภาพจริง.....	78
17 คะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	79
18 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	220
19 สรุปความคิดเห็นของนักเรียน เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	221
20 สรุปคำดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	222
21 สรุปคำดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	225
22 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแบบประเมินทักษะ ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	227
23 สรุปคำดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	228
24 แสดงข้อมูลคะแนนรวมแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	230
25 ความแปรปรวนรายข้อ คะแนนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	231
26 คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน.....	255
27 คะแนนทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	256
28 คะแนนเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	262

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศชาติ การสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์นับเป็นปัจจัยสำคัญพื้นฐานในการดำรงชีวิตและจากนโยบายการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ยึดหลักผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถและพัฒนาตนเองได้ การจัดกระบวนการเรียนรู้ต้องจัดเนื้อหาสาระและ กิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และท้องถิ่นของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และให้สถานศึกษาพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้สอนสามารถวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับการศึกษา (วิชัย ตันศิริ, 2542 : 67-84) ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำและฝึกคิดด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษามากกว่าที่จะเป็นผู้บอกเล่าให้นักเรียนได้จดจำเรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นในระหว่างที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมโดยตรงในกิจกรรมการเรียนการสอนเหล่านั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2543 :1) ดังนั้นการเรียนการสอนตามแบบปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองลงมือปฏิบัติจริง สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การศึกษาของไทยที่ผ่านมาไม่ตอบสนองกระบวนการพัฒนาผู้เรียนเท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นถ่ายทอดความรู้และเนื้อหาแต่ละเลยการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพของตนอันเป็นผลทำให้ผู้เรียนมีแต่ความรู้ไม่มีความคิด (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542 : 2) จึงส่งผลต่อความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยดังที่ปรากฏในรายงานสรุปผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแข่งขันระดับนานาชาติ ซึ่งพบว่าความสามารถของนักเรียนไทยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทยปี 2543 อยู่ในอันดับที่ 47 ซึ่งเป็นอันดับสุดท้าย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543 :15) การจัดการศึกษาที่เสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนให้สามารถคิดเป็น ทำเป็น มีทักษะในการจัดการ มีคุณธรรมและค่านิยมที่ดีงามและรักการแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนจะต้องสร้างองค์ความรู้ได้เองจากทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ (รุ่ง แก้วแดง, 2542 : 48-63)

ในปัจจุบันการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีปณิธานที่จะพัฒนาบุคคลให้บรรลุสมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological literacy) ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะ 3 ประการคือ (1) มีความรู้และทักษะเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนบริบทที่จะนำความรู้และทักษะดังกล่าวไปใช้ (2) รู้จักใช้ทักษะอย่างมีวิจารณญาณและสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา ตลอดจนการตัดสินใจเพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิตรวมถึงการรู้จักตอบสนองความต้องการพื้นฐานมนุษย์ (3) มีความชื่นชมในสันติภาพและความปลอดภัย รู้จักใช้ชีวิตในสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสมและแสวงหาความรู้ประสบการณ์เพื่อพัฒนาตนเอง (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์, 2539 :160) ซึ่งความมีสมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังที่กล่าวมานั้นเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของไทยในปัจจุบันนี้ด้วย

ถึงแม้การสอนวิทยาศาสตร์จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สอดคล้องและเหมาะสมกับ ภาวะการณ์ปัจจุบัน การสอนวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนแต่ละคนให้ได้ผลดีตามความต้องการของทุกคนนั้นเป็น สิ่งที่เป็นไปได้ยาก ทำให้มองเห็นถึงความจำเป็นที่ต้องนำยุทธวิธีการสอนและสื่อทางการศึกษาเข้ามา ใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (สงบ ลักษณะ. 2534 : 3-4) หรือเปลี่ยนจากการเรียน การสอนภาคทฤษฎีเน้นภาคปฏิบัติให้มากขึ้น (กรมวิชากร. 2532 : 202-203) การจัดกิจกรรมการเรียน การสอนโดยเน้นการปฏิบัติการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์เท่าที่จะทำได้ เช่น วิธีจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง การสังเกต การวัด การรวบรวมข้อมูล การสรุปผลข้อมูล และที่สำคัญคือการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ เกิดความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น (สสวท. 2538 : 1) นอกจากนี้ยังพบว่า การปฏิบัติการ ทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นการช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้แก้ปัญหา ได้ค้นพบความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง มีเสรีภาพทางความคิด มีส่วนร่วมในการทดลองและแก้ปัญหาด้วยตนเองมาก ที่สุด เป็นสื่อสำคัญให้นักเรียนเข้าใจข้อเท็จจริง หลักการ มโนทัศน์ ทฤษฎี ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (จำแลง เชื้อภักดี. 2538 : 23) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนต้องจัดให้ นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการทดลองให้มากขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึง สนใจที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เน้นปฏิบัติการทดลอง เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ ในจังหวัดสุพรรณบุรี

จังหวัดสุพรรณบุรีเป็นจังหวัดที่ประชาชนประกอบอาชีพเกษตรกรรม คือ ทำนา ทำไร่ อ้อย เลี้ยงสัตว์ เกษตรกรนิยมใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชและใช้ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้เกิดมลพิษทางดิน น้ำ สด ธรรมชาติหลังเก็บเกี่ยวได้แก่ ฟางข้าว ใบอ้อย เเผาซึ่งมีผลทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ และมีวัสดุเหลือใช้ จากการเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ มูลสัตว์ต่างๆ วัสดุเหลือทิ้งจากในครัวเรือนได้แก่ ขยะจากเศษอาหาร เศษผักผลไม้ นอกจากนี้ยังมีวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่นคือ กากน้ำตาล ซึ่งเป็นผลพลอยได้ จากการผลิตน้ำตาลของโรงงานน้ำตาล ผู้วิจัยในฐานะเป็นครูผู้สอนในจังหวัดสุพรรณบุรี จึงสนใจที่จะนำวัสดุ เหลือใช้ในท้องถิ่นดังกล่าวมาใช้ในการเกิดประโยชน์ โดยพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง น้ำ สกัดชีวภาพ จากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษา โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการ ศึกษาต้นคว้างดังนี้

1. ศึกษาทดลองหมักน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น โดยศึกษาการหมักวัสดุเหลือใช้ จากพืช จากขยะเปียก และจากสัตว์
2. นำผลการทดลองจากห้องปฏิบัติการในข้อ 1 มาพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง น้ำ สกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี
3. นำบทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน ในการจัด การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ และเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ข้อเท็จจริง หลักการ มโนทัศน์ และข้อสรุปต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

อันส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาความคิด ความสามารถของนักเรียนและช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะศึกษาหาความรู้ รวมถึงนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเป็นประโยชน์ต่อท้องถิ่นและชุมชนของตนเองต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อทดลองหมักน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น โดยทดลองหมักวัสดุเหลือใช้จากพืช จากขยะเปียกและจากสัตว์ เพื่อนำผลการทดลองไปสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี
3. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผลของการวิจัยที่ได้จะมีประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. ได้แนวทางในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์
2. ส่งเสริมนักเรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
3. ส่งเสริมนักเรียนให้มีความรู้ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อท้องถิ่นและชุมชนของตนเองต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มี 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ตอนที่ 1 ขอบเขตการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การวิจัยตอนที่ 1 ผู้วิจัยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษา

1. คุณภาพของน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น โดยศึกษาลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่า pH อุณหภูมิ ในขณะที่หมักทุกวัน และลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี และกลิ่น หลังจากหมักวัสดุเหลือใช้จากพืช จากขยะเปียก และจากสัตว์ กับ กากน้ำตาล โดยมีอัตราส่วนของวัสดุเหลือใช้กับกากน้ำตาลที่อาศัย ข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร ดังนี้

- 1) วัสดุเหลือใช้จากพืช ต่อ กากน้ำตาล เป็น 3 : 1
- 2) วัสดุเหลือใช้จากขยะเปียก ต่อ กากน้ำตาล เป็น 3 : 1
- 3) วัสดุเหลือใช้จากสัตว์ ต่อ กากน้ำตาล เป็น 1 : 1

2. การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น ได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว กับ น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น ที่มี ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 , 1 และ 10 โดยปริมาตร เพื่อศึกษาการย่อยสลายของวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นที่หมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพ ในความเข้มข้นต่างๆ กันเป็นเวลา 15 วัน โดยวิธีการชั่งน้ำหนักของวัสดุธรรมชาติก่อน และหลังหมัก

3. การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ที่มีในปุ๋ยหมัก หลังจากหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพในความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นเวลา 15 วัน

ตอนที่ 2 ขอบเขตของการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การวิจัยตอนที่ 2 ผู้วิจัยนำผลการทดลองที่ได้จากตอนที่ 1 มาดำเนินการพัฒนาบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น และผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 บท ดังนี้

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพ
ที่ผลิตขึ้น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P),
โพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก

ตอนที่ 3 ขอบเขตของการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

การวิจัยตอนที่ 3 เมื่อพัฒนาบทปฏิบัติการเรียบร้อยแล้วนำไปทดลองสอน ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 2 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนประมาณ 70 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียน บ้านพุน้ำร้อน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้จากการสุ่มแบบจัดกลุ่ม (Cluster Sampling) เพื่อให้ได้นักเรียน 1 ห้องเรียน (จำนวน 30 คน) จากนักเรียนทั้งหมด 2 ห้องเรียน

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในขั้นตอนที่ 3 ชั้นทดลองสอน

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

3. เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ซึ่งประกอบไปด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 6 บท

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ในช่วงกิจกรรมอิสระ จำนวน 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ รวม 14 คาบ คาบละ 50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น หมายถึง เอกสารที่กำหนดแนวทางในการทำปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่นำความรู้เรื่อง การหมักน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น จังหวัดสุพรรณบุรีมาสร้างเป็นกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน โดยมีองค์ประกอบของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ดังนี้ ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ใ้ความรู้ประกอบ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หลักการ จุดประสงค์ เวลาที่ใช้ อุปกรณ์และสารเคมี วิธีการทดลอง แบบรายงานผลการทดลอง คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 6 บท ได้แก่

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก

2. การพัฒนามบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพตามทฤษฎี และหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

3. น้ำสกัดชีวภาพ หมายถึง ของเหลวสีน้ำตาลไหม้ ที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จากพืช ขยะเปียก และสัตว์ หมักกับกากน้ำตาล ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน โดยมีอัตราส่วนของวัสดุเหลือใช้กับกากน้ำตาลที่อาศัยข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร ดังนี้

1) วัสดุเหลือใช้จากพืช ต่อ กากน้ำตาล เป็น 3 : 1

2) วัสดุเหลือใช้จากขยะเปียก ต่อ กากน้ำตาล เป็น 3 : 1

3) วัสดุเหลือใช้จากสัตว์ ต่อ กากน้ำตาล เป็น 1 : 1

4. วัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น หมายถึง วัสดุเหลือใช้ในจังหวัดสุพรรณบุรี ที่ได้จากการสำรวจของผู้วิจัย แบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

1) วัสดุเหลือใช้จากพืช หมายถึง เศษของพืชหรือชิ้นส่วนของพืชที่ตัดออก คัดทิ้งระหว่างการเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว และเศษพืชต่าง ๆ

2) วัสดุเหลือใช้จากสัตว์ หมายถึง มูลสัตว์ต่าง ๆ ได้แก่ มูลวัว มูลไก่ และมูลเป็ด

3) วัสดุเหลือใช้จากขยะเปียก หมายถึง ขยะสดในครัวเรือน ได้แก่ ขยะจากเศษอาหาร เศษผัก ผลไม้

4) วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเกษตร หมายถึง กากน้ำตาล

5. การหมักวัสดุธรรมชาติ โดยใช้น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น หมายถึง การนำวัสดุธรรมชาติ ได้แก่ ฟางข้าว ใบอ้อย มาใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ วัสดุธรรมชาติแต่ละชนิดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 วัสดุธรรมชาติหมักกับน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

กลุ่มที่ 2 วัสดุธรรมชาติหมักกับน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

กลุ่มที่ 3 วัสดุธรรมชาติหมักกับน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

ในแต่ละกลุ่ม จะใช้น้ำสกัดชีวภาพที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 1 และ 10 โดยปริมาตร หลังจากนั้น ปิดฝาภาชนะโดยไม่ให้อากาศเข้า ตั้งทิ้งไว้ในที่อากาศถ่ายเทเป็นเวลา 15 วันโดยในวันที่ 13 ให้เปิดฝาภาชนะ และตั้งทิ้งไว้อีก 2 วัน

6. การย่อยสลายวัสดุธรรมชาติ หมายถึง น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติที่ลดลงหลังจากหมักด้วย น้ำสกัดชีวภาพเป็นเวลา 15 วัน

7. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้เลือกวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการวิเคราะห์จากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 บท ได้จำนวน 8 ทักษะ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุม ตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 8 ทักษะ ซึ่งเป็น แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมเชิงความสามารถของนักเรียนที่แสดงออก โดยตรง จากการทำปฏิบัติการทดลอง แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1) การวางแผนการทดลอง

2) การปฏิบัติการทดลอง

2.1 เทคนิคการทดลอง

2.2 ความคล่องแคล่วในการทดลอง

2.3 ความสะอาดและความเป็นระเบียบ

3) การจัดทำรายงานผลการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินทักษะ ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจากสภาพจริง อิงเกณฑ์รูบริค (Rubric) เป็นแบบประมาณค่า 4 อันดับ ซึ่งแบบประเมินนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินทักษะภาคปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543 : 311 – 312)

9. การประเมินตามสภาพจริง หมายถึง การประเมินผลที่สะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของ นักเรียน โดยการประเมินหลายๆ ด้าน หลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและ ประเมินอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยประเมินตามสภาพจริงของนักเรียนระหว่างการเรียนการสอน โดยใช้วิธี การสังเกต การสัมภาษณ์ บันทึกพฤติกรรมผู้เรียนและการตรวจชิ้นงานของนักเรียน โดยใช้แบบ ประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

10. เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณาโดยรวมใน 2 ด้าน คือ

- 1) ความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 2) การแสดงออกต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 2.1 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 2.2 การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

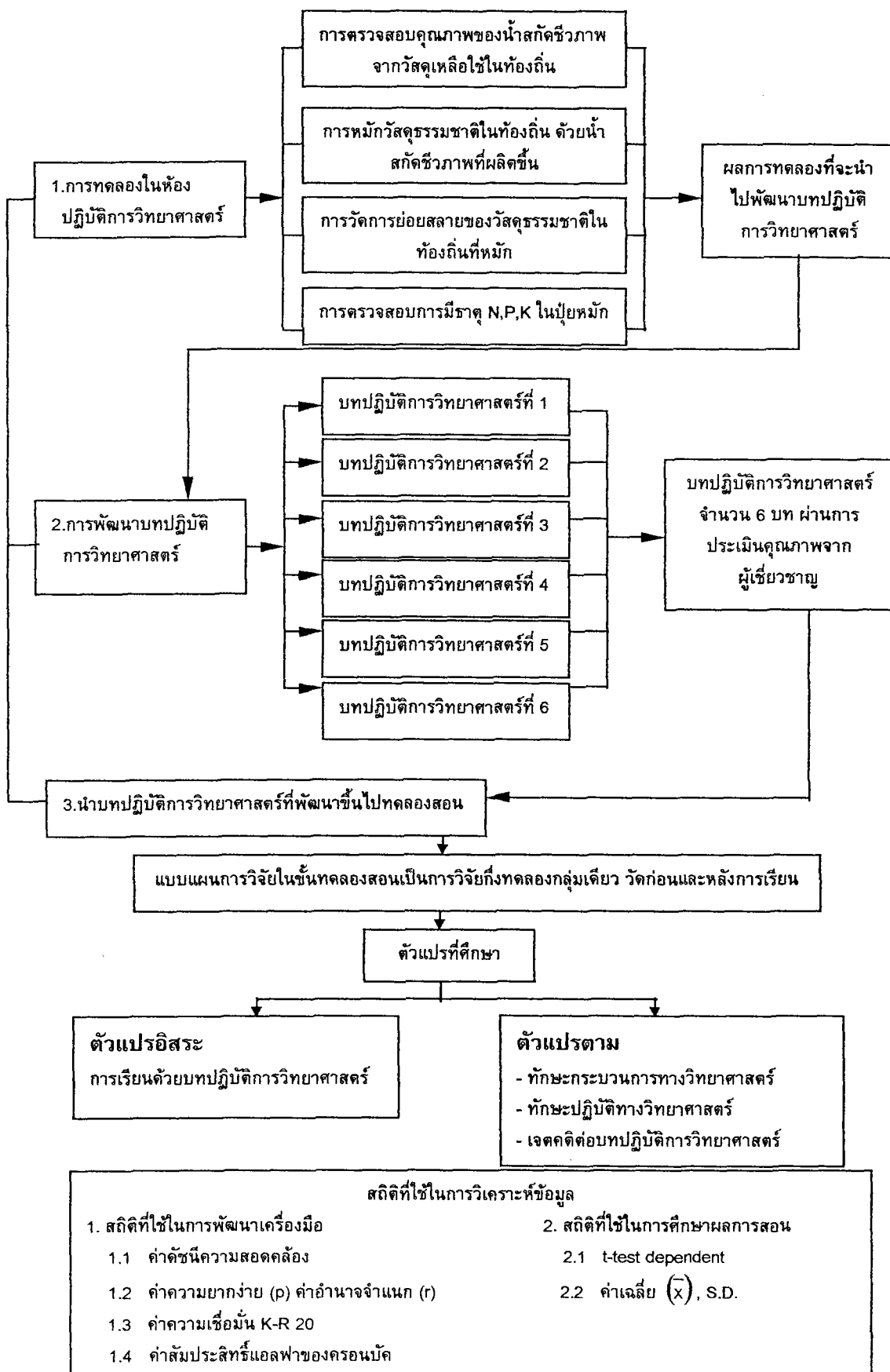
ในการวิจัยครั้งนี้วัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวิธีของ ลิเคิร์ท (Likert Scale) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของ ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 130)

สมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานไว้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 70
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวกับน้ำสกัดชีวภาพ
 - 1.1 ความหมายของน้ำสกัดชีวภาพ
 - 1.2 ประเภทน้ำสกัดชีวภาพ
 - 1.3 การผลิต และการใช้น้ำสกัดชีวภาพ
 - 1.4 ลักษณะของน้ำสกัดชีวภาพที่ดี
 - 1.5 การใช้ประโยชน์จากน้ำสกัดชีวภาพ
2. เอกสารที่เกี่ยวกับวัสดุเหลือใช้
 - 2.1 วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร
 - 2.2 ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร
3. เอกสารที่เกี่ยวกับปุ๋ยหมัก
 - 3.1 ความหมายของปุ๋ยหมัก
 - 3.2 ประเภทของการหมัก
 - 3.3 กระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก
 - 3.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก
 - 3.5 การวัดการสลายตัวของปุ๋ยหมัก
 - 3.6 การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน (N) , ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก
 - 3.7 ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก
4. เอกสารที่เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 4.2 จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 4.3 ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 4.4 ขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 4.5 บทบาทของครูในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 4.6 ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
5. เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติ
 - 6.2 ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน
 - 6.3 การประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
7. เอกสารที่เกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
 - 7.1 ความหมายของเจตคติ

- 7.2 ประเภทของเจตคติ
- 7.3 องค์ประกอบของเจตคติ
- 7.4 มิติของเจตคติ
- 7.5 ลักษณะทั่วไปของเจตคติ
- 7.6 การเกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติ
- 7.7 เทคนิคการวัดเจตคติ
- 7.8 การวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำสกัดชีวภาพ
 - 8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 8.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 8.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
 - 8.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวกับน้ำสกัดชีวภาพ

1.1 ความหมายของน้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพ (Bioextract ; B.E.) เป็นสารละลายที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จากส่วนต่างๆ ของพืชหรือสัตว์ โดยผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic condition) มีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายเศษซากพืชและซากสัตว์เหล่านั้นให้กลายเป็นสารละลาย รวมถึงการใช้เอนไซม์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีการเติมเอนไซม์เพื่อเร่งการย่อยสลาย ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลาย ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

จุลินทรีย์ที่พบในน้ำสกัดชีวภาพมีทั้งที่ต้องการออกซิเจนและไม่ต้องการออกซิเจน มักเป็นกลุ่มแบคทีเรียชนิดบาซิลลัส (*Bacillus sp.*) , แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus sp.*) , สเตรปโตค็อกคัส (*Streptococcus sp.*) นอกจากนี้ยังอาจพบเชื้อราได้แก่ แอสเพอจีลรัส (*Aspergillus niger*) , เพนนิซิลเลียม (*Penicillium*) , ราดำขนมปัง (*Rhizopus*) และ ยีสต์ ได้แก่ คานิดา (*Canida sp.*)

1.2 ประเภทน้ำสกัดชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร (2544 : 32 – 33) ได้แบ่งประเภทของน้ำสกัดชีวภาพออกตามประเภทของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

- 1) น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช
 - 1) น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช แบ่งออกได้ดังนี้
- 2) น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์
 - 1) น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช แบ่งออกได้ดังนี้

1.1 น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืช

การทำน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืชทำได้โดยการนำผักและเศษพืชที่มีอยู่ทั่วไปมาหมักในภาชนะที่มีฝาปิดปากกว้าง นำเศษผักมาผสมกับน้ำตาล ถ้าพืชผักมีขนาดใหญ่ให้สับเป็นชิ้นเล็กๆ ทำการจัดเรียงพืชผักเป็นชั้นๆ โรยน้ำตาลทับสลับกันกับพืชผักอัตราส่วนของน้ำตาลต่อเศษผักเท่ากับ 1 : 3 หมักในสภาพไม่มีอากาศโดยการอัดผักใส่ภาชนะให้แน่น เมื่อบรรจุผักลงภาชนะเรียบร้อยแล้วปิดฝาภาชนะนำไปตั้งทิ้งไว้ในที่ร่มปล่อยให้การหมักต่อไปประมาณ 3 – 7 วัน จะเกิดของเหลวขุ่นสีน้ำตาล

มีกลิ่นหอมของสิ่งหมักเกิดขึ้น ของเหลวนี้นี้เป็นน้ำสกัดจากเซลล์พืชผักประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และอื่นๆ

1.2 น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

การทำน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกทำได้โดยการนำขยะเปียก ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ จำนวน 1 กิโลกรัม มาใส่ลงในถังหมัก แล้วเอาปุ๋ยจุลินทรีย์โรยลงไป 1 กำมือ หรือ ประมาณเศษ 1 ส่วน 20 ของปริมาณของขยะ แล้วปิดฝาให้เรียบร้อยภายในเวลา 10 – 14 วัน จะเกิดการย่อยสลายของขยะเปียกบางส่วนกลายเป็นน้ำ น้ำที่ละลายจากขยะเปียกสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ย โดยนำไปเจือจาง โดยการผสมด้วยอัตราส่วนน้ำปุ๋ย 1 ส่วนต่ออัตราธรรมดา 100 – 1,000 ส่วน ปัญหาเรื่องกลิ่น กรณีที่ขยะมีเศษเนื้อสัตว์ มีเศษอาหารอยู่มากให้ใช้เปลือกสับปะรด มังคุด กัลยง ใส่ลงไปให้มาก ๆ น้ำปุ๋ยจะมีกลิ่นหอมคล้ายกับกลิ่นหมักเหล้าไวน์ วิธีการดังกล่าวจุลินทรีย์จะสามารถย่อยสลายขยะเปียกได้ประมาณ 30-40% ส่วนที่เหลือประมาณ 60-70% จะกลายเป็นกากซึ่งก็คือ ปุ๋ยหมักสามารถนำไปใช้ในทางเกษตรได้

2) น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

กรมวิชาการเกษตร (2544 : 35) ได้ทดลองทำน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์โดยนำเศษวัสดุเหลือใช้จากปาลามาทำน้ำสกัดชีวภาพดังนี้

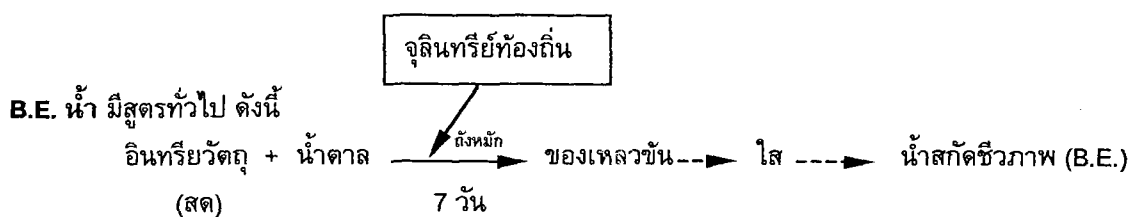
ปุ๋ยปลาเป็นน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จากปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือด ผ่านกระบวนการหมักโดยการย่อยสลายโดยใช้เอนไซม์ซึ่งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ หลังจากหมักจนได้ที่แล้วจะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วย ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม นอกจากนี้ปุ๋ยปลายังประกอบด้วยธาตุอาหารรอง ได้แก่ กำมะถัน เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส นอกจากนี้ปุ๋ยปลายังประกอบด้วยโปรตีนและอะมิโนแอซิด ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของโปรตีนในตัวปลา ซึ่งจากข้อมูลทางวิชาการยังไม่ทราบแน่ชัดถึงผลของอะมิโนแอซิดที่มีต่อพืช แต่จากคำบอกเล่าของเกษตรกรผู้ใช้ปุ๋ยปลา พบว่าปุ๋ยปลาจะไปช่วยพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ดอกไม้ให้มีสีสดขึ้น และผลไม้มีคุณภาพดีขึ้น และช่วยเร่งการแตกยอด และออกดอกใหม่ให้แก่ต้นไม้อีกด้วย

1.3 การผลิต และการใช้น้ำสกัดชีวภาพ

1) การผลิตน้ำสกัดชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร (2544 : 17-18) ได้เสนอกระบวนการผลิตน้ำสกัดชีวภาพไว้ดังนี้

น้ำสกัดชีวภาพ (BIOEXTRACT ; B.E.)



เศษพืชผัก	}	(สด) 3 กก. + น้ำตาลหรือกากน้ำตาล (1 กก.)	→ B.E. พืช
เศษอาหาร			
วัชพืช			
ผลไม้			
สมุนไพร ฯลฯ			
เศษปลา	}	(สด) 1 กก. + น้ำตาลหรือกากน้ำตาล (1 กก.)	→ B.E. สัตว์
หอย			
กุ้ง กบ ฯลฯ			
หมายเหตุ กากน้ำตาลที่นำมาหมักควรมีความหนาแน่น 1.8 – 1.9 กิโลกรัมต่อลิตร			

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2544)

จากแผนภาพอธิบายได้ว่า น้ำสกัดชีวภาพ (Bioextract) หรือมีชื่อย่อว่า B.E.ทำได้โดยนำอินทรีย์วัตถุสด ผสมกับน้ำตาลหรือกากน้ำตาล หมักทิ้งไว้ในถังที่มีฝาปิดโดยใช้จุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในท้องถิ่นเป็นตัวย่อยสลาย เมื่อหมักทิ้งไว้ประมาณ 3 – 7 วันจะได้ของเหลวข้นสีน้ำตาล ของเหลวข้นนี้มีชื่อเรียกว่า น้ำสกัดชีวภาพ

สูตรที่ใช้ในการหมักน้ำสกัดชีวภาพ มีดังนี้

1. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช มีสูตรดังนี้

นำเศษพืชผัก เศษอาหาร วัชพืช ผลไม้ สมุนไพรหรืออื่นๆ 3 กิโลกรัม หมักรวมกับน้ำตาลหรือกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม จะได้น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

2. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ มีสูตรดังนี้

นำเศษปลา หอย กุ้ง กบ มูลสัตว์ต่างๆ หรืออื่นๆ 1 กิโลกรัมหมักรวมกับน้ำตาล หรือกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม จะได้น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

2) การนำน้ำสกัดชีวภาพไปใช้

น้ำสกัดชีวภาพจะคล้ายฮอร์โมนควรใช้อย่างเจือจาง ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงจะยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปใช้อัตรา 1:1000 หรือ 1:500 หรือผสมน้ำสกัดชีวภาพ 2 ช้อนแกงต่อน้ำ 1 ปิบ ขั้นตอนการหมักใน 7 วันแรกจะขึ้น เพราะในการย่อยสลายยังมีชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่อยู่ สำหรับ

น้ำสกัดชีวภาพที่หมักใหม่ๆ ให้เอาหัวเชื้อเทลงไป และเติมน้ำตาลก็จะใช้ได้เรื่อยๆ ถ้าต้องการเอาเนื้อที่ได้จากการหมักมาใช้ ให้บีบเอาน้ำออกและเอาไปผสมกับดินกับใบไม้ในอัตราส่วนเจือจางมากๆ เพื่อทำดินปลูกต้นไม้ได้

1.4 ลักษณะของน้ำสกัดชีวภาพที่ดี

กรมวิชาการเกษตร (2544 : 49) ได้สรุปลักษณะของน้ำสกัดชีวภาพที่ดีไว้ดังนี้ คือ

1) ในช่วงหมัก pH จะต่ำลงเรื่อยๆ ถ้า pH อยู่ในระดับประมาณ 3 จะสามารถเก็บน้ำสกัดชีวภาพไว้ใช้ได้นาน 2-3 ปี

2) อุณหภูมิในช่วงหมักจะไม่สูงมากนัก คือ อุณหภูมิจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย

3) สีของน้ำสกัดชีวภาพ จะเป็นสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ

4) กลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพ จะต้องไม่มีกลิ่นบูด กลิ่นจะคล้ายกับกากน้ำตาลใหม่

1.5 การใช้ประโยชน์จากน้ำสกัดชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร (2544 : 39-42) ได้สรุปการใช้ประโยชน์จากน้ำสกัดชีวภาพ ไว้ดังนี้

1) ใช้ในแง่เป็นปุ๋ยโดยตรง

น้ำสกัดชีวภาพมีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพประกอบด้วยธาตุอาหารพืชต่างๆ หลายๆ ชนิด แต่จะมีปริมาณธาตุอาหารเหล่านั้นในปริมาณจำกัด ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและกระบวนการผลิต แต่โดยทั่วไปพบว่าน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากสัตว์จะมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าที่ได้จากพืช ดังแสดงในตาราง 1 ปริมาณธาตุอาหารที่พบในน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่างๆ

ตาราง 1 แสดงปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่างๆ

ชนิดของปุ๋ยน้ำ	ธาตุอาหารพืช							
	เปอร์เซ็นต์					ส่วนในล้าน		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม	เหล็ก	สังกะสี	แมงกานีส
น้ำสกัดชีวภาพ	0.25	0.05	1.4	0.01	0.3	50	15	8
ปุ๋ยปลา วท.	5.7	0.4	2.4	0.48	0.08	150	350	100
ปุ๋ยปลาเชิงการค้า	5.8	0.4	7.3	0.5	0.08	200	100	100
อีเอ็ม	0.03	0.10	0.04	0.01	0.01	50	10	5
ปุ๋ยปลาหมักชีวภาพ	0.58	0.10	0.55	0.01	0.03	65	11	7.2
ปุ๋ยหมักหอยเชอรี่	0.97	0.62	0.72	1.08	0.12	150	20	100

ที่มา : สุริยา สารนรกกิจ (2544)

และจากงานทดลองของ นฤมล นาคมี (2544) พบว่าการผลิตน้ำสกัดชีวภาพจากกะหล่ำปลีมีธาตุไนโตรเจนเท่ากับ 0.068 เปอร์เซ็นต์ (จากกะหล่ำปลี 0.035 เปอร์เซ็นต์ จากกากน้ำตาล 0.033 เปอร์เซ็นต์) ส่วนฟอสฟอรัส พบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสในปริมาณที่ต่ำคือ 0.011 เปอร์เซ็นต์ (มาจากผัก 0.006 เปอร์เซ็นต์ มาจากกากน้ำตาล 0.005 เปอร์เซ็นต์) และโพแทสเซียมมีปริมาณ 0.244 เปอร์เซ็นต์ (มาจากผัก 0.059 เปอร์เซ็นต์ มาจากกากน้ำตาล 0.185 เปอร์เซ็นต์) และเมื่อทำการหมักครบ 60 วัน พบว่าปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียม มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า นั้นหมายความว่าปริมาณธาตุอาหารพืชถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์และปลดปล่อยออกมาอยู่ในสารละลาย จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่าน้ำสกัดชีวภาพสามารถใช้เป็นปุ๋ยได้

ตาราง 2 แสดงปริมาณไนโตรเจน (%) ฟอสฟอรัส (%) และโพแทสเซียม (%) ที่ได้จากการหมักน้ำสกัดชีวภาพเป็นระยะเวลา 60 วัน

ปริมาณกากน้ำตาล(กก.)	วันเริ่มต้นหมัก	หมักหลัง 60 วัน
0	N 0.035	N 0.089
	P 0.006	P 0.008
	K 0.059	K 0.068
0.5	N 0.054	N 0.102
	P 0.009	P 0.009
	K 0.175	K 0.247
1.0	N 0.068	N 0.117
	P 0.011	P 0.012
	K 0.244	K 0.247
1.5	N 0.075	N 0.133
	P 0.012	P 0.014
	K 0.291	K 0.661

ที่มา : นฤมล นาคมี (2544)

2) ใช้ในแง่เป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์

น้ำสกัดชีวภาพ ประกอบด้วยสารอาหารต่าง ๆ ที่เป็นแหล่งโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ต่าง ๆ ที่ได้มาจากวัตถุดิบ นอกจากนี้ยังมีปริมาณกากน้ำตาลอีก ซึ่งเป็นแหล่งของน้ำตาลทำให้เชื้อต่าง ๆ เจริญเติบโตยิ่งขึ้น ดังนั้นในน้ำสกัดชีวภาพซึ่งมีจุลินทรีย์หลากหลาย ซึ่งสุรียา สาริณกรกิจและคนอื่น ๆ (2541) ได้วิเคราะห์พบว่าจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศประมาณ 1.1×10^5 cfu/ml และจุลินทรีย์ที่สร้างกรดมีปริมาณ 2.5×10^7 cfu/ml ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่พบในน้ำสกัดชีวภาพ

ตัวอย่างทดสอบ	จำนวนจุลินทรีย์ที่พบ (cell/ml)		
	จุลินทรีย์ไม่ต้องการออกซิเจน	จุลินทรีย์ต้องการออกซิเจน	จุลินทรีย์ที่สร้างกรด
ตัวอย่างที่ 1	1.5×10^7	9×10^7	2.1×10^7
ตัวอย่างที่ 2	5×10^3	7.8×10^6	3×10^7
ตัวอย่างที่ 3	5.6×10^4	2.7×10^5	1.1×10^6
ตัวอย่างที่ 4	1.2×10^5	1.1×10^7	1.3×10^7

ที่มา : สุริยา สารันรักกิจและคนอื่นๆ (2541)

จุลินทรีย์ที่พบส่วนใหญ่ จะเป็นจุลินทรีย์แลคติกแอซิดแบคทีเรีย เมื่อตรวจสอบแล้ว พบว่าเป็นเชื้อแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus sp.*) , สเตรปโตค็อกคัส (*Streptococcus sp.*) เมื่อทดสอบจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศพบว่าเป็นแบคทีเรีย บาซิลลัส เซอคูแลนส์ (*Bacillus circulans*) , บาซิลลัส ฟิล์มัส (*Bacillus firmus*) , บาซิลลัส ซับติลิส (*Bacillus subtilis*) , บาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) , สเตรปโทค็อกคัส (*Staphylococcus sp.*) , ซูโดโมนาส (*Pseudomonas sp.*) และ ยีสต์ (Yeast) ส่วนจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศจะเป็นพวกสร้างกรด เช่น แลคติกแอซิดแบคทีเรียหรือพวกที่สร้างกลิ่นเหม็น ตัวอย่างเช่น ก๊าซไข่เน่า (H_2S) ซึ่งจะตรวจพบว่าเป็นพวกแกรมลบ

ดังนั้นจึงอาจสรุปได้คร่าว ๆ ว่าน้ำสกัดชีวภาพเป็นแหล่งของจุลินทรีย์

3) ใช้ในแง่เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง

สุริยา สารันรักกิจและคนอื่นๆ (2544) ได้ทำการผลิตหญ้าหมักจากเศษผักโดยการใส่เชื้อแลคติกแอซิดและแบคทีเรียหลายสายพันธุ์ แล้วทำการหมักในสภาพไม่มีอากาศ นำสารละลายที่ได้ไปทดสอบกับหนอนกระทู้ ซึ่งจากผลการทดลองเบื้องต้นพบว่า อัตราการตายของหนอนมีปริมาณสูงกว่า Control และพบว่า ความผิดปกติของไขผีเสื้อจะไม่มีขนและไม่พักเป็นตัว อย่างไรก็ตามการทดลองดังกล่าวอยู่ในระยะเริ่มต้นแต่ก็แสดงแนวโน้มความเป็นไปได้ของการใช้น้ำสกัดชีวภาพ ช่วยป้องกันและกำจัดแมลงได้

4) ในแง่ของการใช้กับสัตว์เลี้ยง (ไก่และสุกร)

สุริยา สารันรักกิจและคนอื่นๆ (2541) ได้เยี่ยมชมฟาร์มไก่ของนายบุญ หมั่นถึง บ้านไผ่ล้อม จ.อุดรธานี เลี้ยงไก่ไว้ได้ทุนบ้านจำนวน 800 ตัว และโรงเลี้ยงอีก 1,200 ตัว มีปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นแต่เอาน้ำสกัดชีวภาพ 20 ลิตร ละลายน้ำ 200 ลิตร ให้ไก่กินและฉีดพ่นรอบกรงและพื้น พบว่าไก่เจริญเติบโตดีแข็งแรง และไม่มีการเหม็นของซีไกรบกวน นอกจากนี้ปริมาณมูลและแมลงวันมีปริมาณลดลง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ผลิตน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นจังหวัดสุพรรณบุรีดังนี้

1. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช ได้แก่ ใบอ้อย, ฟางข้าว และเศษพืชต่างๆ โดยใช้อัตราส่วนของวัสดุเหลือใช้จากพืช ต่อ กากน้ำตาล เป็น 3:1 ซึ่งอัตราส่วนนี้ได้อาศัยข้อมูลของกรมวิชาการเกษตร
2. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก ได้แก่ เศษอาหาร เศษผักผลไม้ โดยใช้อัตราส่วนของวัสดุเหลือใช้จากขยะเปียก ต่อ กากน้ำตาล เป็น 3:1 ซึ่งอัตราส่วนนี้ได้อาศัยข้อมูลของกรมวิชาการเกษตร
3. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ โดยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์นี้ไม่ได้ใช้ส่วนประกอบของสัตว์แต่ใช้มูลสัตว์ ได้แก่ มูลวัว มูลเป็ด มูลไก่ โดยใช้อัตราส่วนของวัสดุเหลือใช้จากสัตว์ ต่อ กากน้ำตาล เป็น 1:1 ซึ่งอัตราส่วนนี้ได้อาศัยข้อมูลของกรมวิชาการเกษตร

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวัสดุเหลือใช้

2.1 วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร

เพชร กตัญญูกุล (2537 : 33) ได้แบ่งวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรไว้ดังนี้

- 1) เศษของพืชหรือชิ้นส่วนของพืชที่ถูกตัดออก คัดทิ้งระหว่างการเก็บเกี่ยว การแปรรูป การขนส่ง การตัดแต่งผลผลิต ก่อนที่จะถึงมือผู้บริโภคซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมถ้าไม่รู้จักริธีกำจัดให้ถูกต้อง หรือนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก เศษของพืชต่างๆ เช่น ใบไม้ ใบอ้อย ต้นข้าวโพด เปลือก และซังข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง ฟางข้าว ต้นและฝักถั่วเหลือง ต้นมะเขือเทศ ยอดอ้อย
- 2) มูลสัตว์ต่างๆ ได้แก่ มูลไก่ มูลสุกร มูลโค มูลกระบือ
- 3) วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร หมายถึงชิ้นส่วน หรือเศษของพืชที่ถูกคัดหรือแยกออกในระหว่างขั้นตอนต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น แกลบ รำข้าวจากโรงสีข้าว เปลือก และแกนสับปรดจากโรงงานผลิตสับปรดกระป๋อง ชานอ้อย และกากน้ำตาลจากโรงงานทำน้ำตาล เปลือก และบางส่วนของมันสำปะหลังที่ตัดแต่งออกก่อนนำไปทำแป้งในโรงงานทำแป้งมัน รวมถึงกากมันสำปะหลังจากการคั้นเอาน้ำแป้งแล้ว เปลือก เมล็ด ที่ถูกคัดออกจากโรงงานทำลันจี้กระป๋อง ลำไยกระป๋อง เงาะกระป๋อง ฯลฯ นอกจากนี้ยังรวมถึงขี้เลื่อย จากโรงงานแปรรูปไม้ หรือเศษของไม้จากโรงงานทำเฟอร์นิเจอร์ เศษของหนังจากโรงงานฟอกหนัง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ในจังหวัดสุพรรณบุรี ดังนี้

1. เศษของพืช หรือชิ้นส่วนของพืชที่ถูกตัดออก คัดทิ้งระหว่างการเก็บเกี่ยว ได้แก่
 - 1) ยอดอ้อยและใบ (Cane Top and Leaves) หมายถึง ส่วนปลายที่ตัดออกจากลำต้นของอ้อย ยอดอ้อยและใบมีน้ำตาลน้อย ส่วนมากจะประกอบด้วยแป้ง ริติวซึ่งชักงัว โปรตีน ไขมัน เส้นใย ไนโตรเจน แคลเซียม ฟอสฟอรัส โดยทั่วไปยอดอ้อยที่ตัดออกจากลำต้น จะมีประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอ้อย
 - 2) ฟางข้าว เป็น ส่วนของลำต้นและใบของข้าว ซึ่งถูกตัดออก คัดทิ้งระหว่างการเก็บเกี่ยวผลผลิต ในฟางข้าวจะประกอบด้วยธาตุอาหารที่สำคัญ ซึ่งมีปริมาณโดยเฉลี่ย ดังนี้ คือ ไนโตรเจน(N) ประมาณ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส(P) ประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และ โพแทสเซียม(K) ประมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์

2. มุลสัตว์ ได้แก่

1) มุลไก่ มุลเป็ด เป็นมูลสัตว์ที่มีธาตุอาหารค่อนข้างสูง แต่มูลไก่สดไม่ควรนำไปใช้โดยตรงกับสวนผลไม้และพืชผัก ควรจะผ่านการหมักก่อนนำไปใช้

2) มุลวัว เป็นมูลสัตว์ที่มีธาตุอาหารต่ำ ไม่ควรใส่กับพืชโดยตรงเนื่องจากจะมีปัญหาเมล็ดพืชที่ปนอยู่ ฉะนั้นควรผ่านการหมักก่อนนำไปใช้

3. วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร ได้แก่ กากน้ำตาล (Molasses)

จุฬามาต บุญมาแย้ม (2539 : 8-11) ได้สรุปถึงกากน้ำตาล ไว้ดังนี้

กากน้ำตาล คือ ของเหลวข้นที่หล่อเลี้ยงผลึกน้ำตาล และได้แยกออกจากผลึกน้ำตาล โดยวิธีการปั่น (Centrifugal) กากน้ำตาลแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ตามกรรมวิธีการผลิต เช่น First Molasses (A-Molasses) Second Molasses (B-Molasses) ส่วนกากน้ำตาลที่ไม่ใช้ทำน้ำตาลอีกต่อไปเรียกว่า กากน้ำตาลสุดท้าย (Final Molasses หรือ Exhausted Molasses หรือ Black Strap)

ส่วนประกอบของกากน้ำตาลสุดท้าย โดยปกติเฉลี่ยทั่วไปมีดังนี้ คือ

ซูโครส (Sucrose)	35	เปอร์เซ็นต์
น้ำ (Water)	20	เปอร์เซ็นต์
น้ำตาลอินเวอร์ต (Invert Sugar)	16	เปอร์เซ็นต์
ขี้เถ้า (Ash)	12	เปอร์เซ็นต์
สารประกอบไนโตรเจน (Nitrogenous Compound)	4.5	เปอร์เซ็นต์
สารรีดิวซ์อื่นๆ (Other Reducing Substances)	3	เปอร์เซ็นต์
คาร์โบไฮเดรตอื่นๆ (Other Carbohydrates)	4	เปอร์เซ็นต์
กรดอื่นๆ (Non-Nitrogenous Acids)	5	เปอร์เซ็นต์
ขี้ผึ้ง สเตอรอล และไขมัน (Wax, Sterols and Phospholipids)	0.4	เปอร์เซ็นต์

ประโยชน์ของกากน้ำตาล

1. ใช้โดยตรง

1) ใช้ทำปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากในส่วนประกอบของกากน้ำตาล มีพวกเกลือโปรแตสและเกลือไนโตรเจนปนอยู่ ฉะนั้นในบางประเทศจึงนิยมนำไปใช้ทำปุ๋ย โดยใส่ในขณะไถคราดเป็นเวลา 2 สัปดาห์ก่อนปลูกอ้อย นอกจากนี้ที่ฮาวายยังนำไปใส่ดินเพื่อปรับสภาพของดิน ในอัตราไม่เกิน 5 ตันต่อเฮกเตอร์ต่อครั้งหนึ่งๆ

2) ใช้ทำอาหารสัตว์ โดยผสมกับกากอ้อยหรือหญ้าเป็นอาหารของวัว ควาย ในอาฟริกาได้ใช้ผสมกับกากอ้อยในอัตราส่วน กากน้ำตาล 75 เปอร์เซ็นต์ ต่อกากอ้อย 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในฮาวายใช้อัตราส่วนกากน้ำตาล 100 ส่วนต่อกากอ้อย 100 ส่วนต่อน้ำมันถั่ว 50 ส่วน ซึ่งในอัตราส่วนของฮาวายนี้จะมีโปรตีน 8.54 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 49.3 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 2.2 เปอร์เซ็นต์

2. ใช้ในอุตสาหกรรมการกลั่น (Distilling Industry)

กากน้ำตาลนอกจากส่งออกขายในต่างประเทศ ยังใช้ในอุตสาหกรรมการกลั่นทำแอลกอฮอล์สำหรับใช้ในทางเคมี การแพทย์ ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ทำสุราชนิดต่างๆ เพื่อบริโภคร (Rum, Rectified Spirits) บางประเทศ เช่น บราซิล ทำแอลกอฮอล์ ที่มีความบริสุทธิ์สูง (Anhydrous Alcohol) เพื่อผสมกับน้ำมันเบนซินใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์

3. ใช้ในอุตสาหกรรมหมักต่างๆ (Others Fermentation Industries) ได้แก่

- อุตสาหกรรมผลิตน้ำส้มสายชู (Vinegar)
- อุตสาหกรรมผลิตอะซีโตน (Acetone)
- อุตสาหกรรมผลิต ซิตริก แอซิด (Citric Acid)
- อุตสาหกรรมการผลิตแลคติก แอซิด (Lactic Acid)
- อุตสาหกรรมผลิต กลีเซอรอล (Glycerol)
- อุตสาหกรรมผลิต ยีสต์ (Yeast)

4. ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ

- อุตสาหกรรมผลิต อะโคนิติก แอซิด (Aconitic Acid)
- อุตสาหกรรมผลิตผงชูรส (Monosodium Glutamate)
- อุตสาหกรรมผลิตเดกซ์แทรน (Dextran)
- อุตสาหกรรมผลิต แอลไลซีน (L-Lysine)
- อุตสาหกรรมผลิตกาว Xanthan (Xanthan Gum)
- อุตสาหกรรมผลิต อีตาโคนิก แอซิด (Itaconic Acid)

อนึ่งประโยชน์ของกากน้ำตาลนอกจากที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังสามารถที่จะส่งออกไปขายในต่างประเทศด้วย ผลผลิตกากน้ำตาลเฉลี่ยภายในประเทศในช่วงระยะปี 2537/2538 – 2538/2539 มีปริมาณมากกว่า 2 ล้านเมตริกตัน และมีปริมาณการส่งออกเฉลี่ยปีละมากกว่า 1 ล้านเมตริกตัน ประเทศที่ซื้อกากน้ำตาลจากประเทศไทยได้แก่ ประเทศเกาหลีใต้ ไต้หวัน ญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ เวียดนาม อังกฤษ อินโดนีเซีย

2.2 ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร

การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดจะต้องคำนึงถึงชนิดของพืช ชาก วัสดุเหลือใช้และการจัดการ โดยคำนึงถึงผลที่จะกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การลงทุน ตลอดจนการจัดการที่สะดวก สะอาด และปลอดภัย

เพชร กตัญญกุล (2537 : 34-36) ได้สรุปถึงประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ไว้ดังนี้

1. ใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น ฟางข้าว ต้นข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง ชังข้าวโพด กากถั่วเหลือง กากมันสำปะหลัง ยอดอ้อย ซึ่งวัสดุเหล่านี้ยังมีคุณค่าอาหารทางเคมีสูงพอสมควรและเป็นส่วนที่มีเส้นใยต่ำสัตว์สามารถกินได้

2. ใช้เป็นปุ๋ย ปุ๋ยอินทรีย์จะให้ธาตุอาหาร ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และยังมีคุณสมบัติที่ทำให้คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินดีขึ้น ทำให้ดินมีการอุ้มน้ำดีขึ้น ช่วยให้พืชดูดเอาปุ๋ยเคมีไปใช้ในปริมาณที่สม่ำเสมอทำให้พืชดูดธาตุอาหารหลักไปใช้ประโยชน์ได้นานขึ้น

3. ใช้ทำก๊าซชีวภาพ และได้ปุ๋ยชีวภาพ หรือเรียกว่า กากมูลสัตว์ เนื่องจากมูลสัตว์เป็นวัตถุดิบอย่างดี ใช้ผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนในชนบท ซึ่งไม่เฉพาะมูลสัตว์ ยังสามารถนำเอาวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรอื่นๆ เช่น ใบพืช เศษพืชผัก เศษใบสนปติพัทธ์ ผักตบชวา หญ้าขนน้อย และฟางข้าว นำไปผสมกับมูลสัตว์ผลิตก๊าซชีวภาพได้

4. การใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น การนำฟางข้าว เปลือกถั่ว ฯลฯ ไปหมักเพื่อใช้เพาะเห็ด หรือใช้คลุมดิน ตลอดจนการนำไปใช้เป็นพลังงาน เช่น กะลามะพร้าว เปลือกมะพร้าว โดยเฉพาะกะลามะพร้าวนำไปเผาจะได้ถ่านที่มีคุณภาพดีมาก ปราศจากเขม่าและดีดไฟนานให้ความร้อนพอๆ กับถ่าน หรือจะใช้ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวในการเพาะชำเลี้ยงกล้วยไม้ เหล่านี้เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ในจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เช่น การนำกากน้ำตาลมาหมักรวมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในท้องถิ่น เพื่อให้ได้น้ำสกัดชีวภาพและน้ำสิ่งที่ไม่ได้นำไปใช้หมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น ได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว ทำให้เกิดปุ๋ยหมักซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ยหมัก

3.1 ความหมายของปุ๋ยหมัก

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2541 : 4) ได้กล่าวถึงความหมายของปุ๋ยหมักไว้ดังนี้

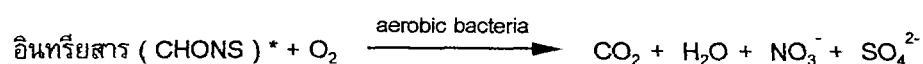
ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ ภายใต้สภาวะควบคุมให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์มากที่สุด จนกระทั่งได้ผลผลิตที่มีความคงตัว ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

วัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักมักใช้ที่มีลักษณะเป็นของแข็ง หรือกึ่งของแข็ง เช่น มูลสัตว์ วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ขยะชุมชน ขยะอุตสาหกรรม เป็นต้น เมื่อวัสดุเหล่านี้ได้ผ่านการหมักจนเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้ว จะมีคุณสมบัติในการปรับปรุงและบำรุงดิน รวมไปถึงคุณสมบัติทางชีวภาพของดิน ทำให้ดินมีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ปุ๋ยหมักเมื่ออยู่ในดินจะค่อยๆ ย่อยสลายและปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังเป็นแหล่งของธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งไม่มีส่วนประกอบของปุ๋ยเคมี

3.2 ประเภทของการหมัก

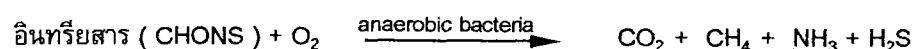
อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์ (2542 : 18) ได้แบ่งประเภทของการหมักออกเป็น 2 แบบตามสภาพของการใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ คือ

1) การหมักแบบใช้ออกซิเจน (aerobic decomposition) ผลผลิตของกระบวนการนี้จะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นหลัก ดังสมการ



ถ้ามีธาตุฟอสฟอรัสอยู่ด้วยจะทำให้ฟอสเฟตออกมาจากปฏิกิริยา เมื่ออินทรีย์สารสลายแล้วจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ ออกมาและให้แร่ธาตุซึ่งเป็นอาหารสำหรับพืช เช่น ไนเตรต ซัลเฟต ฟอสเฟต ในกระบวนการหมักนี้ ต้องมีสภาวะที่เหมาะสม เช่น มีปริมาณออกซิเจนเพียงพอ อุณหภูมิความชื้นพอเหมาะ การย่อยสลายจึงจะเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

2) การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic decomposition) ผลผลิตของกระบวนการนี้จะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน แอมโมเนีย และก๊าซไข่เน่า ดังสมการ



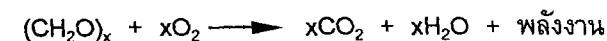
3.3 กระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก

กรมวิชาการเกษตร (2542 : 168 - 170) ได้สรุปกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก มี 2 แบบ คือ

1) กระบวนการเป็นปุ๋ยหมักแบบมีอากาศ

ปฏิกิริยาสำคัญที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะการย่อยสลายแบบมีอากาศเป็นดังนี้ คือ

* หมายถึง อินทรีย์สารที่มีธาตุหลายธาตุตามสัญลักษณ์ที่ปรากฏรวมกันอยู่ แต่ไม่ได้หมายถึงสารประกอบที่มีสูตรโมเลกุลตามที่ปรากฏ



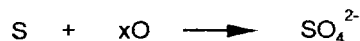
น้ำตาล

เซลลูโลส

เฮมิเซลลูโลส



โปรตีน



อินทรีย์กำมะถัน



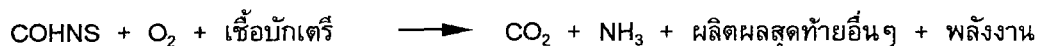
อินทรีย์ฟอสเฟต

กระบวนการเป็นปุ๋ยหมักส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะที่มีอากาศ โดยเชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ ผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักแบบมีอากาศคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย น้ำและความร้อน

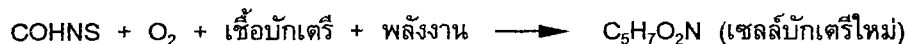
2) กระบวนการเป็นปุ๋ยหมักแบบไม่มีอากาศ

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะการย่อยสลายแบบไม่มีอากาศเป็นดังนี้ คือ

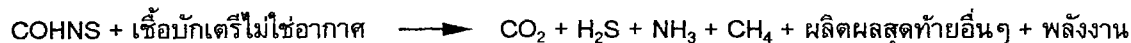
สมการที่ 1



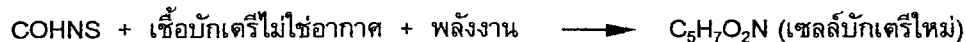
สมการที่ 2



สมการที่ 3



สมการที่ 4



ผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักแบบไม่มีอากาศ คือ ก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย ก๊าซอื่นอีกเล็กน้อย และกรดอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำอื่น ๆ

3.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก

กรมวิชาการเกษตร (2542 : 174-180) ได้สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก ดังนี้

1. วัตถุดิบ

วัตถุดิบสำหรับทำปุ๋ยหมักแบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

1) วัตถุดิบที่สลายตัวง่าย เช่น ผักตบชวา ต้นกล้วย ใบตอง เศษหญ้า ฟิชน้ำ เศษผัก กากเมล็ดข้าวฟ่าง พืชตระกูลถั่วต่างๆ เช่น ใบกระถิน ใบจามจุรี ต้นถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วฝักยาว โสน ปอเทือง ฯลฯ

2) วัตถุดิบที่สลายตัวยาก เช่น ฟางข้าว แกลบ ชานอ้อย ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ต้นข้าวโพด ชังข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง

2. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)

ปริมาณไนโตรเจนและอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสำคัญมากสำหรับกระบวนการย่อยสลาย โดยทั่วไปถ้าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่า 1.5-2.5 เปอร์เซ็นต์ ก็ไม่จำเป็นต้องเพิ่มไนโตรเจนให้กองปุ๋ย

3. ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมของวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการย่อยสลาย วัสดุอินทรีย์โดยเชื้อจุลินทรีย์ ด้วยสาเหตุที่น้ำจำเป็นสำหรับการละลายธาตุอาหารและเป็นส่วนของเซลล์ โปรโตพลาสปริมาณความชื้นต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งกิจกรรมทางชีวภาพได้อย่างรุนแรง ปริมาณความชื้นที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดการชะล้างธาตุอาหารและเชื้อโรคออกจากกองปุ๋ย ในกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศ ปริมาณความชื้นระหว่าง 50-70 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 60 เปอร์เซ็นต์) เหมาะสมที่สุดสำหรับกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก

4. อุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่าง

อุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างเป็นผลมาจากการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ของกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก ดังนั้นจึงยากต่อการจัดการโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ในช่วงต้นๆ ของกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่ความเป็นกรด-ด่างภายในกองปุ๋ยหมักต่ำลงเป็นค่า 5.6 ทั้งนี้ที่ความเป็นกรด-ด่างมีค่าต่ำลง กิจกรรมที่อยู่ในกองปุ๋ยก็เปลี่ยนกลับโดยอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยเริ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จากอุณหภูมิปานกลาง (20-40 องศาเซลเซียส) ไปเป็นอุณหภูมิสูง (50-70 องศาเซลเซียส) ภายหลังจากเมื่อความเป็นกรด-ด่างของกองปุ๋ยมีค่ามากกว่า 7 และอาจจะถึง 8-9 อุณหภูมิจะเป็น 65-70 องศาเซลเซียส และจะคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ประมาณ 2-3 ชั่วโมงถึง 2 วัน ขึ้นอยู่กับค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนและอัตราการย่อยสลายคาร์บอน ในขณะที่ความเป็นกรด-ด่างของกองปุ๋ยหมักที่มีค่าอยู่ในช่วง 7-9 อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยเริ่มลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยภายหลังจากระยะเวลาหลายวันหรือหลายสัปดาห์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก

3.5 การวัดการสลายตัวของปุ๋ยหมัก

สมิตรา กูว์โรดม (2532 : 162-163) ได้กล่าวถึงการวัดการสลายตัวของปุ๋ยหมัก อาจทำได้หลายวิธีดังนี้

1. วัดปริมาณ CO_2 ที่ถูกปลดปล่อยออกมา หรือวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ไป
2. วัดปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ลดลงโดยวิธีทางเคมีหรือการชั่งน้ำหนัก (weight loss)
3. วัดปริมาณการสูญเสียอินทรีย์สารบางชนิด เช่น เซลลูโลส ลิกนิน เป็นต้น

3.6 วิธีการตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

ที่มีในปุ๋ยหมัก

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2535 : 90 - 131) ได้อธิบายวิธีการตรวจสอบการมีธาตุต่างๆ ไว้ดังนี้

ถ้าสารที่จะนำมาวิเคราะห์เป็นของแข็งเช่น ปุ๋ยหมัก ขั้นแรกต้องทำให้เป็นสารละลายก่อนโดยใช้ตัวทำละลายต่างๆ และใช้ปุ๋ยหมักครั้งละประมาณ 0.05 - 0.1 กรัม ทดลองละลายในตัวทำละลายตามลำดับดังต่อไปนี้

1. น้ำเย็นและน้ำร้อน
2. กรดเกลือที่เจือจางเย็นและร้อน
3. กรดเกลือที่เข้มข้นเย็นและร้อน
4. กรดไนตริกที่เจือจางเย็นและร้อน

4 15 2 2 1

5. กรดไนตริกที่เข้มข้นเย็นและร้อน

6. กรดกัดทอง (aqua regia) ร้อน

เมื่อทราบว่าปุ๋ยหมักจะนำไปวิเคราะห์ละลายในตัวทำละลายชนิดใดแล้วก็ใช้ปุ๋ยหมักนั้นประมาณ 0.3 กรัม ละลายในตัวทำละลายนั้น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อนำสารละลายปุ๋ยหมักนี้ไปวิเคราะห์ต่อไป

1) การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมัก

การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมักตรวจสอบได้โดย ปฏิกริยาตกตะกอนเฉพาะซึ่งมีวิธีการตรวจสอบดังนี้

1. นำสารละลายปุ๋ยหมักที่เตรียมไว้มา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 2 โมลต่อลิตร 5 หยด แล้วเติมสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) ความเข้มข้น 1 โมลต่อลิตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน

2. ค่อยๆหยดกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไปข้างหลอดให้สารละลายแยกออกเป็น 2 ชั้น กรดซัลฟิวริกเข้มข้นจะอยู่ชั้นล่างสุด ระหว่างชั้นทั้งสองถ้ามีวงแหวนสีน้ำตาลเกิดขึ้น แสดงว่ามีไนเตรต ในสารละลายปุ๋ยหมักนี้

2) การตรวจสอบการมีธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมัก

การตรวจสอบการมีธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักตรวจสอบได้โดย ปฏิกริยาตกตะกอนเฉพาะซึ่งมีวิธีการตรวจสอบดังนี้

1. นำสารละลายปุ๋ยหมักที่เตรียมไว้มา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 5 หยด แล้วเติมสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต ($(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$) เข้มข้น 1 โมลต่อลิตร ลงไป 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน

2. จุ่มสารละลายที่ได้ในน้ำอุ่นเป็นเวลา 1 นาที ถ้าได้ตะกอนสีเหลืองเกิดขึ้นในหลอดทดลองแสดงว่ามี ฟอสเฟต ในสารละลายปุ๋ยหมักนี้

3) การตรวจสอบการมีธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยหมัก

การตรวจสอบการมีธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักสามารถตรวจสอบได้โดย การตรวจสอบด้วยเปลวไฟ (flame test) หรือ Dry test ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบดังนี้

1. นำสารละลายปุ๋ยหมัก ที่เตรียมไว้ ประมาณ 3 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ในหลอดทดลอง

2. นำกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในหลอดทดลอง

ขนาดกลาง

3. นำลวดนิโครมยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ไปล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น แล้วนำไปเผาในเปลวไฟ

4. นำลวดนิโครมที่ล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริกแล้วไปจุ่มในสารละลายปุ๋ยหมัก แล้วนำไปเผาในเปลวไฟ ดูการเปลี่ยนแปลงสีของเปลวไฟ ถ้าเปลวไฟมีสีม่วง แสดงว่ามีธาตุโพแทสเซียมในสารละลายปุ๋ยหมัก

กรณีที่ไม่เห็นสีของเปลวไฟชัดเจนจะใช้กระจกโคบอลต์มาช่วยในการตัดแสงจากเปลวไฟ จะเห็นสีของเปลวไฟ เป็นสีแดงชมพู แสดงว่ามีธาตุโพแทสเซียมในสารละลายปุ๋ยหมัก

3.7 ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

กรมวิชาการเกษตร (2542 : 188-189) ได้สรุปประโยชน์ของปุ๋ยหมักอาจจำแนกออกได้ดังนี้

1. ด้านการเกษตร

กระบวนการทำปุ๋ยหมักเป็นวิธีการแปรเปลี่ยนวัสดุเหลือทิ้งอินทรีย์ทั้งหลายให้กลับมาเป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกพืชอีกครั้ง ดินในเขตดอนมีอินทรีย์วัตถุโดยเฉลี่ยประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ดินในเขตร้อนมีเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมักให้แก่ดินเกือบทุกที่ ถ้าต้องการคงความอุดมสมบูรณ์ของดินในเขตร้อนไว้

2. ทางกายภาพ

การใส่ปุ๋ยหมักลงดินจะทำให้โครงสร้างและเนื้อดินดีขึ้น ในดินเนื้อละเอียดอัดตัวแน่น เช่น ดินเหนียว ปุ๋ยหมักจะช่วยทำให้ดินนั้นมีสภาพร่วนซุยมากขึ้น ไม่อัดตัวกันแน่นทึบ ส่วนในดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทราย การใส่ปุ๋ยหมักจะช่วยทำให้ดินแน่นขึ้น สามารถอุ้มน้ำหรือดูดซับความชื้นไว้ให้พืชได้มากขึ้น เป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน

3. ทางเคมี

เนื่องจากปุ๋ยหมักทำมาจากเศษพืชเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นปุ๋ยหมักจึงมีธาตุอาหารต่างๆ ที่พืชต้องการ การใส่ปุ๋ยหมักลงดินจึงเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารต่างๆ เหล่านี้แก่ดินด้วย โดยทั่วไปแล้ว ปุ๋ยหมักจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักดังนี้คือ ไนโตรเจนทั้งหมดประมาณ 0.4-2.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชประมาณ 0.2-2.5 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมในรูปที่ละลายน้ำได้ประมาณ 0.5-1.8 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ว่าปุ๋ยหมักจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักน้อยกว่าปุ๋ยเคมี แต่ปุ๋ยหมักยังมีธาตุอาหารรองอื่นๆ ที่พืชต้องการ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส โบรอน ทองแดง โมลิบดีนัม ฯลฯ นอกจากจะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชแล้ว ปุ๋ยหมักยังช่วยให้ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินแปรสภาพมาอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายขึ้น และเมื่อปุ๋ยหมักย่อยสลายอย่างช้าๆ เมื่ออยู่ในดิน มันจะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งจากรายงานจำนวนมากพบว่าผลผลิตพืชที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักอาจจะเป็นเพราะว่าพืชนั้นสามารถสังเคราะห์แสงได้เพิ่มขึ้นจากเดิมอันเนื่องมาจากได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมามากขึ้น

4. ทางชีววิทยา

ในกองปุ๋ยหมักมีเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียอยู่ในปริมาณมาก เมื่อใส่ปุ๋ยหมักลงดินไม่เพียงแต่เป็นการเพิ่มเชื้อจุลินทรีย์จำนวนมากนับล้านๆ เซลล์ลงดินเท่านั้นแต่ในดินเองก็มีเชื้อจุลินทรีย์อีกจำนวนมากเช่นกัน เชื้อจุลินทรีย์พวกนี้จะไปเพิ่มกระบวนการเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย กระบวนการเปลี่ยนเป็นไนเตรต และกระบวนการตรึงไนโตรเจน นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังไปกระตุ้น เชื้อราไมโคไรซาซึ่งอาศัยอยู่แล้วรอบๆ รากพืชให้ช่วยดูดซึมธาตุอาหารเพิ่มขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว มาหมักกับน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นได้แก่ น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช จากขยะเปียกและจากสัตว์ ในการหมักใช้วิธีการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนและใช้ออกซิเจน เพื่อให้ได้ปุ๋ยหมัก และนำปุ๋ยหมักไปตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ต่อไป

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คำว่า “ ปฏิบัติการ ” ตามความหมายในพจนานุกรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525 (2531 : 494) หมายถึง การทดลอง พิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎี ส่วนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้น ยังไม่มีผู้ให้นิยามไว้ แต่มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายในลักษณะของวิธีการสอนวิธีหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2528 : 39) ได้ให้ความหมายการสอนวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการว่า เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยทำการทดลองปฏิบัติฝึกการใช้ทฤษฎี โดยผ่านการสังเกต การทดลอง ภายใต้อาสาที่ควบคุมไว้

วีระชาติ สวนไพบรินทร์ (2531 : 39) ได้ให้ความหมายการสอนโดยปฏิบัติการทดลองว่า เป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนมีโอกาสทำกิจกรรมการทดลองด้วยตนเองเป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีหนึ่งตามขบวนการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการเลียนแบบวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงวิธีหนึ่ง

อรทัย วิเศษสกุล (2534 : 11) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ การสอนแบบปฏิบัติการ หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้จากการทดลองด้วยตนเอง เพื่อมุ่งให้นักเรียนได้มีเสรีภาพทางความคิดและได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า หาความรู้จากกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูให้คำแนะนำปรึกษา และบทปฏิบัติการเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีครูให้คำแนะนำปรึกษา

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กับการสอนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นโดยเน้นการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง นักเรียนมีโอกาสปฏิบัติการร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง มีโอกาสที่จะสัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

4.2 จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

แอนเดอร์สัน (Anderson.1976 : 60-79), ออฟสไตน์และลูนิตตา (Hofstein and Lunetta.1982 : 203) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกิจกรรมมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. เพื่อส่งเสริมความคิดแบบวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อปลูกฝังทักษะการสืบสวนสอบสวน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ ได้
4. เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจ เจตคติ ความพึงพอใจ ความมีใจกว้าง และความอยากรู้อยากเห็นในวิชาวิทยาศาสตร์
5. เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความซาบซึ้งและเลียนแบบบทบาทของนักวิทยาศาสตร์
6. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทั้งทางด้านความรู้ทักษะซึ่งต่อความมีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทางด้านความเข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
7. เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหา
8. เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และความสามารถทางสติปัญญา

9. เพื่อพัฒนาความสามารถทางการปฏิบัติ

สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ปลุกฝังให้เกิดความสนใจ เจตคติ ความพึงพอใจ ความมีใจกว้าง ความอยากรู้อยากเห็นในวิชาวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถทางสติปัญญา ตลอดจนความสามารถทางการปฏิบัติ

4.3 ประเภทของการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สำหรับการให้นักเรียนทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้น โดยทั่วไปจัดได้ 2 แบบ คือ

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory)
2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory)

สวัณท์ นิยมคำ (2517 : 142-144) , สเพียร์ส และดีน (Spears & Dean. 1977 : 34-35) ได้กล่าวเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการทดลองแบบสำเร็จรูปและแบบไม่กำหนดแนวทาง สรุปได้ดังนี้

1) การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) การทดลองแบบนี้ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา นอกวิธีการแก้ปัญหาและอื่นๆ ไว้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำชี้แจงในคู่มือการทดลอง (Lab Direction)

2) การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory) การทดลองแบบนี้ นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบโดยครูกำหนดปัญหาให้ เมื่อได้แนวทางแล้วจึงแยกย้ายกันทำการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายหน้าชั้นอีกครั้งหนึ่ง การทดลองแบบนี้เป็นการส่งเสริมสมรรถภาพทางด้านความคิด ควรให้นักเรียนวางแผนการทดลองก่อนแล้วจึงลงมือทำการทดลองตามแบบที่กำหนดไว้ การวางแผนการทดลองครูอยู่ในฐานะเป็นผู้เลี้ยง ซึ่งการวางแผนการทดลองประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน และการสร้างแบบทดลองตามลำดับ

นอกจากนี้ สเพียร์ส และดีน ยังได้เปรียบเทียบขั้นตอนในการทดลองทั้งสองแบบไว้ สรุปได้ดังนี้

การทดลองแบบสำเร็จรูป	การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง
1. กำหนดปัญหาให้ก่อนพบกันในห้องเรียน	1. กำหนดปัญหาให้ก่อนพบกันในห้องเรียน
2. แนะนำหรือชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงเครื่องมือที่จะใช้	2. แนะนำหรือชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงเครื่องมือที่จะใช้
3. กำหนดวิธีปฏิบัติการทดลองเพื่อแก้ปัญหา	3. ชักถามนักเรียนเพื่อหาทางแก้ปัญหา
4. ให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้	4. ให้นักเรียนแสดงข้อสรุปจากข้อมูลที่ได้
5. ให้นักเรียนลงความเห็นจากข้อมูลและให้อธิบายข้อความเห็น	

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบทดลองทั้ง 2 แบบที่กล่าวมา มีความแตกต่างกันคือ การทดลองแบบสำเร็จรูป นักเรียนจะได้รับคำแนะนำหรือบอกให้ทราบถึงวิธีปฏิบัติการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูลและการจัดกระทำกับข้อมูล ส่วนการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง นักเรียนจะได้รับคำแนะนำเพียงเล็กน้อยหรืออาจไม่ได้รับคำแนะนำเลย นักเรียนจะมีอิสระที่จะศึกษาปัญหาที่กำหนดให้หรือปัญหาที่นักเรียนมีความสนใจตามแนวทางของตนเอง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศไทย

ซึ่งใช้หลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น มีการกำหนดวิธีการปฏิบัติ การทดลองมาให้นักเรียน จึงจัดว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบสำเร็จรูป

4.4 ขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สุวิมล เขียวแก้ว (2527 : 85-86) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ ขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบสำเร็จรูป มีรูปแบบดังนี้

1. ครูตั้งปัญหาให้
2. ครูเสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูล หรือใช้วิธีการตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน
3. นักเรียนลงมือปฏิบัติการ เพื่อรวบรวมข้อมูลตามวิธีการที่ได้รับการเสนอแนะ
4. นักเรียนจัดทำตารางแสดงข้อมูล เขียนกราฟตามที่ระบุไว้ในบทปฏิบัติการ
5. นักเรียนตอบคำถามของครูโดยใช้ข้อมูลจากการทดลอง
6. นักเรียนและครูช่วยกันรวบรวมคำตอบเพื่อสรุปเป็นความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาของสิ่ง

ที่ศึกษา

ขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบไม่กำหนดแนวทาง มีรูปแบบดังนี้

1. ครูตั้งปัญหาให้หรืออาจจะให้นักเรียนเลือกปัญหาที่อยากจะศึกษาซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่

อาจคาดหมายผลการศึกษาได้ล่วงหน้า

2. นักเรียนช่วยกันนิยามปัญหาอย่างชัดเจน
3. นักเรียนเสนอวิธีการทดลองโดยอาจจะใช้เวลาระยะหนึ่งในการค้นคว้าเพื่อวางแผนการทดลอง

ซึ่งอาจจะกำหนดวิธีการค้นคว้าที่เป็นไปได้ประมาณ 2-3 ปี

4. นักเรียนทำการทดลองโดยสามารถปรับระยะเวลาได้
5. นักเรียนสังเกตและสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งผลการทดลองอาจจะมีคำตอบที่ถูกต้อง

ได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ

6. การทดลองอาจก่อให้เกิดปัญหาในการแสวงหาคำตอบนอกชั้นเรียนต่อไป
7. นักเรียนปรึกษาเกี่ยวกับผลการทดลองกับเพื่อนๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดความภาคภูมิใจในผลงานของ

ตนเอง

8. ครูอาจตั้งคำถามในตอนท้ายเพื่อให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้ และใช้หลักเกณฑ์เหล่านี้ทำนายผลการทดลองที่เกี่ยวข้อง

นอกจากนี้ โรมมี (Romey.1968 : 125) ได้แบ่งกิจกรรมการสอนแบบทดลอง ออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre – Lab Discussion) ในขั้นนี้จะมีการตั้งปัญหาถามนักเรียน เกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง ทำการสาธิตเพื่อสร้างความสนใจ และให้ความสัมพันธ์บางอย่าง

2. ขั้นทำการทดลอง (Lab – Activity) ในขั้นนี้เป็นการให้นักเรียนลงมือทำการทดลองตามแนวที่ได้ อภิปรายไว้ในขั้นก่อน บทบาทของครูจะอยู่ในฐานะผู้อำนวยการวิจัยมากกว่าที่จะเป็นผู้ทำการทดลอง เป็นกองหนุนดูแลช่วยเหลือและให้กำลังใจ อภิปรายร่วมกับนักเรียน ส่วนผู้มีบทบาทสำคัญนั้นคือ นักเรียน

3. ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) หลังจากนักเรียนได้ทำการทดลองแล้ว ให้นักเรียนเสนอผลการทดลองในช่วงนี้ สิ่งที่อยู่ในมือครูคือ ผลการทดลองที่ถูกต้องจากหนังสือ จากการทดลองมีอาชีพ จากการทดลองที่ใช้เครื่องมืออย่างดีหรือจากครู ข้อมูลและผลการทดลองชุดนี้มีไว้เพื่อ เปรียบเทียบกับของนักเรียนว่า การทดลองของนักเรียนเป็นอย่างไร นอกจากนี้ครูอาจจะให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งกิจกรรมการสอนได้ เป็น 3 ขั้น คือ ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทำการทดลอง และขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

4.5 บทบาทของครูในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

โฮฟ (Hoff 1950 : 173-175) กล่าวเกี่ยวกับบทบาทของครู สรุปได้ว่าครูทำหน้าที่เป็นผู้คอยดูแลช่วยเหลือนักเรียนเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ โดยครูควรอยู่ในห้องที่นักเรียนทำการทดลองตลอดเวลาและควรยืนอยู่ในตำแหน่งที่นักเรียนทุกคนสามารถมองเห็นได้ทั่วถึง

ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 5-6) กล่าวว่า บทบาทของครูมีอยู่ 3 ตอน ด้วยกันคือ

ตอนที่ 1 การอธิบายก่อนทดลอง (Pre-lab Discussion) ครูจะต้องเตรียมคำถามต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือแนะแนวทาง เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไป ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ

ตอนที่ 2 การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) ครูจะต้องคอยดูแลให้คำแนะนำต่างๆ อย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุน และเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย ไม่ปล่อยให้ นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามลำพัง

ตอนที่ 3 การอภิปรายผลการทดลอง (Post-lab Discussion) ครูจะต้องเตรียมคำถามต่างๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูล หรือผลการทดลองที่รวบรวมได้สรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่างๆ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วย

สรุปได้ว่า บทบาทของครูในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ครูทำหน้าที่ในการให้คำแนะนำต่างๆ คอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากเห็น เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองที่รวบรวมได้ สรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎี และหลักการต่างๆ ตั้งแต่ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทำการทดลอง ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

4.6 ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สุเทพ อุตสาหะ (2526 : 68), บุญชม ศรีสะอาด (2528 : 278-279), ภาพ เลขาไพบูลย์ (2534 : 141) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนแบบทดลองได้ดังนี้

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
2. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง
3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์เหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง
4. เป็นการเรียนรู้จากของจริง ทำให้จำได้นานกว่าการเรียนรู้จากสัญลักษณ์
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการทดลอง สามารถจัดให้กับผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มย่อยได้
6. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การสรุปครอบคลุม (Generalization) และการใช้การสรุปครอบคลุมในสถานการณ์ใหม่
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีทักษะมากขึ้น
8. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการหรือการสอนแบบทดลองมีประโยชน์คือ นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และสนใจใฝ่หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบสำเร็จรูป คือ กำหนดวิธีปฏิบัติการทดลองไว้ในบทปฏิบัติการ และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามวิธีการทดลองที่กำหนดไว้ในบทปฏิบัติการ

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน วิธีหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิด เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและทำการทดลอง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบนี้ เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2537 : 14)

5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษา ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

พจน์ สะเพียรชัย (2517 : 49) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมของคน ที่แสดงออกถึงความสามารถในการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย การจัดกระทำกับข้อมูล การแปลความหมายข้อมูลการสรุป การสร้างสมมติฐาน การออกแบบแผนและการดำเนินการทดลอง การคำนวณ และทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

วรรณทิพา รอดแรงคำและจิต นวนแก้ว (2532 : 5) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ

กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ (2536 : 75) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ซึ่งรวมทั้งการค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์พร้อมกับมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงพฤติกรรมในการสังเกต การเลือกเครื่องมือ การตั้งสมมติฐานการหาข้อยุติหรือการแสดงความคิดเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

สุรางค์ สากร (2537 : 59) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนคิดและรวบรวมข้อมูลได้ด้วยการสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การตีความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปและการทดลอง

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 14) กล่าวว่า พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทำการทดลอง เป็นต้น

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่มีนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้แก้ปัญหาและศึกษาค้นคว้า ดังนั้นในการสอนจึงต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น อันเป็นวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

5.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

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

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skills) มี 8 ทักษะ
2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) มี 5 ทักษะ

1) ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skills)

- 1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
- 1.2 ทักษะการวัด (Measuring)
- 1.3 ทักษะการคำนวณ (Using Numbers)
- 1.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
- 1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship)
- 1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)
- 1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)
- 1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

2) ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skills)

- 2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)
 - 2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
 - 2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
 - 2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)
 - 2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)
- จากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น 13 ทักษะ สมจิต สารนไพบูลย์ (2526 : 64-73), วรณทิพา รอดแรงคำและจิต นวนแก้ว (2532 : 5-8), ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 15-29), สุรางค์ สาร (2537 : 62-88) ได้เสนอรายละเอียดไว้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing)

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

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1) ชี้นำและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือ

หลายอย่าง

2) บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุ โดยการกะประมาณ

3) การบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measuring)

หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1) เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

3) บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

4) ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

5) ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers)

หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1) การนับ ได้แก่

1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน

2) การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) ได้แก่

2.1 บอกวิธีคำนวณได้

2.2 คิดคำนวณได้ถูกต้อง

2.3 แสดงวิธีการคิดคำนวณได้

3) การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

3.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย

3.2 หาค่าเฉลี่ย

3.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)

หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

2) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space / Space Relationship and Space / Time Relationship)

สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสกับวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

- 1) ชี้นำรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 2) วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ
- 3) บอกชื่อรูปของรูปทรงเรขาคณิตได้
- 4) บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบुरु 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ ได้
- 5) บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้
- 6) บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 7) บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกเงาว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้
- 8) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้
- 9) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้นโดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนหรือบรรยายเป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1) เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 2) บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 3) ออกแบบการเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 4) เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 5) บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
- 6) บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของภาพ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูล ที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุปการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ซึ่งทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูล ที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1) การพยากรณ์ทั่วไป

1.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่ได้

2) การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่

2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)

หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดหาล่วงหน้าที่ยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีมาก่อน

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

สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้วคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองประกอบด้วย กิจกรรม 3 ชั้น คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงๆ เพื่อกำหนด สิ่งต่างๆ ได้แก่

1.1 วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองจริง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1) ออกแบบการทดลองโดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสมโดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

1.2 ระบุอุปกรณ์ หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

2) ปฏิบัติการทดลองได้และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

3) บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1) แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมาย ข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

2) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ทักษะพื้นฐาน ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นสูงหรือบูรณาการ ได้แก่ ทักษะที่ 9 – 13 ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ การแก้ปัญหาและสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยการวิเคราะห์จาก บทปฏิบัติการทั้ง 6 บทได้จำนวน 8 ทักษะโดยวัดทักษะขั้นพื้นฐาน 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะ การวัด ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และวัดทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการ ทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ทักษะ ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสหลายอย่างในขณะเดียวกันหรือเพียงอย่างเดียว ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เพื่อใช้ในการสัมผัสเหตุการณ์หรือสัมผัสกับวัตถุโดยตรง

ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องและมีหน่วยของการวัดกำกับมาด้วยเสมอ

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

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะชี้บ่งได้ว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุม ในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ หรือปรากฏการณ์หนึ่งๆ

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยการทดลองโดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง

ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปแบบที่ใช้สื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่ต้องศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

6. เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของทักษะภาคปฏิบัติ

ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติ นับว่ามีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นทักษะพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ต่อไปได้เป็นอย่างดี จึงจำเป็นต้องพัฒนาความสามารถด้านทักษะปฏิบัติให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะจะเป็นส่วนสำคัญในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของทักษะภาคปฏิบัติไว้มากมาย ซึ่งสรุปได้ดังนี้

สวัณท์ นิยมคำ (2531 : 299-300) กล่าวถึงทักษะปฏิบัติว่าเป็นความสามารถในการใช้วิธีวิเคราะห์เคลื่อนไหวส่วนต่างๆ เข้าไปปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ความสามารถด้านนี้พูดง่าย ๆ คือ ความสามารถทางกาย เช่น ทักษะในการเขียน (เขียนเร็ว เขียนคล่องแคล่ว และเขียนถูกต้อง) ทักษะในการพิมพ์ดีด (พิมพ์เร็ว พิมพ์คล่อง และพิมพ์ถูกต้อง) ทักษะในการติดตั้งเครื่องมือ ทักษะในการใช้เครื่องมือ ทักษะในการทำ การทดลอง เป็นต้น

วัฒนาพร ระบุพิทักษ์ (2542 : 55) ได้กล่าวถึงความสามารถในทางปฏิบัติว่า เป็นสมรรถภาพที่มุ่งเน้นไปที่การกระทำ การปฏิบัติงาน หรือภารกิจหน้าที่ด้วยการใช้สติปัญญา ความรอบรู้ ความเฉลียวฉลาด

ความสุขรอบคอบ ตามขีดความสามารถและศักยภาพแต่ละบุคคลที่มีอยู่ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ และสำเร็จลุล่วงได้ดีในช่วงเวลาอันสั้น โดยได้แสดงออกให้เห็นปรากฏชัดในรูปของการวางแผนการดำเนินการ การบังคับควบคุมให้เป็นไปตามที่ต้องการ การจัดการ การบริหารงาน ในรูปของผลงานและผลผลิต ซึ่งความสามารถของผู้เรียนทั้งหมดต้องอยู่ภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสภาพจริงมากที่สุด

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 82) ได้กล่าวถึง พฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติ หมายถึง พฤติกรรมเกี่ยวกับกลไกและการปฏิบัติซึ่งมุ่งผลที่ความคล่องแคล่วและชำนาญ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมเชิงความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกได้โดยตรงจากการทำปฏิบัติการทดลอง ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของการวางแผน การดำเนินการ การตัดสินใจ หรือการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ สำเร็จลุล่วงด้วยดีตามเวลาที่กำหนด

6.2 ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์, 2542 : 87 - 88 ; อ้างอิงจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2538 : 25) ได้กล่าวถึงทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนไว้ดังนี้

ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นเป้าหมายหลักของการวัดผล มักเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับการทำการทดลอง ซึ่งพฤติกรรมที่เกี่ยวกับการทำการทดลองนี้ กำหนดกรอบพฤติกรรมที่ต่อเนื่องกันไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1. การวางแผนการทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง
3. การจัดทำรายงานการทดลอง

กรอบพฤติกรรมในด้านทักษะการทดลองตามขอบเขตดังกล่าวมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองประกอบด้วยพฤติกรรมหรือตัวชี้วัดที่ต้องพิจารณาดังนี้

- 1.1 มีการปรึกษาหารือ (กับผู้เกี่ยวข้อง) เพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอนการทดลอง
- 1.2 มีการวางแผนการทดลองได้อย่างเหมาะสม
- 1.3 มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับผู้ร่วมการทดลองอย่างเหมาะสมและชัดเจน
- 1.4 มีความสามารถในการปรับปรุงแนวทางการทำการทดลองอย่างเหมาะสมแก่ปัจจัยที่

เกี่ยวข้อง

2. การปฏิบัติการทดลอง

การปฏิบัติการทดลองมีขอบเขตครอบคลุมพฤติกรรมหลัก 3 ด้านคือ 1) ด้านเทคนิคการทดลอง 2) ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง และ 3) ด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ แต่ละด้านมีรายการพฤติกรรมย่อย ดังนี้

2.1 ด้านเทคนิคการทดลอง พฤติกรรมย่อยในด้านนี้ประกอบด้วย

- 1) ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี เป็นขั้นตอนไม่สับสน
- 2) ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
- 3) อ่านค่าและตรวจสอบความได้ถูกต้อง
- 4) ใช้เทคนิคย่อยในการทดลองได้ถูกต้อง

5) ทำการทดลองอย่างระมัดระวังและปลอดภัย

2.2 ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง พฤติกรรมย่อยในด้านนี้ประกอบด้วย

- 1) ปฏิบัติการทดลองอย่างคล่องแคล่วและถูกต้องสมบูรณ์
- 2) มีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติการ
- 3) ทำการทดลองได้ทันเวลาที่กำหนด

2.3 ด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ พฤติกรรมย่อยในด้านนี้ประกอบด้วย

- 1) จัดพื้นที่สำหรับการทดลองเรียบร้อยเหมาะสมและเพียงพอ
- 2) จัดวางอุปกรณ์เครื่องใช้ให้ได้สะดวกขณะทดลอง
- 3) เก็บเครื่องชั่งและตะเกียงแอลกอฮอล์ได้ถูกวิธี
- 4) ทำความสะอาดพื้นที่และอุปกรณ์ได้อย่างสะอาดและเรียบร้อย

3. การจัดทำรายงาน

พิจารณาจากความถูกต้อง สมบูรณ์ของเนื้อหาสาระตามหัวข้อต่อไปนี้

- 1) ชื่อการทดลองหรือปัญหาที่ศึกษา
- 2) สมมติฐาน
- 3) ตัวแปรที่ศึกษา
- 4) อุปกรณ์ / สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
- 5) วิธีทดลอง
- 6) การบันทึกผลการทดลอง
- 7) การจัดกระทำกับข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล
- 8) การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง
- 9) ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ
- 10) เอกสารอ้างอิง

ตามกรอบพฤติกรรมด้านทักษะการทดลองข้างต้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดสัดส่วนการให้คะแนนไว้ด้วย กล่าวคือ

1. การวางแผนการทดลอง มีคะแนนร้อยละ 40 ของคะแนนเต็ม
 2. การปฏิบัติการทดลอง มีคะแนนร้อยละ 40 ของคะแนนเต็ม
 3. การจัดทำรายงานการทดลอง มีคะแนนร้อยละ 20 ของคะแนนเต็ม
- (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 : 25-27)

สรุปได้ว่าทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน คือ พฤติกรรมที่แสดงออกในขณะทำการทดลองซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่ การวางแผนการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การจัดทำรายงานการทดลอง

6.3 การประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 89-91) ได้กล่าวถึงการประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

การประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติที่นิยมใช้มีอยู่ 3 วิธี ได้แก่

1. การสังเกตและบันทึก
2. รายงานการทดลอง
3. การทดสอบ

1. การสังเกตและบันทึก

การสังเกต หมายถึง การติดตามดูการกระทำอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ได้ข้อมูลการกระทำต่าง ๆ การสังเกตที่ดีจะต้องมีการวางแผน มีวัตถุประสงค์ และมีการบันทึกผลการสังเกตไว้เป็นหลักฐาน

การบันทึกผลการสังเกต อาจทำได้หลายวิธี ในการนี้กรอนลันด์ (Gronlund, 1985 : 384) ได้นำเสนอไว้ 3 วิธี ดังนี้

1) การบันทึกย่อ (Anecdotal Records)

การบันทึกย่อเป็นการบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนที่ผู้สอนเห็นว่ามีความสำคัญควรแก่การบันทึก ไม่มีการกำหนดแบบฟอร์มที่ตายตัว ผู้บันทึกสามารถคิดแบบฟอร์มขึ้นใช้เองได้ตามความเหมาะสม

2) การจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scales)

การจัดอันดับคุณภาพเป็นการบันทึกข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นพฤติกรรมและส่วนที่เป็นมาตราบอกระดับของการกระทำ (Scale) การบันทึกแบบนี้อาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดอันดับแบบตัวเลข แบบกราฟ และแบบบรรยาย เป็นต้น

3) แบบตรวจสอบ (Checklist)

แบบตรวจสอบเป็นแบบบันทึกการสังเกตที่ประกอบด้วยส่วนของรายการของพฤติกรรมและส่วนที่ให้ผู้สังเกตบันทึกผล แบบบันทึกในลักษณะดังกล่าวเหมาะสำหรับการพิจารณาว่าการกระทำหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนเกิดขึ้นตามรายการที่กำหนดไว้หรือไม่ แต่ไม่ได้บอกถึงคุณภาพหรือความถี่ของพฤติกรรมที่เกิดขึ้น เช่น ในส่วนของพฤติกรรมทำการทดลอง หากใช้โครงสร้างตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแนะนำไว้ ก็ควรครอบคลุมพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน คือ

1) การวางแผนการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง และ 3) การจัดทำรายงาน

2. รายงานการทดลอง

รายงานการทดลอง คือ เอกสารที่ผู้เรียนเรียบเรียงขึ้นโดยประมวลข้อมูลจากการทำการทดลอง และจากเอกสารอ้างอิงที่ใช้ค้นคว้า

ในการเขียนรายงานการทดลอง นิยมเขียนโดยกล่าวถึงข้อมูลที่จำเป็นตามหัวข้อที่กำหนด ซึ่งผู้เรียนอาจทำรายงานการทดลองเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ทั้งนี้ตามที่คุณสอนกำหนด โดยทั่วไปสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษานิยมให้จัดทำรายงานเป็นกลุ่ม ส่วนในระดับอุดมศึกษานิยมให้จัดทำเป็นรายบุคคล

เนื่องจากโดยธรรมชาติของการรายงานการทดลอง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องกระทำควบคู่กับการปฏิบัติการทดลอง และผู้เรียนจะเสนอรายงานต่อผู้สอนในลักษณะทยอยส่งตามลำดับของบทปฏิบัติการนั้น เป็นการเอื้ออำนวยให้ผู้สอนได้ใช้ประโยชน์จากการตรวจรายงานเพื่อการประเมินผลแบบปรับปรุง (Formative Evaluation) ได้อย่างเต็มที่

3. การทดสอบ

การทดสอบเป็นวิธีการอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้วัดผลการเรียนด้านทักษะปฏิบัติหรือทักษะการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ การทดสอบมีอยู่หลายแบบแต่ที่นิยมใช้ในการวัดทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) และการทดสอบข้อเขียน (Paper – pencil Test) การทดสอบทั้ง 2 แบบนี้มีรายละเอียดที่ควรทราบในการนำมาใช้วัดผลการเรียนด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) การทดสอบภาคปฏิบัติ

การทดสอบภาคปฏิบัติเป็นการทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้กระทำจริง เพื่อให้ผู้สอนพิจารณาความสามารถในเรื่องต่างๆ ที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ แต่เนื่องจากการทดสอบภาคปฏิบัติเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลามาก ดังนั้นจึงนิยมกระทำกับพฤติกรรมที่สำคัญจริงๆ โดยการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นแล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติหรือแก้ปัญหา

อย่างไรก็ตาม ในการทดสอบภาคปฏิบัติหากเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับความรอบคอบเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากกรณีต่างๆ เช่น อุบัติเหตุจากไฟไหม้ อุบัติเหตุจากสารเคมี อุบัติเหตุจากการระเบิด อุบัติเหตุจากการถูกของมีคมบาด และอุบัติเหตุจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ฯลฯ ก็ควรนำมาใช้เป็นประเด็นในการทดสอบภาคปฏิบัติด้วย

2) การทดสอบข้อเขียน

การทดสอบข้อเขียนสำหรับพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติมีลักษณะเช่นเดียวกับการทดสอบพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย กล่าวคือ ผู้สร้างแบบทดสอบอาจเลือกใช้รูปแบบใดๆ ก็ได้ตามความเหมาะสม เช่น อาจใช้การทดสอบแบบความเรียง (อัตนัย) โดยให้ผู้เรียนเขียนอธิบายขั้นตอนในการทดลองหรือขั้นตอนในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ รวมทั้งข้อควรระวังในกรณีต่างๆ เป็นต้น หรืออาจใช้การทดสอบแบบปรนัยชนิดต่างๆ ก็ได้ ทั้งนี้มีข้อสังเกตที่สำคัญว่า การทดสอบข้อเขียนเหมาะสำหรับใช้กับผู้เข้าสอบจำนวนมากที่เข้าสอบในคราวเดียวกัน แต่มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถวัดพฤติกรรมเชิง “การกระทำ” ที่แท้จริงได้

สรุปได้ว่า การประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ สามารถประเมินได้โดยการสังเกตและการบันทึก รายงานผลการทดลอง การทดสอบ

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้วัดทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจากสภาพจริงอิงเกณฑ์รูบริก (Rubric) เป็นแบบประมาณค่า 4 อันดับ ประเมินพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

1. การวางแผนการทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง
 - 2.1 เทคนิคการทดลอง
 - 2.1 ความคล่องแคล่วในการทดลอง
 - 2.3 ความสะอาดและความเป็นระเบียบ
3. การจัดทำรายงานการทดลอง

ซึ่งแบบประเมินนี้ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินทักษะปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

7. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

7.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติตรงกับความหมายภาษาอังกฤษว่า "Attitude" หมายถึง ท่าทีหรือความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 : 235) นักการศึกษาได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

นิวคอมบ์ (Newcomb. 1950 : 128) ให้ความหมายไว้ว่า เจตคติเป็นความรู้สึกเอนเอียงของจิตใจที่มีต่อประสบการณ์ที่คนเราได้รับอาจมากหรือน้อยก็ได้ เจตคติแสดงออกได้ทางพฤติกรรมซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ คือ การแสดงออกในลักษณะที่พึงพอใจ ชอบหรือเห็นด้วย ลักษณะนี้เรียกว่า เจตคติเชิงบวก หรือเชิงนิมาน (Positive Attitude) อีกลักษณะหนึ่ง คือ การแสดงออกในลักษณะที่ไม่พึงพอใจ ไม่ชอบไม่เห็นด้วย เบื่อหน่าย ชิงชัง ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า เจตคติเชิงลบ (Negative Attitude)

คณะอนุกรรมการการพัฒนากการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 53) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกท่าทีของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นต้นว่า วัตถุสิ่งของ บุคคล เหตุการณ์ ทั้งที่พอใจและไม่พอใจ มีผลทำให้บุคคลตอบสนองต่อสิ่งนั้นแตกต่างกันออกไป

จากความหมายของเจตคติข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในเชิงบวก คือ ชอบ เห็นด้วย พอใจ หรือเชิงลบ คือ ไม่ชอบ ไม่เห็นด้วย ไม่พอใจ สามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้เป็นผลให้มีการแสดงออกของพฤติกรรมของบุคคลที่แตกต่างกัน

7.2 ประเภทของเจตคติ

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528 : 230) ได้แบ่งเจตคติ ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. เจตคติทางบวกหรือเจตคติที่ดี หมายถึง แนวโน้มที่อินทรีย์จะเข้าหาสิ่งเร้าหรือสถานการณ์นั้นเนื่องจากความชอบหรือความพอใจ
2. เจตคติทางลบหรือเจตคติที่ไม่ดี หมายถึง แนวโน้มที่อินทรีย์จะถอยหนีจากสิ่งเร้าหรือสถานการณ์นั้นๆ เนื่องจากความไม่ชอบหรือไม่พอใจ

7.3 องค์ประกอบของเจตคติ

เทรนดิส (Triandis. 1971 : 2-3) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติออกเป็น 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive Component) ได้แก่ ความรู้และแนวความคิดที่บุคคลมีต่อสิ่งเร้าไม่ว่าบุคคลหรือสถานการณ์ใดๆก็ตาม ความรู้และแนวความคิดดังกล่าวจะเป็นสิ่งกำหนดลักษณะและทิศทางของเจตคติของบุคคล กล่าวคือ ถ้าบุคคลมีความรู้และแนวความคิดต่อสิ่งเร้าใดครบถ้วนแล้ว บุคคลนั้นก็จะมีเจตคติต่อสิ่งเร้านั้นไปในทางบวกหรือลบชัดเจนยิ่งขึ้น
2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) ได้แก่ อารมณ์หรือความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า อารมณ์หรือความรู้สึกดังกล่าวจะเป็นสิ่งกำหนดทิศทางและลักษณะของเจตคติไปในทางบวกต่อสิ่งนั้น แต่ถ้าบุคคลมีอารมณ์หรือความรู้สึกที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น บุคคลก็จะมีเจตคติทางลบต่อสิ่งนั้น
3. องค์ประกอบด้านความพร้อมในการกระทำ (Behavioral Component) ได้แก่ พฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่ง พฤติกรรมดังกล่าวจะเป็นสิ่งที่บอกลักษณะและทิศทางเจตคติของบุคคล กล่าวคือ ถ้าพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกต่อสิ่งเร้านี้ชัดเจนแน่นอน ทิศทางก็จะมีลักษณะชัดเจนแน่นอนและเป็นทิศทางบวกหรือลบชัดเจนด้วย

7.4 มิติของเจตคติ

ไซว์ และไรท์ (เชดคักดี โฆวาสินธุ์. 2520 : 40-41 ; อ้างอิงจาก Show and Wright. 1967 : 3-14) ได้แบ่งมิติหรือลักษณะของเจตคติ ไว้ดังนี้

1. เจตคติเป็นผลหรือขึ้นอยู่กับการณ์การที่บุคคลประสบผลสำเร็จ แล้วแปรเปลี่ยนมาเป็นความรู้สึกภายใน ที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการที่จะแสดงพฤติกรรม

2. เจตคติของบุคคล จะแปรค่าได้ทั้งในด้านคุณภาพ และความเข้ม โดยจะครอบคลุมช่วงของเจตคติ (Continuum) นั้น ซึ่งจะแปรค่าได้ทั้งมาก ปานกลางและน้อย นั่นคือ เจตคติจะมีค่าทางบวกและทางลบ

3. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มากกว่าเป็นสิ่งที่กำเนิดขึ้นเอง หรือเป็นผลมาจากลักษณะโครงสร้างภายในตัวบุคคล หรืออุปนิสัย

4. เจตคติขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าเฉพาะอย่างทางสังคม

5. เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งเร้าที่เป็นกลุ่มเดียวกัน อาจมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

6. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้ว จะมีลักษณะคงที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก

รวิวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์ (2533 : 13-14) ได้กล่าวว่า มิติของเจตคติว่า โดยทั่วไปจะเห็นว่าเจตคติมีคุณสมบัติหลายอย่าง ถ้าพิจารณาในแง่มุมของมิติต่าง ๆ (Dimensions) จะมองเจตคติได้เข้าใจลึกซึ้งยิ่งขึ้น มิติที่น่าสนใจ มีดังนี้

1. ความเข้มข้น (Intensity) จะมองว่า เจตคติมีความแข็งแกร่งมากน้อยแค่ไหน เจตคติของบุคคลมีความรุนแรงอย่างไร

2. ขนาด (Magnitude) จะมองว่า ขนาดหรือขอบข่ายของเจตคติมีความกว้างขนาดไหน

3. ความเด่น (Salience) จะมองว่า มีความเด่นอยู่ในความรู้สึกของบุคคลมากน้อยเพียงใด

4. ความเป็นแกนสำคัญของชีวิต (Centrality) จะมองว่า บุคคลจะใช้เจตคติใดเป็นหลักในการมองโลก มองชีวิต

5. ไตรมิติ ได้แก่ องค์ประกอบด้านสติปัญญา ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม จะมองเจตคติในแง่ของความเชื่อ ความรู้สึกและพฤติกรรม

6. การสำนึก (Consciousness) จะมองว่า เจตคติอยู่ในสำนึกหรือไม่ หรือไม่อยู่ในสำนึกเพียงบางส่วน

7. ความมั่นคง (Stability) จะมองว่า เจตคตินั้นมีความหมายยืดหยุ่น หรือยากง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด

7.5 ลักษณะทั่วไปของเจตคติ

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528 : 231) ได้กล่าวถึงลักษณะทั่วไปของเจตคติไว้ดังนี้

1. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้หรือการได้รับประสบการณ์ มิใช่สิ่งที่มีติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด

2. เจตคติเป็นดัชนีที่จะชี้แนวทางให้การแสดงพฤติกรรม กล่าวคือ ถ้ามีเจตคติที่ดีก็มีแนวโน้มที่จะเข้าหาหรือแสดงพฤติกรรมนั้นๆ ตรงกันข้ามถ้ามีเจตคติไม่ดีก็มีแนวโน้มที่จะไม่เข้าหา โดยการถอยหนีหรือต่อต้านการแสดงพฤติกรรมนั้นๆ เช่น เด็กชอบครูสอนทำให้อยากเรียนวิชาที่ครูสอน ถ้าเด็กไม่ชอบวิชานั้นๆ หรือไม่ชอบครูคนนั้น ก็พยายามหลีกเลี่ยงไม่เรียนวิชานั้น เป็นต้น

3. เจตคติสามารถถ่ายทอดจากบุคคลหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งได้ เช่น บิดา มารดา ไม่ชอบบุคคลหนึ่งย่อมมีแนวโน้มทำให้เด็กไม่ชอบบุคคลนั้นด้วย

4. เจตคติสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากเจตคติเป็นสิ่งที่ได้รับมาจากการเรียนรู้ หรือ ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ถ้าการเรียนรู้หรือประสบการณ์นั้นเปลี่ยนแปลงไป เจตคติดีย่อมเปลี่ยนแปลงไปด้วย

7.6 การเกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติ

ค้วน ชาวหนู (ม.ป.ป. : 16) ได้กล่าวถึงการเกิดเจตคติ ว่าเจตคติมิได้เกิดขึ้นเอง แต่เกิดจาก

1. ผลรวมขั้นสุดท้ายของการสะสมประสบการณ์ต่างๆ ในช่วงระยะหนึ่งของชีวิตประจำวัน เจตคติที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะมั่นคงถาวรพอสมควร

2. ผลรวมของประสบการณ์ในระยะสั้นนั้นเป็นไปอย่างเข้มข้นตื่นเต้น และรวดเร็ว โดยทันทีทันใดนั่นเอง เจตคติแบบนี้เป็นไปไ้ทั้งเจตคติชั่วคราวและถาวร

3. การได้รับอิทธิพลจากผู้อื่นที่ตนนิยมซาชอบ เมื่อบุคคลนั้นแนะนำก็จะปฏิบัติตามโดยดี

4. การเปรียบเทียบกับประสบการณ์เดิม โดยปราศจากเหตุผล ถ้าจากประสบการณ์เดิมเราชอบสิ่งนั้นเมื่อเราพบของใหม่ที่คล้ายกันก็จะชอบด้วย เช่น เราชอบสีชมพูเมื่อเห็นคนใส่ชุดสีชมพู เราก็ชอบด้วยอย่างนี้เป็นต้น

5. การได้เห็นตัวอย่างที่ดีหรืออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ถูกสุลักษณะก็จะชอบ และปฏิบัติตามไปในทางที่ดีนั้นด้วย

ดังนั้นเจตคติเมื่อเกิดขึ้นมาแล้ว ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากสาเหตุต่างๆ กันดังนี้

เทรนดิส (Traindis. 1971 : 143) ได้กล่าวถึง เจตคติว่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น การได้รับข้อมูลใหม่จากบุคคลอื่น สื่อมวลชน หรือการได้รับประสบการณ์ตรง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบทางด้านความคิด ความเข้าใจ และมีผลทำให้องค์ประกอบด้านความรู้สึกและพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งมีความสอดคล้องกับคำกล่าวของ ชูชีพ อ่อนโคกสูง (2518 : 7) ที่เจตคติอาจเปลี่ยนแปลงได้จากสาเหตุ ดังนี้

1. เมื่อได้รับข้อมูลใหม่จากบุคคลหรือสื่อมวลชน
2. เมื่อได้รับประสบการณ์ตรงหรือความสะเทือนใจหรือความประทับใจ
3. เมื่อถูกบังคับให้ต้องปฏิบัติไปนานๆ
4. เมื่อได้รับการรักษาทางจิต เพื่อให้เข้าใจเหตุผลที่ถูกต้องขึ้น
5. เปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมใหม่

การเปลี่ยนแปลงเจตคติมีปัจจัยอื่นที่เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น แหล่งข่าวสาร (Source) ลักษณะของข่าวสาร (Message) การเสนอข่าวสาร (Channel) และลักษณะของผู้รับข่าวสาร (Audience) เป็นต้น (วิไลพร วรจิตตานนท์. 2531 : 29)

7.7 เทคนิคการวัดเจตคติ

ในการสร้างเครื่องมือวัดเจตคตินั้นสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. วิธีของเธอร์สโตน ได้ใช้วัดเจตคติของบุคคลโดยอาศัยกฎแห่งการเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจ (Law of Comparative Judgement) คือให้ผู้ตอบตัดสินข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อสิ่งหนึ่งว่าเห็นด้วย (Accepted) หรือไม่เห็นด้วย (Rejected) ในข้อความเหล่านั้นมากน้อยเพียงใด โดยให้กลุ่มผู้ตัดสินพิจารณาว่าข้อความที่เสนอมานั้น ควรจะอยู่ตรงไหนเมื่อแบ่งความคิดเห็นทั้งหมด ตั้งแต่เห็นด้วยมากที่สุดไปจนถึงไม่เห็นด้วยมากที่สุดออกเป็น 11 กลุ่มเท่าๆ กัน เมื่อกลุ่มผู้ตัดสินได้พิจารณาตัดสินหมดทุกข้อความแล้ว ก็นำ

แต่ละค่ามาหาค่าสเกล (Scale Value) นั่นคือ หาค่าตำแหน่งมัธยฐานของแต่ละสเกลสำหรับวัดเจตคติต่อไป (Thurstone. 1970 : 128)

2. วิธีวัดทัศนคติโดยใช้ความหมายทางภาษา ซึ่งใช้วิธีนี้เพื่อวัดความหมายของมโนทัศน์ (Concept) ในรูปความหมายของคุณศัพท์ (Adjectives) โดยให้บุคคลทำเครื่องหมายแสดงความคิดเห็นลงในสเกลซึ่งอยู่ระหว่างคำคุณศัพท์ที่มีความหมายสอดคล้องกับคุณศัพท์ ในแต่ละสเกลอย่างไร้ความหมายน้อยแต่ไหน แล้วกรอกความเห็นลงในสเกล (Qsgood. 1957 : 189)

3. วิธีของลิเคิร์ต เป็นวิธีการวัดเจตคติโดยการนำเอาข้อความที่จะใช้วัดเจตคติไปให้ผู้ตอบลงความเห็นว่ามีความรู้สึกต่อข้อความเหล่านั้นอย่างไรบ้าง เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แล้วมีการกำหนดคะแนนให้อาจเป็น 5, 4, 3, 2 หรือ 1 ตามลำดับ หากเป็นข้อความในทางบวก (Positive Statement) จากนั้นนำข้อความทั้งหมดไปวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Item Analysis) โดยเลือกข้อความที่สามารถจำแนกกลุ่มที่มีเจตคติที่ดีและเจตคติที่ไม่ดีเพื่อนำไปใช้วัดเจตคติต่อไป (Likert. 1970 : 150-151)

การวัดเจตคติที่ดีนั้น ขึ้นอยู่กับการเขียนข้อความที่ใช้วัดเจตคติว่าเขียนได้ดีแค่ไหน นักวัดเจตคติหลายท่าน ได้เสนอแนะในการสร้างข้อความเพื่อวัดเจตคติ ดังนี้ (เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. 2520 : 41-43)

1. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่อ้างถึงอดีตหรือสิ่งที่ผ่านมาแล้ว เพราะในปัจจุบันเจตคติต่อสิ่งที่ผ่านมาแล้วอาจจะไม่สอดคล้องกับเจตคติที่มีต่อสิ่งนั้น ในขณะที่สิ่งนั้นเกิดขึ้นก็ได้ ฉะนั้นการศึกษาเจตคติควรใช้ข้อความหรืออ้างถึงเหตุการณ์ปัจจุบันมากกว่า

2. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นจริง หรือดีความเป็นจริงตามข้อความนั้นๆ เพราะจะทำให้ผู้ตอบแบบทดสอบนั้นตอบสนองไปในทิศทางเดียวกันหมด ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว ค่าอำนาจจำแนกจะต่ำมาก ไม่สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไปได้

3. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่กำกวม หรืออาจตีความได้มากกว่าหนึ่งอย่าง เพราะจะทำให้ผู้ตอบเกิดความไม่แน่ใจ หรือไม่สามารถตัดสินใจว่าเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น ฉะนั้นข้อความวัดเจตคตินั้น ควรใช้รูปประโยคอย่างง่าย สั้น กระชับ (ประมาณ 20 คำ) รัดกุม ชัดเจน

4. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่ไม่อาจแสดงความคิดเห็น หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่พิจารณา

5. ข้อความแต่ละข้อความต้องแสดงความคิดเห็นเพียงความคิดเห็นเดียวที่สมบูรณ์ในตัวของมันเอง

6. พยายามเลือกข้อความที่มีลักษณะเป็นกลาง ซึ่งจะช่วยให้ครอบคลุมพิสัยหรือช่วงเจตคติทั้งหมดได้ดี ฉะนั้นควรหลีกเลี่ยงคำบางคำที่บ่งกว้างๆ เช่น ทั้งหมด เสมอ ไม่เคยเลย ฯลฯ

7. ถ้าหลีกเลี่ยงคำที่บอกลักษณะที่ชัดเจนได้ เช่น เท่านั้น เพียงแต่ หรือเพียงเล็กน้อยก็ควรจะหลีกเลี่ยงเสีย

8. พยายามหลีกเลี่ยงการใช้ข้อความในรูปประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

7.8 การวัดพฤติกรรม ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 87 - 88 ; อ้างอิงจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. 2538 : 29-30) ได้กล่าวถึงการวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ลักษณะ คือ

1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด ประกอบด้วยพฤติกรรมดังนี้

1) พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

2) ศรัทธาและทราบซึ่งในผลงานทางวิทยาศาสตร์

3) เห็นคุณค่า และประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออก ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยอีก 2 ส่วน คือ

2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียน ประกอบด้วยพฤติกรรม ดังนี้

- 1) ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
- 3) เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้ ประกอบด้วยพฤติกรรม ดังนี้

- 1) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
- 2) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

สรุปได้ว่าการวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มี 2 ลักษณะ คือ พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด และพฤติกรรมในระดับการแสดงออก

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเลือกใช้ระเบียบวิธีวัดเจตคติของลิเคอร์ท ด้วยเหตุผลที่ว่า แบบของลิเคอร์ท นั้นเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป และในการให้น้ำหนักของคะแนน 5 อันดับ ช่วยทำให้สามารถหาระดับเจตคติของแหล่งข้อมูลได้สะดวกกว่าแบบอื่น ซึ่งได้วัดความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พิจารณาโดยรวม 2 ด้าน คือ

1. ความรู้สึกนึกคิดต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
2. การแสดงออกต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 2.1 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 2.2 การเห็นประโยชน์ของทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบประมาณค่า 5 อันดับ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงมาจาก แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของ ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำสกัดชีวภาพ

สาคร เข็มพันธ์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ขยะผลิตปุ๋ยชีวภาพขยะสดที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก ทำการทดลองผลิตปุ๋ยชีวภาพด้วยวิธีทางเทคโนโลยีชีวภาพ โดยขบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน นำเอาขยะสดที่ทำการศึกษาแยกแล้วมาหมักกับกากน้ำตาลในอัตราส่วน 2 : 1 โดยน้ำหนัก กากน้ำตาลจะเป็นตัวเร่งให้จุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุได้เร็วขึ้น ใช้เวลาในการหมัก 7 วัน จะได้น้ำสกัดชีวภาพ นำน้ำสกัดชีวภาพที่ได้มาทดลองใช้กับการปลูกดาวเรืองเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตเพื่อจะดูผลการใช้น้ำสกัดชีวภาพว่าสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้หรือไม่ น้ำสกัดชีวภาพที่ได้มีความเข้มข้นสูงก่อนใช้ทุกครั้งต้องทำให้เจือจางในอัตรา 1 : 500 ซีซี โดยใช้วันเว้นวัน สลับกับการใช้น้ำจืด และปลูกดาวเรืองโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมี

ผลการวิจัยพบว่า การปลูกดาวเรืองโดยใช้น้ำสกัดชีวภาพจากเศษอาหาร และเศษผัก เปรียบเทียบกับการปลูกไม่ใช้ปุ๋ยเคมีพบว่า ดาวเรืองมีการเจริญเติบโต ลำต้น ความกว้างของทรงพุ่ม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$) ส่วนขนาดของดอกจากการใช้น้ำสกัดชีวภาพมีขนาด 8.21 , 8.08 ซม. ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีมีขนาด 5.78 ซม. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$)

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการทดลองผลิตน้ำสกัดชีวภาพ จากวัสดุเหลือใช้ ในท้องถิ่น จังหวัดสุพรรณบุรี ดังนี้

1. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช ได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว และเศษพืช
2. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก ได้แก่ เศษอาหาร เศษผักผลไม้
3. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ ได้แก่ มูลวัว , มูลเป็ดและมูลไก่

เมื่อได้น้ำสกัดชีวภาพแล้ว นำไปหมักกับวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น ได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว เพื่อเป็นปุ๋ยหมักต่อไป

8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้งงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ ผู้วิจัยได้คัดเลือกและนำเสนอ ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

วิโรจน์ เฉลยสุข (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล จังหวัดนครพนม จำนวน 72 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายเป็นกลุ่มทดลอง 36 คน และกลุ่มควบคุม 36 คน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติ การทดลอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

เปรมจิตร์ บุญสาย (2541 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาหลักสูตรวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง พื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้ประโยชน์จากสารเหลือทิ้ง โดยสร้างบทปฏิบัติการพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพ ได้ 5 สาขา 20 บทปฏิบัติการ แยกเป็นสาขาเทคโนโลยีการหมัก 7 บทปฏิบัติการ สาขาเทคโนโลยีของเสีย 3 บทปฏิบัติการ สาขาเทคโนโลยีการสร้างแหล่งวัตถุดิบใหม่ 4 บทปฏิบัติการ สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม 4 บทปฏิบัติการ และสาขาวิศวกรรมเอ็นไซม์ 2 บทปฏิบัติการ นำบทปฏิบัติการทั้ง 20 บทปฏิบัติการไปทดลองสอนเป็นเวลา 1 ภาคเรียน โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 90 คน ของโรงเรียนปรางจินดาบุรี จังหวัดปราจีนบุรี เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ด้านจิตพิสัย (เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะทั่วไป คุณลักษณะเพื่อพัฒนาอาชีพ คุณลักษณะเพื่อพัฒนาสังคมและคุณลักษณะเพื่อพัฒนาสุขภาพ) และด้านทักษะพิสัย (ทักษะปฏิบัติการทดลอง) ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองสอน และนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนทุกด้านดังกล่าวสูงกว่านักเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิมของ สสวท.

อรอุมา ละมูล (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนักที่ใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทดลองสอนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสอนคือนักเรียน โรงเรียนโคกกระเทียม จังหวัดลพบุรี จำนวน 30 คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น วัดผลการเรียนรู้จากการตอบคำถามท้ายการทดลอง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80.11 / 80.27

สุรพล วิทลไพบุลย์ (2543 : 61) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทดลองสอนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดรางบัว กรุงเทพมหานคร จำนวน 35 คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ คือ $80.57 / 80.06$ และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังสอนแตกต่างจากก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ (2544 : 55) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคงทองวิทยา จังหวัดนครปฐม จำนวน 40 คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่า บทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ $81.19 / 80.33$ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

งานวิจัยต่างประเทศ

โคลิบาส (Kolebas. 1972 : 4443-A) ได้ทำการศึกษาเจตคติของนักเรียนและครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาของคูเวต ตัวอย่างประชากรประกอบด้วยนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาจำนวน 1,480 คน และครูที่สอนนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรจำนวน 51 คน จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความเห็นว่าการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็น น่าสนใจ และเป็นประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม นักเรียนหญิงยังไม่แน่ใจในความสามารถของตนเองในการที่จะทำการทดลองมากกว่านักเรียนชาย นักเรียนที่อยู่ในเมืองและรอบ ๆ เมืองคูเวตแสดงความสนใจในกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนที่อยู่นอกเมือง ครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนทั้งอยู่ในเมืองและรอบ ๆ เมืองคูเวตมีเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในทางบวกสูงกว่าครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่อยู่นอกเมือง

ไซแมนสกี และ แมททิวส์ (Shymansky and Matthews. 1974 : 16-68) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการสอน 2 วิธี คือ วิธีที่ครูเป็นผู้วางแผนกับวิธีที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนที่มีต่อพฤติกรรมของนักเรียนที่มหาวิทยาลัยฟลอริดา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนวิทยาศาสตร์เกรด 5 จำนวน 52 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งสอนโดยครูคนเดียวกัน ใช้สื่อการสอนเหมือนกันทุกประการ แต่แตกต่างกันที่พฤติกรรมการสอนของครู โดยกลุ่มที่ครูใช้วิธีที่ครูวางแผนเป็นการสอนแบบทางตรง ส่วนกลุ่มที่ครูใช้วิธีที่นักเรียนเป็นคนวางแผน เน้นการสอนแบบทางอ้อมระหว่างครูทำการสอน SCAS ในช่วง 5 สัปดาห์แรก จากนั้นทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยตรง โดยผู้สังเกต 9 คน เป็นเวลา 5 สัปดาห์ในช่วงหลัง การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนใช้นักเรียนเพียง 6 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีพฤติกรรมที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีแบบทางอ้อม มีความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีแบบทางตรง นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทางอ้อมมีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้สูงกว่าอีกด้วย

ไรลีย์ (Riley. 1975 : 5152-A) ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูปีที่ 1-4 จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้จากการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทฤษฎี ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ 3 ส่วนความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

เซอร์ลิน (Serlin. 1977 : 5729-A) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ 2 แบบ โดยแบบแรกนักเรียนจะได้รับคำแนะนำบอกรายละเอียดวิธีทำปฏิบัติการให้ทั้งหมด แบบที่สองครูจะสอนว่าจะแก้ปัญหาอย่างไรและช่วยออกแบบไปด้วย ใช้นักเรียนเข้าร่วมในการทดลอง 372 คน จำนวน 16 ห้องเรียน ครู 76 คน ระหว่างทำการสอนมีการสังเกตพฤติกรรมการสอน โดยการสังเกตบันทึกแบบระบบการศึกษาห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และการวิเคราะห์คำถามเพื่อทดสอบว่าครูที่สอนนักเรียนคนละวิธีนี้สอนภาคทฤษฎีเหมือนกัน การวัดผลใช้แบบประเมินความคิดวิเคราะห์ของฮัดสัน – เกาเซอร์ และแบบสอบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทดสอบตอนเริ่มเรียนและตอนสิ้นภาคการศึกษา ผลการวิจัยพบว่าไม่มีความแตกต่างในด้านความคิดวิเคราะห์และความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 วิธี ต่างกันนี้ นอกจากนี้ยังไม่ปรากฏความแตกต่างในด้านพฤติกรรมในห้องเรียนของนักเรียนจำนวนคำถามที่ใช้ถามและผลสัมฤทธิ์ทางเนื้อหาของนักเรียนอีกด้วย

โอเคบูโกลา (Okebukola. 1985 : 221-231) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์กับทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียน แบบสังเกตทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจากแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของฮอฟสตัน พบว่า พฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก

จากการประมวลผลงานวิจัยในประเทศ และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นปฏิบัติการทดลอง ให้เด็กคิด ทำและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผลจากการวิจัยส่วนใหญ่ พบว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นปฏิบัติการทดลอง สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้น และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นไปทางบวก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษา โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรีมาให้นักเรียนได้เรียน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

8.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยในต่างประเทศ ผู้วิจัยได้คัดเลือกและนำมาเสนอดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

อดิศักดิ์ ภาวชา (2530 : 83) ได้ศึกษาผลการจัดกลุ่มนักเรียนทำปฏิบัติการแบบกลุ่มอิสระ กลุ่มอิสระและกลุ่มเหมือนที่มีผลต่อการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 108 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มอิสระสูงกว่า นักเรียนในกลุ่มเหมือนและกลุ่มอิสระอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มเหมือนและกลุ่มอิสระไม่แตกต่างกัน สำหรับคะแนนเฉลี่ยด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน และคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ลดลง

ดำเนิน ยาห้วม (2537 : 98) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกกับการสอนตามแนวของ สสวท. พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เกษร ใช้บางยาง (2538 : 82) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบแก้ปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เปรมวดี รัชวลี (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

เขมิกาญจน์ ทองมา (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ผลการศึกษพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน

งานวิจัยต่างประเทศ

วิดเดน (Widdon. 1973 : 35-83A) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูจำนวน 26 คน และนักเรียนจำนวน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA) และครูที่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนที่ได้รับการสอนตามหลักสูตรเดิม โดยครูไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุมและครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

วานเนค (Vanek. 1974 : 1522-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 แบบ คือแบบที่มีการทดลอง และแบบที่มีตำราเป็นศูนย์กลาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 54 คน และเกรด 4 จำนวน 56 คน ผลการศึกษาพบว่าวิธีสอนไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาตามเพศพบว่านักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนชาย

เปปเปลีส และคนอื่นๆ (Pappellis and Others. 1980 : 307-311) ได้ทำการศึกษาผลการทดลองเพื่อปรับปรุงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาเตรียมแพทย์ และนักศึกษาเตรียมทันตแพทย์ จำนวน 38 คน โดยให้เรียนเนื้อหาและปฏิบัติการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาสามารถปรับปรุงทักษะด้านการวัด การหาปริมาณและการลงความเห็น ส่วนด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การทดลอง และการพยากรณ์ไม่มีการปรับปรุง

สตรออีทซ์ และมาโลน (Strawitz and Malone. 1987 : 53-60) ได้ศึกษาความคงทนของความต้องการและความตั้งใจในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลของนักศึกษาหญิง จำนวน 32 คน ในมหาวิทยาลัยอาร์จเซาท์เธิร์น ที่ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผล จากการสอน 2 วิธี คือ การสอนแบบบรรยายโดยไม่แนะนำการปฏิบัติทักษะ กับการสอนแบบให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเองโดยมีแบบฝึกปฏิบัติและทดสอบการปฏิบัติทักษะด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า การเรียนด้วยตนเองของนักศึกษามี ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลสูงกว่าการเรียนจากครูโดยตรง ส่วนในด้านความ คงทนของความตั้งใจนั้น พบว่า วิธีสอนทั้งสองวิธีให้เหมือนกัน

นอร์แมน (Norman. 1992 : 715-727) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างแบบจำลองที่เป็นระบบ (Systematic Modeling) กับวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยครูที่สอนแบบจำลองที่เป็นระบบมีผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยครูที่สอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้

จากการประมวลผลงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกฝนพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้โดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ได้ลงมือปฏิบัติ ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี

8.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยได้คัดเลือกและนำเสนอ ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

ศรียรรณา เชนอุตม (2528 : 60) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ตัวอย่างประชากร 262 คน ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ สังเกต และบันทึกทักษะภาคปฏิบัติขณะที่นักเรียนทำการทดลอง จากการศึกษพบว่า นักเรียนมีทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 7 ห้องเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 47.48 และทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าคาดหวัง ได้แก่ ทักษะการใช้ตาชั่ง การใช้ตะเกียง การใช้ช้อนตักสาร การใช้หลอดฉีดยา การใช้หลอดหยด การคนสาร ส่วนทักษะการจับเวลานักเรียนมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าที่คาดหวัง และการสอนแบบสาธิตการใช้อุปกรณ์ก่อนการทดลองทุกครั้ง กับการสอนแบบทดลองจะทำได้ ผลของคะแนนทักษะภาคปฏิบัติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

อมรรัตน์ เชิงรู้ (2530 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 265 คน โดยทำการสังเกตทักษะ พื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี จากการศึกษพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะพื้นฐาน ในการทดลองวิชาเคมี ในแต่ละด้านของนักเรียน อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก คือ ทักษะการวัดปริมาตรของของเหลวโดยใช้กระบอกฉีดยา ทักษะการถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว และทักษะการดมกลิ่นสารเคมี ส่วนทักษะอื่นๆ อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุง และนักเรียนหญิงมีทักษะพื้นฐานในการทดลองวิชาเคมี ดีกว่านักเรียนชาย ในทักษะการวัดปริมาตรของของเหลว โดยใช้กระบอกฉีดยา ทักษะการวัดมวลของสารโดยใช้เครื่องชั่งชนิดจานเดียว ทักษะการวัดอุณหภูมิของของเหลว โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์ ทักษะการกรองด้วยกระดาษกรอง ทักษะการทดสอบความเป็นกรดเป็นเบสด้วยกระดาษลิตมัส และระหว่างโรงเรียนขนาดใหญ่ และขนาดกลางส่วนใหญ่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

รัชณี บุญเรือง (2535 : 118) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สอนโดยการประยุกต์กิจกรรมกลุ่มควบคุมคุณภาพกับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มทดลองสอนโดยการประยุกต์กิจกรรมกลุ่มควบคุมคุณภาพ และกลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู จากการศึกษพบว่า ความสามารถในการด้านทักษะปฏิบัติการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

จิรพรรณ ทะเขียว (2543 : 82) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู จากการศึกษพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

แมคเบ็ธ (Macbeth. 1974 : 45 – 51) ได้ศึกษาขอบเขตความสามารถของนักเรียน เกี่ยวกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอนุบาลกับนักเรียนเกรด 3 จากการศึกษา พบว่า การสอนโดยให้เด็กอนุบาลได้ทำการทดลองด้วยตนเอง จะช่วยให้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเด็กอนุบาล ได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุมากกว่า และการสอนเด็กเล็ก ๆ ได้ทดลองด้วยตนเองไม่ได้ผล สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากทักษะทางด้านการพูดและการติดต่อสื่อสาร โดยแมคเบ็ธให้ข้อเสนอแนะว่า การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในระดับสูงขึ้น ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลอง ใช้อุปกรณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับอายุ และพัฒนาาระดับสติปัญญาของเด็ก การสอนโดยให้นักเรียนได้เรียนจากของจริง มีผลต่อการเรียนของเด็กเล็กมากกว่าในเด็กโต

โดราน และไดทริค (Doran and Dietrich. 1976 : 496 – 502) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางทักษะปฏิบัติ ของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ในโรงเรียนมัธยมศึกษาในนิวยอร์ก จำนวน 199 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 147 คน แล้วแบ่งเป็นกลุ่มย่อย 4 กลุ่ม คือ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับโลกกับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 52 คน จากการศึกษาพบว่า ความสามารถทางทักษะปฏิบัติของนักเรียน ที่เรียนวิทยาศาสตร์ และไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติ แตกต่างกัน

บีสลีย์ (Beasley. 1979 : 5428 – 5436A) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะภาคปฏิบัติโดยวิธีปฏิบัติจริง และวิธีการติดต่อการทำปฏิบัติการทดลองเคมี ของนักเรียนวิชาเคมีพื้นฐาน เพื่อศึกษาผลของการฝึกทักษะด้วยการปฏิบัติด้วยทักษะการทดลองอย่างเดียว ผลของการฝึกทักษะด้วยการคิดอย่างเดียว และ ผลของการฝึกทักษะการปฏิบัติการทดลอง และการคิดร่วมกัน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม การประเมินผลการปฏิบัติการทดลองใช้เกณฑ์ในการประเมิน 2 เกณฑ์ คือ ความถูกต้องแม่นยำ และความคงที่แน่นอน โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะทำการทดลอง ทำการสังเกต 3 สัปดาห์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน จากการศึกษาพบว่า ทักษะภาคปฏิบัติของนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะแบบต่าง ๆ ทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะภาคปฏิบัติการทดลอง แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่าการฝึกทักษะในการปฏิบัติการทดลอง ทำให้มีเทคนิคการทดลองถูกต้องแม่นยำ

โกเอล (Goel. 1982 : 646) ได้ศึกษาผลของการทราบดีกประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองต่อการมีทักษะภาคปฏิบัติ และต่อทักษะการคิดของนักเรียน ที่เรียนฟิสิกส์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การเปิดเผยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลอง กับการมีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองของนักเรียน ความแตกต่างของระดับการมีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองระหว่างกลุ่มที่ทราบดีกประสงค์กับกลุ่มที่ไม่ทราบดีกประสงค์ และความแตกต่างของทักษะการคิด ของนักเรียนที่ทราบดีกประสงค์เชิงพฤติกรรมกับนักเรียนที่ไม่ทราบดีกประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 14 โรงเรียน กลุ่มทดลอง 14 โรงเรียน ซึ่งทราบดีกประสงค์ 3 ประเภท คือ

1. ทราบดีกประสงค์เชิงพฤติกรรมทดลอง 1 วัน ก่อนทำการทดลอง
2. ได้อ่าน และทำความเข้าใจวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทดลองมาแล้วอย่างดี

3. มีความรู้ในเรื่องที่ทำการทดลองมาก่อนแล้ว และหลังจากการทดลองเสร็จสิ้นแล้วสามารถทดสอบได้ว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ให้นักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทำการทดลองเดียวกัน หลังจากนั้นประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองและพัฒนาความคิด จากการศึกษาพบว่า ทักษะภาคปฏิบัติในการทดลอง ของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีระดับนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 และทักษะการคิดของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากการประมวลผลงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลอง มีการปฏิบัติจริง จะทำให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพ จากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี

8.5 งานวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทั้งงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยในต่างประเทศ ผู้วิจัยได้คัดเลือกและนำเสนอต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

วิรงรอง โรจนกุล (2530 : 97-100) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แผ่นโปร่งใส ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

กิตติศักดิ์ เสมารธรรมมานนท์ (2531 : 77) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์ – เทปประกอบ และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนตามหนังสือคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์ – เทปประกอบ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พินดา ภิสัชเพ็ญ (2534 : 76-77) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านความรู้ ความจำและด้านนำความรู้ไปใช้แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .025 และ .005 ตามลำดับและนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สมีเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านกิจกรรมการเรียนการสอน และด้านสื่อการสอนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .005 ยกเว้นด้านการนำความรู้ไปใช้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .025

อัญชลี เลาทเลิศชัย (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พาณิชยกรรม ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้รับการสอน

โดยใช้เทคนิคประชาสัมพันธ์ กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาลัยพาณิชยการบางนา กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ เจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พาณิชยกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

งานวิจัยต่างประเทศ

แดฟเปอร์ (Dapper. 1979 :Abstract) ได้ศึกษาตัวพยากรณ์เจตคติที่มีผลต่อวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก แต่เคยเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพเป็นวิชาบังคับพื้นฐานมาแล้ว ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่ใช้เป็นตัวพยากรณ์เจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความถนัดทั่วไปของนักศึกษาและพบว่าตัวแปรที่พยากรณ์เจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุดคือ ความสนใจต่อวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

เทอร์เนอร์ (Turner. 1983 : 1750-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของครูฝึกสอน โดยใช้หนังสือบทเรียนโปรแกรมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิธีการอ่าน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในด้านเจตคติพบว่า กลุ่มตัวอย่างเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีเจตคติที่ดีต่อการสอนวิธีการอ่านมากกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้หนังสือบทเรียนโปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คอยโว (Koivo. 1983 : 2624-A) ศึกษาความสัมพันธ์ของเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีเจตคติต่อการเรียนการสอนดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

สมิธ (Smith. 1997 : Abstract) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 7 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติ มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าวิธีการสอนแบบบรรยาย หรือให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพียงแบบใดแบบหนึ่ง

จากการประมวลผลงานวิจัยในประเทศ และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์สามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้ โดยการใช้เทคนิควิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี มาให้นักเรียนได้เรียนเพื่อเสริมสร้างและพัฒนาเจตคติที่ดีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้น

จากการประมวลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นจังหวัดสุพรรณบุรี มาสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งประกอบด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 6 บท ได้แก่

- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น
- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช
- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก
- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพ
ที่ผลิตขึ้น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P),
โพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยเน้นปฏิบัติการทดลองให้เด็กคิด ทำ และแก้ปัญหาด้วย
ตนเอง ผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่า สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติ
ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้น และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นไปทางบวก

ในการวิจัยครั้งนี้จึงนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มาให้นักเรียนได้เรียนเพื่อเสริมสร้างและพัฒนา
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

ตอนที่ 3 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การวิจัยตอนที่ 1 ผู้วิจัยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษา

1. คุณภาพของน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น โดยตรวจสอบลักษณะทางเคมีและลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพที่หมักวัสดุเหลือใช้จากพืช จากขยะเปียก และจากสัตว์ กับกากน้ำตาล โดยมีอัตราส่วนของวัสดุเหลือใช้กับกากน้ำตาล ที่อาศัยข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร ดังนี้

1) วัสดุเหลือใช้จากพืช ต่อ กากน้ำตาล เป็น 3 : 1

2) วัสดุเหลือใช้จากขยะเปียก ต่อ กากน้ำตาล เป็น 3 : 1

3) วัสดุเหลือใช้จากสัตว์ ต่อ กากน้ำตาล เป็น 1 : 1

ขณะทำการหมักวัสดุเหลือใช้ กับกากน้ำตาล ตรวจสอบลักษณะทางเคมีทุกวัน ดังนี้

- ค่า pH เครื่องมือที่ใช้วัด คือ pH meter

- อุณหภูมิ เครื่องมือที่ใช้วัด คือ Thermometer

และทำการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพ ที่ได้จากการหมัก

- สี สีของน้ำสกัดชีวภาพ จากการสังเกต

- กลิ่น กลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพ จากการดม

2. การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น ด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 1 และ 10 โดยปริมาตร ดังนี้

1) การหมักฟางข้าว กับ น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 1 และ 10 โดยปริมาตร เป็นเวลา 15 วัน

2) การหมักใบอ้อย กับ น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 1 และ 10 โดยปริมาตร เป็นเวลา 15 วัน

ในการหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น เพื่อศึกษาการย่อยสลายของวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น ที่หมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 15 วัน โดยวิธีการ ชั่งน้ำหนักวัสดุธรรมชาติก่อนและหลังหมัก วัสดุธรรมชาติที่ย่อยสลายแล้ว จะมีน้ำหนักลดลง

3. การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ที่มีในปุ๋ยหมัก หลังจากหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 15 วัน ด้วยวิธีดังนี้

- 1) การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ด้วยปฏิกิริยาตกตะกอนเฉพาะ
- 2) การตรวจสอบการมีธาตุโพแทสเซียม (K) ด้วยเปลวไฟ (flame test)

ในการตรวจสอบธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ที่มีในปุ๋ยหมักต้องทำปุ๋ยหมักให้เป็นสารละลายปุ๋ยหมักก่อน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาวิธีการเตรียมสารละลายปุ๋ยหมักได้ข้อสรุปดังนี้

การเตรียมสารละลายปุ๋ยหมักมีขั้นตอนดังนี้

- 1) นำปุ๋ยหมักที่ได้ แต่ละชนิดมาหั่นให้ละเอียดอย่างละ 5 ช้อนเบอร์ 1 ใส่ลงในบีกเกอร์ที่ละ

ชนิด

- 2) นำกรดไนตริกเจือจาง 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในบีกเกอร์แล้วนำไปต้มจนร้อน
- 3) นำกรดไนตริกเจือจางร้อน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เทลงในบีกเกอร์ที่ใส่ปุ๋ยหมัก ใช้แท่งแก้วคน

ให้ทั่วเพื่อให้ปุ๋ยหมักละลาย

- 4) ใช้ผ้าขาวบางกรองสารละลายปุ๋ยหมักลงในบีกเกอร์และทิ้งกากปุ๋ยหมักที่เหลือ
 - 5) นำสารละลายปุ๋ยหมักที่ได้ไปตรวจสอบธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่อไป
- การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน ด้วยปฏิกิริยาตกตะกอนเฉพาะ มีวิธีการทดลองดังนี้

- 1) ใส่เฟอรัสซัลเฟต 0.5 ช้อนเบอร์ 1 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก

- 2) นำสารละลายปุ๋ยหมัก 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในหลอดทดลองในข้อ 1 แล้วหยด

กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 หยด ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงในหลอดทดลอง ถ้าเกิดวงแหวนสีน้ำตาลขึ้นภายในหลอดทดลอง แสดงว่าในปุ๋ยหมักที่นำมาตรวจสอบจะมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

การตรวจสอบการมีธาตุฟอสฟอรัสด้วยปฏิกิริยาตกตะกอนเฉพาะ มีวิธีการทดลองดังนี้

- 1) ใส่สารละลายปุ๋ยหมัก 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก

2) หยดสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดตเข้มข้น 0.5 โมล จำนวน 5 หยด ลงในหลอดทดลองในข้อ 1 แล้วนำหลอดทดลองไปจุ่มในน้ำอุ่นเป็นเวลา 3 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงในหลอดทดลอง ถ้าเกิดตะกอนสีเหลืองขึ้นภายในหลอดทดลอง แสดงว่าในปุ๋ยหมักที่นำมาตรวจสอบจะมีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ

การตรวจสอบการมีธาตุโพแทสเซียมด้วยเปลวไฟ มีวิธีการทดลองดังนี้

- 1) นำสารละลายปุ๋ยหมักที่เตรียมไว้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก

- 2) นำกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก

- 3) นำลวดนิโครมยาวประมาณ 15 เซนติเมตรตรงปลายลวดขดเป็นวงกลมนำไปล้างด้วย

กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นในหลอดทดลองในข้อ 2 โดยจุ่มลวดนิโครมลงในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นแล้วนำไปเผาด้วยเปลวไฟบนตะเกียงแอลกอฮอล์

4) นำลวดนิโครมที่ล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นแล้วไปจุ่มในสารละลายปุ๋ยหมักในหลอดทดลองข้อ 1 นำไปเผาด้วยเปลวไฟบนตะเกียงแอลกอฮอล์ สังเกตการเปลี่ยนสีของเปลวไฟ ถ้าสีของเปลวไฟเป็นสีม่วง แสดงว่าในปุ๋ยหมักที่นำมาตรวจสอบจะมีธาตุโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ

กรณีที่ไม่เห็นสีของเปลวไฟชัดเจนจะใช้กระจกโคบอลต์มาช่วยในการตัดแสงจากเปลวไฟจะเห็นสีของเปลวไฟ เป็นสีแดงชมพู แสดงว่ามีธาตุโพแทสเซียมในสารละลายปุ๋ยหมัก

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ ในท้องถิ่น

การวิจัยตอนที่ 2 ผู้วิจัยนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้จากตอนที่ 1 มา
ดำเนินการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น และผ่านการ
ประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

ในขั้นตอนนี้ได้พัฒนาและสร้างเครื่องมือ 2 ชุด คือ

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยม
ศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เทคโนโลยีการ
หมักและน้ำสกัดชีวภาพ เพื่อใช้ประกอบในการกำหนดเนื้อหา จุดประสงค์ การวัดและประเมินผล ของการ
สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

2) วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ใน
ท้องถิ่น เพื่อนำมากำหนดจุดมุ่งหมายและกิจกรรมของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่จะสร้างขึ้น

3) กำหนดจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการแต่ละบท

4) สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 6 บท ได้แก่

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัด
ชีวภาพที่ผลิตขึ้น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P),
โพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก

โดยในแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีองค์ประกอบดังนี้

- ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ใ้บทความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- หลักการ
- จุดประสงค์
- เวลาที่ใช้
- อุปกรณ์และสารเคมี
- วิธีการทดลอง
- แบบรายงานผลการทดลอง
- คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

5) นำบทปฏิบัติการที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท แล้วนำบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษา และด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ทำการสอน อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 1 ท่าน ผู้สอนวิชาการวัดและประเมินผลทางการศึกษาอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 1 ท่าน นักวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ทำการสอนอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 3 ท่าน ซึ่งได้แก่ อาจารย์จริยา สังข์สัญญา โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม อาจารย์ ดร.สุนันทา มนัสมงคล โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ(ฝ่ายมัธยม) อาจารย์ ดร.เปรมจิตร์ บุญสาย คณะบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยการรณ์ เพื่อตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาความเหมาะสม เกี่ยวกับ ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หลักการ จุดประสงค์ เวลาที่ใช้ อุปกรณ์และสารเคมี วิธีการทดลอง แบบรายงานผลการทดลอง คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญประเมิน คุณภาพ ในแบบประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ภาคผนวก ข) แบบประเมินนี้เป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 อันดับ โดยกำหนดระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนมีความหมายดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

และนำคะแนนการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย โดยให้ความหมายของค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับดังนี้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ควรปรับปรุง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง พอใช้

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ดี

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ดีมาก

ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ทุกบท อยู่ในระดับดีมาก (ภาคผนวก จ) และมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น สรุปได้ดังนี้

1. การเขียนจุดประสงค์ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้เขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพราะ จะวัดได้ง่าย

2. การเขียนหลักการจะเขียนเฉพาะเรื่องที่ทำการทดลองเท่านั้น

3. การใช้หน่วยจะใช้ตัวย่อหรือเขียนเต็มก็ควรใช้วิธีใดวิธีหนึ่งให้เหมือนกันทั้งเล่ม

4. การใช้ข้อศัพท์เฉพาะที่เป็นภาษาอังกฤษจะใช้ตัวใหญ่หรือตัวเล็กควรใช้ให้เหมือนกันทุกคำ

5. คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ควรตั้งให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์

6. ควรมีภาพประกอบด้วยแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
ทุกบท

6) นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
จำนวน 3 กลุ่มๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วย นักเรียนที่มีความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อนำ
ข้อบกพร่องต่างๆ มาปรับปรุงแก้ไข

7) นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 โรงเรียนบ้านขุนน้ำร้อน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการ
การเรียนการสอน โดยดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คู่มือครู
ประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

2) จัดทำคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละบทประกอบด้วย

- ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- จุดประสงค์การทดลอง
- เวลาที่ใช้
- อุปกรณ์และสารเคมี
- การเตรียมตัวล่วงหน้า
- การอภิปรายก่อนการทดลอง
- ผลการทดลอง
- การอภิปรายหลังการทดลอง
- แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- คำแนะนำเพิ่ม

3) นำคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะ
กรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ตอนที่ 3 นวัตกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

การวิจัยตอนที่ 3 เมื่อพัฒนานวัตกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรียบร้อยแล้วนำไปทดลองสอนดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 2 ห้องเรียน มีจำนวน นักเรียนประมาณ 70 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้จากการสุ่มแบบจัดกลุ่ม (Cluster Sampling) เพื่อให้ได้นักเรียน 1 ห้องเรียน (จำนวน 30 คน) จากนักเรียน ทั้งหมด 2 ห้องเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นนวัตกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น ซึ่งประกอบไปด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 6 บท ได้แก่

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง น้ำกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง น้ำกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง น้ำกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในห้องถิ่นด้วยน้ำกัดชีวภาพ
ที่ผลิตขึ้น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P),
โพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ในช่วง
กิจกรรมอิสระ จำนวน 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ รวม 14 คาบ คาบละ 50 นาที

รายละเอียดของการใช้นวัตกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 4

ตาราง 4 การแบ่งช่วงเวลาในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สัปดาห์ที่	จำนวนคาบ	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่	การประเมิน
1	2	1. การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น	ประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
2	2	2. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช	ประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
3	2	3. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก	ประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
4	2	4. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์	ประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
5, 6	4	5. การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น	ประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
7	2	6. การตรวจสอบธาตุ N, P, K ในปุ๋ยหมัก	ประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนมีดังนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2) วิเคราะห์เนื้อหาและศึกษาจุดประสงค์การทดลอง นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบ

ทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ โดยแบ่งพฤติกรรมที่จะวัดออกเป็น 8 ทักษะ คือ

- 2.1 ทักษะการสังเกต
- 2.2 ทักษะการวัด
- 2.3 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล
- 2.4 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 2.5 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 2.6 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 2.7 ทักษะการทดลอง
- 2.8 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

3) นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ทำการสอนอย่างน้อย 5 ปี 1 ท่าน ผู้สอนวิชาวัดและประเมินผลที่ทำการสอนอย่างน้อย 5 ปี 1 ท่าน นักวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ทำการสอนอย่างน้อย 5 ปี 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปแล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ง)

4) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนคงทองวิทยา จังหวัดนครปฐม จำนวน 100 คน แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เทห์ ฟาน

5) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ (ภาคผนวก จ)

6) นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้แล้วมาหาค่าความเชื่อมั่น แบบคูเดอร์ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร K-R 20 (Kuder – Richardson 20) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.90 (ภาคผนวก จ)

7) นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) ศึกษาแนวทางการให้คะแนนเพื่อการประเมินจากสภาพจริง โดยอิงเกณฑ์รูบริก (Rubric) โดยศึกษาการให้คะแนนภาพรวม (Holistic Score) และการให้คะแนนแยกองค์ประกอบ (Analytic Score)

3) สร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินจากสภาพจริง โดยอิงเกณฑ์รูบริก (Rubric) มีการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 อันดับ ได้แก่ คะแนน 1, 2, 3, 4

แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ประเมินพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

1. การวางแผนการทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง
 - 2.1 เทคนิคการทดลอง
 - 2.2 ความคล่องแคล่วในการทดลอง
 - 2.3 ความสะอาดและความเป็นระเบียบ
3. การจัดทำรายงานผลการทดลอง

แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์นี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินทักษะภาคปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5) นำแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเหมาะสมของ

แบบประเมินโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากความคิดเห็นส่วนใหญ่ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ง)

6) นำแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติ ตามวิธีของ ลิเคิร์ท (Likert Scale) และ การวัดผลการเรียนรู้ในด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2) สร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 30 ข้อ ซึ่งจะพิจารณาโดยรวมในการแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกใน 2 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. การแสดงออกต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.2 การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของ ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์

3) นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเหมาะสมของแบบสอบถามโดยพิจารณาจาก ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ง)

4) นำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

5) นำคะแนนวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างมาหาความเชื่อมั่นของ

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 (ภาคผนวก จ)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในขั้นตอนการทดลองสอนมีแบบแผนการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 มีรูปแบบเป็นกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest posttest design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 60-61) ดังตาราง 5

ตาราง 5 แบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

เมื่อ E แทน กลุ่มตัวอย่าง
 T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 X แทน การเรียนจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้อง
 T₂ แทน การทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เป็นรูปแบบกลุ่มเดียวทำการประเมินระหว่างที่กลุ่มตัวอย่างเรียนจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องปฏิบัติการ

3. ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 มีรูปแบบเป็นกลุ่มเดียวทดสอบหลังการทดลอง มีแบบแผนการวิจัยดังตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบหลัง
E	X	T

E แทน กลุ่มตัวอย่าง
 X แทน การเรียนจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้อง
 T แทน การทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อผู้บริหารโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย
2. ทำการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน
3. ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้อง
 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และเก็บข้อมูลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกบท

4. เมื่อนักเรียนเรียนครบทุกบท ทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลองโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. พัฒนาเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

1.2 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร K-R 20

1.4 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ ครอนบาค (Cronbach)

2. ทดสอบสมมติฐาน

2.1 วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t- test dependent

2.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ขณะเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาคิดเป็นร้อยละ

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

คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 2.33	หมายถึง	อยู่ในระดับต่ำ
คะแนนเฉลี่ย	2.34 – 3.66	หมายถึง	อยู่ในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	3.67 – 5.00	หมายถึง	อยู่ในระดับดี

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้กระทำโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองโดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137)

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

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

1.2 หาค่าคะแนนแปรปรวนของแบบทดสอบ (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 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น และระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 235)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.1 หาค่าความยากง่าย (Difficulty Index : p) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index : r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis) (ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 215) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

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

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R _H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	R _L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและอ่อน

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder-Richardson 20 หรือ K-R 20) (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 228) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$r_{11} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r ₁₁	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อ
	p	แทน	สัดส่วนผู้ตอบถูกต้องผู้เข้าสอบทั้งหมด (n)
	q	แทน	สัดส่วนผู้ตอบผิดต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด (n) หรือ 1-p
	S _t ²	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 226) โดยคำนวณจากสูตร

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือ
	S _i ²	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 ในการทดสอบค่าที (t Value) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสอบวัดจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน 2 ครั้ง (test-retest or paired measurement) ผลต่างของคะแนนก่อน-หลังใช้ t-test แบบ Correlated Samples or Dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 165) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

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

เมื่อ $\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กับคะแนนก่อนใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับคะแนนก่อนใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

N แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ขณะเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกบท แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาคิดเป็นร้อยละ

3.3 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง หลังเรียนครบทุกบท แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี โดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อทดลองหมักน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น โดยทดลองหมักวัสดุเหลือใช้ จากพืช จากขยะเปียกและจากสัตว์ เพื่อนำผลการทดลองไปสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี

3. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งการดำเนินการศึกษาค้นคว้าได้เป็น 3 ตอนคือ

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

ตอนที่ 3 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การวิจัยตอนที่ 1 ผู้วิจัยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาดังนี้

1. คุณภาพของน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

2. การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว ด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 1 และ 10 โดยปริมาตร

3. การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ที่มีในปุ๋ยหมักหลังจากการหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ปรากฏดังนี้

1. คุณภาพของน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น โดยตรวจสอบลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่า pH และ อุณหภูมิ ในช่วงหมักทุกวันเป็นเวลา 7 วัน และตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สีและกลิ่น หลังจากหมักครบแล้ว 7 วัน ซึ่งผลการทดลองปรากฏดังตาราง 7 ตาราง 8 และตาราง 9

ตาราง 7 ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นต่างๆ ในช่วงหมัก 7 วัน

วันที่	ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นต่างๆ						
	ใบอ้อย	ฟางข้าว	เศษพืช	ขยะเปียก	มูลวัว	มูลเป็ด	มูลไก่
เริ่มทดลอง	5.40	6.44	5.08	4.46	6.43	5.59	5.27
1	3.77	4.71	4.50	3.62	5.77	4.83	4.77
2	3.55	3.96	3.85	3.50	4.53	4.81	4.06
3	3.44	3.86	3.73	3.45	4.23	4.80	3.88
4	3.40	3.73	3.53	3.42	4.08	4.79	3.73
5	3.39	3.72	3.47	3.39	3.98	4.78	3.53
6	3.38	3.71	3.41	3.36	3.90	4.77	3.34
7	3.03	3.69	3.36	3.33	3.89	4.75	3.30

จากตาราง 7 ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นทุกชนิด วันที่เริ่มต้นทดลอง จนถึงวันที่ 7 ของการทดลองการหมักจะพบว่า ค่า pH จะลดลงเรื่อยๆ โดยค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากใบอ้อย เศษพืช ขยะเปียก มูลไก่ มีค่า pH อยู่ในระดับประมาณ 3 ส่วนน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากฟางข้าว มูลวัว มูลเป็ด มีค่า pH อยู่ในระดับประมาณ 4

ตาราง 8 อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นต่างๆ ในช่วงหมัก 7 วัน

วันที่	อุณหภูมิ บรรยากาศ (C°)	อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นต่างๆ (C°)						
		ใบอ้อย	ฟางข้าว	เศษพืช	ขยะ เปียก	มูลวัว	มูลเป็ด	มูลไก่
เริ่มทดลอง	29	29	29	29	29	29	29	29
1	29	29	30	29	29	29	30	30
2	29	30	31	30	30	30	31	30
3	28	29	30	30	29	29	29	29
4	29	29	30	29	29	30	30	30
5	29	29	30	29	30	31	30	30
6	30	31	32	31	31	32	32	30
7	30	30	31	30	30	30	30	30

จากตาราง 8 อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นทุกชนิด วันที่เริ่มต้นทดลอง จนถึงวันที่ 7 ของการทดลองการหมัก พบว่า อุณหภูมิจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย

ตาราง 9 ลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นต่างๆ หลังจากหมักครบ 7 วัน

น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นต่างๆ	ลักษณะทางกายภาพ	
	สี	กลิ่น
ใบอ้อย	น้ำตาลแดง	คล้ายน้ำตาลไหม้
ฟางข้าว	น้ำตาลแดง	คล้ายน้ำตาลไหม้
เศษพืช	น้ำตาลแดง	คล้ายน้ำตาลไหม้
ขยะเปียก	น้ำตาลแดง	คล้ายน้ำตาลออกเปรี้ยว
มูลวัว	น้ำตาลดำ	คล้ายน้ำตาลไหม้
มูลเป็ด	น้ำตาลดำ	คล้ายน้ำตาลไหม้
มูลไก่	น้ำตาลดำ	คล้ายน้ำตาลไหม้

จากตาราง 9 สีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากใบอ้อย ฟางข้าว เศษพืช ขยะเปียกมีสีน้ำตาลแดง ส่วนน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลวัว มูลเป็ด มูลไก่ มีสีน้ำตาลดำ และกลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นเกือบทุกชนิดมีกลิ่นคล้ายกากน้ำตาลไหม้ ยกเว้นน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกมีกลิ่นคล้ายน้ำตาลออกเปรี้ยว

2. การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว ด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 , 1 และ 10 โดยปริมาตร เพื่อศึกษาการย่อยสลายของวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นที่หมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพในความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 15 วัน โดยวิธีการชั่งน้ำหนักวัสดุธรรมชาติก่อนและหลังหมัก ซึ่งผลการทดลองปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติก่อนและหลังหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นในระดับความเข้มข้นต่างๆ

น้ำสกัดชีวภาพ		น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติ (กรัม)						
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดย ปริมาตร)	ใบอ้อย			ฟางข้าว		
			ก่อน หมัก	หลัง หมัก	น้ำหนัก ลดลง	ก่อน หมัก	หลัง หมัก	น้ำหนัก ลดลง
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1	500	330	170	500	380	120
		1	500	320	180	500	360	140
		10	500	300	200	500	350	150
	ฟางข้าว	0.1	500	390	110	500	390	110
		1	500	370	130	500	370	130
		10	500	360	140	500	360	140
	เศษพืชผัก	0.1	500	380	120	500	320	180
		1	500	350	150	500	320	180
		10	500	330	170	500	310	190
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1	500	370	130	500	350	150
		1	500	360	140	500	340	160
		10	500	340	160	500	330	170
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1	500	330	170	500	355	145
		1	500	325	175	500	340	160
		10	500	320	180	500	335	165
	มูลเป็ด	0.1	500	360	140	500	385	115
		1	500	350	150	500	370	130
		10	500	345	155	500	360	140
	มูลไก่	0.1	500	330	170	500	325	175
		1	500	320	180	500	310	190
		10	500	300	200	500	300	200

จากตาราง 10 น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติหลังจากหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นในระดับความเข้มข้นต่างๆ ทุกชนิดจะลดลง และจากตารางพบว่าวัสดุธรรมชาติหลังจากหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นทุกชนิดในระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร มีน้ำหนักลดลงมากที่สุด

3. การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ที่มีในปุ๋ยหมักหลังจากการหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

1) การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน ด้วยปฏิกิริยาตกตะกอนเฉพาะ

ผลการทดลอง ปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 การตรวจสอบธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักจากน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ			การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นหลังจากหยดกรดซัลฟิวริกลงไป หลอดทดลองและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาที	
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดย ปริมาตร)	ปุ๋ยหมักจากใบอ้อย	ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
	ฟางข้าว	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
	เศษพืชผัก	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
	มูลเป็ด	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
	มูลไก่	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล

จากตาราง 11 การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมักทุกชนิดพบว่า จะเกิดวงแหวนสีน้ำตาลขึ้นภายในหลอดทดลอง

2) การตรวจสอบการมีธาตุฟอสฟอรัส ด้วยปฏิกิริยาตกตะกอนเฉพาะ
ผลการทดลอง ปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 การตรวจสอบธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักจากน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ			การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นหลังจากนำหลอดทดลองไปจุ่ม ในน้ำอุ่นเป็นเวลา 3 นาที	
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดย ปริมาตร)	ปุ๋ยหมักจากใบอ้อย	ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
	ฟางข้าว	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
	เศษพืชผัก	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
	มูลเป็ด	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
	มูลไก่	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง

จากตาราง 12 การตรวจสอบการมีธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักทุกชนิดพบว่า จะเกิดตะกอนสีเหลือง
ขึ้นภายในหลอดทดลอง

3) การตรวจสอบการมีธาตุโพแทสเซียมด้วยเปลวไฟ (flame test)

ผลการทดลอง ปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 การตรวจสอบธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักจากน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ			สีของเปลวไฟเมื่อนำลวดนิโครมที่จุ่มในสารละลายปุ๋ยหมักไปเผาด้วยเปลวไฟ	
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดย ปริมาตร)	ปุ๋ยหมักจากใบอ้อย	ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
	ฟางข้าว	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
	เศษพืชผัก	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
	มูลเป็ด	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
	มูลไก่	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง

จากตาราง 13 การตรวจสอบการมีธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักทุกชนิดพบว่า จะเกิดเปลวไฟสีม่วงขึ้น เมื่อนำสารละลายปุ๋ยหมักไปทดสอบด้วยเปลวไฟ

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

ในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยมาพัฒนา ได้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 6 บท ดังนี้

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินคุณภาพและความเหมาะสมในการนำไปใช้สำหรับสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ช่วง ซึ่งมีน้ำหนักคะแนนตั้งแต่ 1 – 5 ผู้วิจัยนำระดับการประเมินมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละส่วนและจัดระดับตามค่าเฉลี่ย เป็น 5 ระดับคือ

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ควรปรับปรุง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง พอใช้

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ดี

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ดีมาก

ค่าเฉลี่ยผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น จากผู้เชี่ยวชาญ

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่	รายการประเมิน					
	ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์		บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์		เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
1	4.35	ดีมาก	4.39	ดีมาก	4.51	ดีมาก
2	4.23	ดีมาก	4.47	ดีมาก	4.51	ดีมาก
3	4.33	ดีมาก	4.46	ดีมาก	4.43	ดีมาก
4	4.33	ดีมาก	4.37	ดีมาก	4.37	ดีมาก
5	4.23	ดีมาก	4.39	ดีมาก	4.34	ดีมาก
6	4.35	ดีมาก	4.36	ดีมาก	4.89	ดีมาก

จากตาราง 14 การประเมินคุณภาพ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น จำนวน 6 บท จากผู้เชี่ยวชาญ โดยแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ส่วน คือใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เอกสารรายงานผลการทดลอง และคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า ทั้ง 3 ส่วนของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 บท อยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 3 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อศึกษาดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
2. ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
3. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

ในการวิจัยครั้งนี้ทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยเมื่อนำผลคะแนนเฉลี่ยในแต่ละทักษะจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มาเปรียบเทียบปรากฏผลดังตาราง 15

ตาราง 15 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆจากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	คะแนนสอบก่อนเรียน (N = 30)		คะแนนสอบหลังเรียน (N = 30)		t	p
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
1.การสังเกต	2.03	0.81	2.57	0.97	2.80**	.009
2.การวัด	2.73	0.83	3.50	0.86	5.14**	.000
3.การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	2.77	0.90	3.33	0.76	2.29*	.030
4.การตั้งสมมติฐาน	1.63	1.19	2.87	1.86	5.66**	.000
5.การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	2.47	1.22	3.20	1.10	2.84**	.008
6.การกำหนดและควบคุมตัวแปร	1.60	1.07	2.33	1.03	3.19**	.003
7.การทดลอง	2.30	1.18	2.73	1.17	2.15*	.040
8.การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	3.17	1.37	3.70	1.12	2.64*	.013
รวม	18.70	4.69	24.23	3.57	14.13**	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 15 คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในด้าน การสังเกต การวัด การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนในด้าน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยภาพรวม พบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

ในการวิจัยครั้งนี้วัดทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนขณะที่นักเรียนเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกบท โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบประเมินจากสภาพจริง แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 อันดับซึ่งมีน้ำหนักคะแนนตั้งแต่ 1 - 4 โดยประเมินพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

1. การวางแผนการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง แบ่งเป็น 3 ด้านได้แก่

2.1 เทคนิคการทดลอง

2.2 ความคล่องแคล่วในการทดลอง

2.3 ความสะอาดและความเป็นระเบียบ

3. การจัดทำรายงานผลการทดลอง

ผลคะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ปรากฏดังตาราง 16

ตาราง 16 คะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการประเมินโดยสภาพจริง โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ขณะที่นักเรียนเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในแต่ละบท

บทปฏิบัติการวิทยา ศาสตร์ที่	คะแนนเฉลี่ย						คิดเป็น ร้อยละ
	รายการที่ประเมิน					รวมเฉลี่ย	
	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2			ด้านที่ 3		
		2.1	2.2	2.3			
1	3.50	3.33	3.67	3.67	3.50	3.47	86.75
2	3.50	3.33	3.50	4.00	3.33	3.53	88.25
3	3.67	3.33	3.50	3.50	3.17	3.43	85.75
4	3.33	3.17	3.67	3.67	3.17	3.40	85
5	3.50	3.50	3.67	3.67	3.33	3.33	88.25
6	3.33	3.33	3.33	3.67	3.50	3.43	85.75
รวม	3.47	3.33	3.50	3.69	3.33	3.47	86.75

จากตาราง 16 คะแนนเฉลี่ยของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์จากการประเมินโดยสภาพจริง โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละพบว่า การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ทุกบทนักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 70 กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 , 2 , 3 , 4 , 5 และ 6 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 86.75 , 88.25 , 85.75 , 85 , 88.25 และ 85.75 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยรวมทุกบท นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 86.75

3. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น โดยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น จำนวน 30 ข้อ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยพิจารณาโดยรวมในการแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกใน 2 ด้าน คือ

1. ความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีจำนวนข้อคำถาม 10 ข้อ
2. การแสดงออกต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่
 - 2.1 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีจำนวนข้อคำถาม 10 ข้อ
 - 2.2 การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีจำนวนข้อคำถาม 10 ข้อ

ผู้วิจัยได้คำนวณคะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และกำหนดเป็นเกณฑ์ในการประเมินเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- | | | | |
|-------------|-------------|---------|--------------------|
| คะแนนเฉลี่ย | 1.00 – 2.33 | หมายถึง | อยู่ในระดับต่ำ |
| คะแนนเฉลี่ย | 2.34 – 3.66 | หมายถึง | อยู่ในระดับปานกลาง |
| คะแนนเฉลี่ย | 3.67 – 5.00 | หมายถึง | อยู่ในระดับดี |

ผลคะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ปรากฏดังตาราง 17

ตาราง 17 คะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	การแปลผล
1. ความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3.86	อยู่ในระดับดี
2. การแสดงออกต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์		
2.1 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3.92	อยู่ในระดับดี
2.2 การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3.87	อยู่ในระดับดี
รวม	3.88	อยู่ในระดับดี

จากตาราง 17 คะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น อยู่ในระดับดี เมื่อแยกเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อทดลองหมักน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น โดยทดลองหมักวัสดุเหลือใช้ จากพืช จากขยะเปียกและจากสัตว์ เพื่อนำผลการทดลองไปสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี
3. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานไว้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 70
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี มีขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า 3 ตอน ในแต่ละตอนดำเนินการโดยสรุปดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จากผลการทดลองที่ผู้วิจัยทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ในขั้นตอนนี้ได้พัฒนาและสร้างเครื่องมือ 2 ชุด ดังนี้

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น จำนวน 6 บท

2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น ใช้สำหรับเป็นแนวทางในการสอน

ตอนที่ 3 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 2 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 70 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จำนวน 30 คนที่ได้จากการสุ่มแบบจัดกลุ่ม (Cluster Samplings) เพื่อให้ได้นักเรียน 1 ห้องเรียน จากนักเรียนทั้งหมด 2 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนมีดังนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ
2. แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
3. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น จำนวน 30 ข้อ

การดำเนินการทดลอง

1. ติดต่อผู้บริหารโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย
2. ทำการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน
3. ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และเก็บข้อมูลทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกบท
4. เมื่อนักเรียนเรียนครบทุกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลองโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. พัฒนาเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

1.2 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร K-R 20

1.4 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

2. ทดสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1 วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t- test dependent

2.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ขณะเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาคิดเป็นร้อยละ

2.3 วิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 2.33 หมายถึง อยู่ในระดับต่ำ

คะแนนเฉลี่ย 2.34 – 3.66 หมายถึง อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 3.67 – 5.00 หมายถึง อยู่ในระดับดี

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนานทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี ดำเนินการศึกษาค้นคว้าแบ่งออกเป็น 3 ตอน สรุปได้ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษา

1. คุณภาพของน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น โดยตรวจสอบลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่า pH และ อุณหภูมิ ในช่วงหมักทุกวันเป็นเวลา 7 วัน และตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สีและกลิ่น หลังจากหมักครบแล้ว 7 วัน ผลการทดลองพบว่า

1) ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นทุกชนิด วันที่เริ่มต้นทดลองจนถึงวันที่ 7 ของการทดลองการหมักค่า pH จะลดลงเรื่อยๆ โดยค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากใบอ้อย เศษพืช ขยะเปียก มูลไก่ มีค่า pH อยู่ในระดับประมาณ 3 น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากฟางข้าว มูลวัว มูลเป็ด มีค่า pH อยู่ในระดับประมาณ 4 ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของกรมวิชาการเกษตรที่กล่าวว่า ลักษณะของน้ำสกัดชีวภาพที่ดี ในช่วงที่ทำการหมักค่า pH จะต่ำลงเรื่อยๆ ถ้าค่า pH อยู่ในระดับประมาณ 3 จะสามารถเก็บน้ำสกัดชีวภาพไว้ใช้ได้นาน 2 - 3 ปี

2) อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นทุกชนิด วันที่เริ่มต้นทดลองจนถึงวันที่ 7 ของการทดลองการหมักจะพบว่า อุณหภูมิจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของกรมวิชาการเกษตรที่กล่าวว่า อุณหภูมิในช่วงหมักจะไม่สูงมากนัก คือ อุณหภูมิจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย

3) สีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นทุกชนิดมีสีน้ำตาล ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของกรมวิชาการเกษตรที่กล่าวว่า ลักษณะของน้ำสกัดชีวภาพที่ดีสีของน้ำสกัดชีวภาพจะเป็นสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ

4) กลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นเกือบทุกชนิดมีกลิ่นคล้ายกากน้ำตาลไหม้ยกเว้นน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกมีกลิ่นคล้ายน้ำตาลออกเปรี้ยว ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของกรมวิชาการเกษตรที่กล่าวว่า ลักษณะของน้ำสกัดที่ดีกลิ่นจะคล้ายกากน้ำตาลไหม้

2. การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว ด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 , 1 และ 10 โดยปริมาตร เพื่อศึกษาการย่อยสลายของวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นที่หมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพในความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 15 วัน โดยวิธีการชั่งน้ำหนักวัสดุธรรมชาติก่อนและหลังหมัก ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติหลังจากหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นในระดับความเข้มข้นต่างๆทุกชนิดจะลดลง แสดงว่าวัสดุธรรมชาติเกิดการย่อยสลาย ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของสุมิตรา ภูวโรดม ที่กล่าวว่าการวัดการสลายตัวของปุ๋ยหมักทำได้โดยวัดปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ลดลงโดยวิธีทางเคมีหรือการชั่งน้ำหนัก และวัสดุธรรมชาติหลังจากหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นทุกชนิดในระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร มีน้ำหนักลดลงมากที่สุด แสดงว่าความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพร้อยละ 10 โดยปริมาตรทำให้วัสดุธรรมชาติเกิดการย่อยสลายมากที่สุด

3. การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ที่มีในปุ๋ยหมัก หลังจากการหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพในความเข้มข้นต่างๆกัน

2.1 การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ด้วยปฏิกิริยาตกตะกอนเฉพาะ ผลการทดลองพบว่า

- 1) การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมักทุกชนิด จะเกิดวงแหวนสีน้ำตาล ขึ้นภายในหลอดทดลอง แสดงว่า ในปุ๋ยหมักทุกชนิดมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ
- 2) การตรวจสอบการมีธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักทุกชนิด จะเกิดตะกอนสีเหลืองขึ้นภายในหลอดทดลองแสดงว่า ในปุ๋ยหมักทุกชนิดมีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ

2.2 การตรวจสอบการมีธาตุโพแทสเซียมด้วยเปลวไฟ (flame test) ผลการทดลองพบว่า

การตรวจสอบการมีธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักทุกชนิด จะเกิดเปลวไฟสีม่วงขึ้น เมื่อนำสารละลายปุ๋ยหมักไปทดสอบด้วยเปลวไฟ แสดงว่าในปุ๋ยหมักทุกชนิดมีธาตุโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย สรุปได้ว่า ผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎีที่ได้ศึกษาค้นคว้าและสามารถนำผลการทดลองไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในตอนที่ 2 ได้

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย ในการพัฒนาครั้งนี้ได้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา 6 บท โดยแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นทั้ง 6 บทปฏิบัติการ ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินคุณภาพและความเหมาะสมในการนำไปใช้สำหรับสอน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการประเมินพบว่า ค่าเฉลี่ยการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 บท อยู่ในระดับดีมาก

จึงสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 6 บทมีคุณภาพและความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 3 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน เพื่อศึกษา

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ผลการวิจัยพบว่า การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p = .000$) เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัดในแต่ละด้าน ทั้งด้านการสังเกต การวัด การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนในด้าน การจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทุกบท สูงกว่าร้อยละ 70 กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่ 1, 2, 3, 4, 5, และ 6 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 86.75, 88.25, 85.75, 85, 88.25 และ 85.75 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์โดยรวมทุกบท นักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 86.75

3. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น อยู่ในระดับดี เมื่อแยกเจตคติของนักเรียนเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี

อภิปรายผล

เนื่องจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนั้นการอภิปรายผลครั้งนี้ผู้วิจัยทำการอภิปรายผลเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

การทดลองหมักน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นจังหวัดสุพรรณบุรี โดยทดลองหมักวัสดุเหลือใช้จากพืชได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว เศษพืช จากขยะเปียกได้แก่ เศษอาหาร เศษผักผลไม้ จากสัตว์ได้แก่ มูลวัว มูลเป็ด มูลไก่ มาหมักกับกากน้ำตาล โดยมีอัตราส่วนของวัสดุเหลือใช้ กับ กากน้ำตาล โดยอาศัยข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร ดังนี้

- 1) วัสดุเหลือใช้จากพืช ต่อ กากน้ำตาล เป็น 3 : 1
- 2) วัสดุเหลือใช้จากขยะเปียก ต่อ กากน้ำตาล เป็น 3 : 1
- 3) วัสดุเหลือใช้จากสัตว์ ต่อ กากน้ำตาล เป็น 1 : 1

ในการทดลองหมักน้ำสกัดชีวภาพได้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และกระทำตามขั้นตอนที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ จึงทำให้ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากใบอ้อย เศษพืช ขยะเปียก มูลไก่ มีค่า pH อยู่ในระดับประมาณ 3 ส่วนน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากฟางข้าว มูลวัว มูลเป็ด มีค่า pH อยู่ในระดับประมาณ 4 ซึ่งผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎีที่กรมวิชาการเกษตร (2544 : 49) ได้เสนอไว้ คือ

ลักษณะของน้ำสกัดชีวภาพที่ดี ในช่วงหมักค่า pH จะต่ำลงเรื่อย ๆ ถ้าค่า pH อยู่ในระดับประมาณ 3 จะสามารถเก็บน้ำสกัดชีวภาพไว้ใช้ได้นาน 2 - 3 ปี ส่วนอุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในห้องดินทุกชนิด วันที่เริ่มต้นทดลอง จนถึงวันที่ 7 ของการทดลองการหมักจะพบว่า อุณหภูมิจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย ซึ่งผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎีของกรมวิชาการเกษตร (2544 : 49) ที่กล่าวว่า อุณหภูมิในช่วงหมักจะไม่สูงมากนัก คือ อุณหภูมิจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย ในส่วนของสีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในห้องดินทุกชนิดมีสีน้ำตาล ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของกรมวิชาการเกษตร (2544 : 49) ที่กล่าวว่า ลักษณะของน้ำสกัดชีวภาพที่ดีสีของน้ำสกัดชีวภาพจะเป็นสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ และกลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ในห้องดินเกือบทุกชนิดมีกลิ่นคล้ายกากน้ำตาลไหม้ ยกเว้นน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกมีกลิ่นคล้ายน้ำตาลออกเปรี้ยว ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของกรมวิชาการเกษตร (2544 : 49) ที่กล่าวว่า ลักษณะของน้ำสกัดที่ดีกลิ่นจะคล้ายกากน้ำตาลไหม้

ในการนำน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นไปใช้ โดยนำไปหมักวัสดุธรรมชาติในห้องดินได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว โดยใช้ น้ำสกัดชีวภาพในระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 , 1 และ 10 โดยปริมาตร เพื่อศึกษาการย่อยสลายของวัสดุธรรมชาติในห้องดินที่หมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพในความเข้มข้นต่างๆเป็นเวลา 15 วัน โดยวิธีการซึ่งนำหน้าวัสดุธรรมชาติก่อนและหลังหมัก ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติหลังจากหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นในระดับความเข้มข้นต่างๆทุกชนิดจะลดลง แสดงว่าวัสดุธรรมชาติเกิดการย่อยสลาย ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของสมิตรา ภูวโรดม (2532 : 162) ที่กล่าวว่า การวัดการสลายตัวของปุ๋ยหมักทำได้โดยวัดปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ลดลงโดยวิธีทางเคมีหรือการชั่งน้ำหนัก และวัสดุธรรมชาติหลังจากหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นทุกชนิดในระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร มีน้ำหนักลดลงมากที่สุด แสดงว่าความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพร้อยละ 10 โดยปริมาตรทำให้วัสดุธรรมชาติเกิดการย่อยสลายมากที่สุด และจากการศึกษาของกรมวิชาการเกษตร (2544 : 39) พบว่า ในน้ำสกัดชีวภาพจะมีจุลินทรีย์ชนิดต่างๆอยู่ ทำให้น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นสามารถเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ดีเพื่อเป็นตัวเร่งในการย่อยสลายวัสดุธรรมชาติ ทำให่วัสดุธรรมชาติย่อยสลายได้เร็วขึ้น เมื่อวัสดุธรรมชาติย่อยสลายมีผลทำให้น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติลดลงและกลายเป็นปุ๋ยหมักต่อไป

ในการตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ด้วยปฏิกิริยาตกตะกอนเฉพาะ และการตรวจสอบโพแทสเซียมด้วยเปลวไฟ ในปุ๋ยหมักที่ผลิตขึ้นได้ทำการทดลองตามขั้นตอนของ ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2535 : 90) ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบที่ไม่ยุ่งยากจึงทำให้ผลการทดลองเกิดขึ้นได้เร็ว และเป็นวิธีการที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย ผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎีที่ได้ศึกษาค้นคว้า และสามารถนำผลการทดลองไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องดินได้

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น

ผู้วิจัยนำผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ปรากฏว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 บท มีคุณภาพและความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

ประการแรก การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 , 3 , 4 , 5 และ 6 ได้พัฒนาจากพื้นฐานการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้คำนึงถึงความเหมาะสมของการทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์และสารเคมีที่หาง่ายและสะดวกต่อการใช้ ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองไม่มาก เหมาะสมกับระดับชั้นที่ใช้ในการเรียนการสอน นอกจากนี้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีเนื้อหาครอบคลุมความรู้เฉพาะในเรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นและการนำน้ำสกัดชีวภาพไปใช้ประโยชน์เป็นผลให้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์ในด้านเนื้อหาเฉพาะเรื่องมากยิ่งขึ้น

ประการที่สอง การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น มีความสอดคล้องกับสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันเกี่ยวกับหลักสูตรสถานศึกษาที่มีการส่งเสริมให้นำความรู้ท้องถิ่นมาใช้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้นักเรียนและนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุเหลือใช้ที่มีในห้องถิ่น สามารถนำวัสดุเหลือใช้เหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ นักเรียนสามารถถ่ายโยงความรู้ที่ได้จากการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนและท้องถิ่นของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ จรูญ ถาวรจักร์ (2538 : 8) ที่ว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์จะต้องบรรจุเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ต่อท้องถิ่นและมีการปฏิบัติจริง

ประการที่สาม บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น แต่ละบทประกอบด้วยใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หลักการ จุดประสงค์ เวลาที่ใช้ อุปกรณ์และสารเคมี วิธีดำเนินการทดลอง แบบรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบโดยรวมเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอน อีกทั้งบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นการสอนที่เน้นปฏิบัติการทดลอง สามารถจูงใจให้นักเรียนสนใจในกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง และช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ จำแสง เชื้อภักดี (2538 : 23) ที่ว่า กิจกรรมปฏิบัติการทดลองจะเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎี สามารถเรียนรู้จนเกิดมโนคติ เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าให้นักเรียนท่องจำจากตำรา

จากเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้นทั้งหมด จึงทำให้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น ทั้ง 6 บท มีคุณภาพและความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 3 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p = .000$) เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัดในแต่ละด้าน ทั้งด้านการสังเกต การวัด การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนในด้าน การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ที่พัฒนาขึ้นเป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ศึกษาการปฏิบัติการทดลองจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียน เริ่มจากการกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลและสรุปผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง การที่นักเรียนได้ปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆที่กำหนดไว้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองทั้งหมด ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ทั้งที่เป็นตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังที่คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลตอบรับการสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 116) กล่าวว่า การทดลองนั้นถือเป็นเรื่องหัวใจของการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะจะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกผู้เรียนในแง่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ (2544 : 55) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคนิคการแยกสาร มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ แม็คเบธ (Macbeth, 1974 : 45 – 51) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอนุบาลกับนักเรียนเกรด 3 พบว่า การสอนโดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับอนุบาลได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในเกรด 3

ประการที่สอง ขณะดำเนินการทดลองด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการเรียน อาจสืบเนื่องมาจากนักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งในขั้นตอนของการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงมีโอกาสร่วมพัฒนาส่วนของความคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง จะเห็นได้ว่าการปฏิบัติการทดลองจะทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิโรจน์ เฉลยสุข (2541 : 75) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรพล วิทิตไพบูลย์ (2543 : 63) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการ เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้ นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ทุกบท สูงกว่าร้อยละ 70 คือ นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 86.75 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น นักเรียนได้ทำการทดลองจริงอย่างเป็นระบบและมีกระบวนการอย่างต่อเนื่อง นักเรียนได้ทำปฏิบัติการทดลองร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้ร่วมมือกัน ทั้งในด้านการวางแผนการทดลอง คือ มีการปรึกษาหารือเพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอนการทดลอง มีการวางแผนการทดลองได้อย่างเหมาะสม มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบกันภายในกลุ่ม และสามารถปรับปรุงแนวทางการทำการทดลองได้อย่างเหมาะสม ด้านการปฏิบัติการทดลอง ได้แก่ ด้านเทคนิคการทดลอง ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง ด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบของห้องที่ทำการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ญานุพงษ์ เจริญพิทย์ (2543 : 83) ที่ว่า โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงทักษะปฏิบัติในทางวิทยาศาสตร์ มักเข้าใจว่าเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์การทดลองและการทำการทดลอง แต่หากขยายกรอบความคิดให้กว้างขึ้น ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ อาจรวมถึงทักษะการใช้ห้องและจัดห้องปฏิบัติการได้ด้วย ดังนั้นในการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักเก็บอุปกรณ์ และทำความสะอาดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง รวมทั้งได้ให้นักเรียนเขียนรายงานผลการทดลองและตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นการฝึกการเขียนรายงานผลการทดลองอีกด้วย จึงทำให้ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิรพรรณ ทะเขียว (2543 : 82) พบว่า ทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประการที่สอง การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ที่พัฒนาขึ้น ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติทดลองด้วยตนเองและเป็นกิจกรรมปฏิบัติการทดลองที่สอดคล้องกับท้องถิ่นของนักเรียน นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ จึงทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ดี และแสดงพฤติกรรมด้านการปฏิบัติอย่างอิสระ กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติจริง นักเรียนจึงเกิดการเรียนด้านทักษะปฏิบัติอย่างจริงจัง ถูกต้อง และใช้อุปกรณ์คล่องแคล่วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ จอห์น ดิวอี้ ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ต้องเกิดจากการปฏิบัติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรุณา ละมุล (2541 : 123) พบว่า การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนัก นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 80

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้ นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ นักเรียนมีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 86.75

3. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ ในท้องถิ่น อยู่ในระดับดี เมื่อแยกเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ซึ่งสามารถอภิปรายผลเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นรายด้านได้ดังนี้

ด้านที่ 1 ความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ที่พัฒนาขึ้น เป็นการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดการศึกษาค้นคว้าหาความจริง เป็นการฝึกทักษะปฏิบัติ ช่วยให้นักเรียนมีความคล่องตัวในการทดลอง เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายผลและสรุปผลอย่างอิสระ จึงส่งผลให้นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดที่ดีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรอุมา ละมุล (2541: 123) พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องความสามารถของ วัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนัก ในระดับดีมาก

ด้านที่ 2 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ที่พัฒนาขึ้นเป็น กิจกรรมปฏิบัติการทดลองที่ให้ประสบการณ์ตรง ทำให้นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนเพราะเนื้อหาของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความยาก – ง่าย พอเหมาะกับระดับความสามารถของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541 : 11) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้กระทำช่วยให้นักเรียนเกิดความพร้อมและกระตือรือร้นที่จะเรียนอย่างมีชีวิตชีวา และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พันศักดิ์ สายแสงจันทร์ (2544 : 55) พบว่า นักเรียนมีความสนใจและชอบอยู่ในระดับสูงต่อการเรียนด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร

ด้านที่ 3 การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ที่พัฒนาขึ้นเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับชุมชนและท้องถิ่นของนักเรียน เมื่อนักเรียนได้เรียนแล้วสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน สามารถผลิตน้ำสกัดชีวภาพใช้ได้ด้วยตนเอง และเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่ในชุมชน ท้องถิ่น มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น อยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ไปใช้ในการเรียนการสอน ควรใช้ควบคู่กับคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจและทดลองปฏิบัติก่อน เมื่อนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียน ครูผู้สอนควรชี้แจงรายละเอียดและแนะนำการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจเสียก่อน

1.2 ในการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ดังนั้นครูผู้สอนควรแนะนำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และวิธีการใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองด้วยการสาธิตก่อนให้นักเรียนลงมือทำการทดลอง เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้อง

1.3 ในการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 , 3 , 4 และ 5 ครูผู้สอนควรนำนักเรียนไปเรียนบริเวณเรือนเกษตรของโรงเรียน หรือบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก เพราะการหมักน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่างๆ มีกลิ่นรบกวนนักเรียนห้องอื่นๆ และต้องใช้พื้นที่ในการปฏิบัติการทดลองมาก

1.4 ในการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชและมูลสัตว์ ครูผู้สอนอาจจะใช้พืชและมูลสัตว์ที่มีในท้องถิ่นของผู้สอน ไม่จำเป็นต้องใช้พืชและมูลสัตว์ที่เขียนไว้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพราะแต่ละท้องถิ่นจะมีพืชและมูลสัตว์ไม่เหมือนกัน แต่ครูผู้สอนควรทดลองหมักน้ำสกัดชีวภาพเองก่อนที่จะให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลอง

1.5 ควรนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ไปใช้สำหรับการเรียนการสอนแก่นักเรียน ชุมชนวิทยาศาสตร์ หรือนักเรียนระดับชั้นอื่นๆ เพื่อเสริมความรู้ในเรื่อง น้ำสกัดชีวภาพให้แก่ นักเรียน เพื่อเป็นประโยชน์แก่นักเรียน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นประโยชน์ต่อชุมชน ท้องถิ่นต่อไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ไปวิจัยเพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ

2.2 ควรมีการศึกษาถึงผลของการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตัดสินใจและคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.3 ควรทำการวิจัยโดยพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในเรื่อง เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นต่างๆของแต่ละจังหวัด เพื่อเสริมสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนและท้องถิ่นของนักเรียน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงรัง. (2528). จิตวิทยาการศึกษาฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการ
แนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
กรมวิชาการ. (2532). "การวิจัยสังเคราะห์กระบวนการพัฒนาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช
2524 (ฉบับสมบูรณ์)," ใน รายงานการวิจัยของโครงการจัดปัจจัยด้านความพร้อมของหลักสูตร.
กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2536). แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต.
กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ.
- กรมวิชาการเกษตร. (2542). เอกสารวิชาการ ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ. กรุงเทพฯ : กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์
ดิน กองปฐพีวิทยา. กรมวิชาการเกษตร.
- _____. (2544). รายงานเวทีเสวนาเกษตรระดับชาติ เรื่อง การผลิตและการใช้น้ำสกัดชีวภาพ.
กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร.
- กัญญา ทองมัน. (2534). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนหาความรู้ที่ทำการ
ทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และคณะ. (2525). รายงานผลการวิจัยเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษา. ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กิตติชัย สุทธาธิโนบล. (2541). ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.
ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- กิตติศักดิ์ เสมารธรรมานนท์. (2531). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้บทเรียน
โปรแกรม สไลด์ เทปประกอบกับที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
ถ่ายเอกสาร.
- เกสร ไซ้บางยาง. (2538). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติ
ต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบแก้ปัญหา กับวิธีสอนแบบปกติ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.
(การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
ถ่ายเอกสาร.
- แก้วทิพย์ อัครเดชเรืองศรี. (2536). การนำโพลิสไตรีนโฟมมาเป็นตัวเร่งในขบวนการผลิตปุ๋ยหมักจาก
ผักตบชวา. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

- เขมิกาญจน์ ทองมา. (2540). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- คว้น ขาวหนู. (ม.ป.ป.). เทคนิคการสอนและการวัดผลสุศึกษา. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิตการพิมพ์.
- จรรยา ธารจักร์. (2538). "บทบาทของสถาบันราชภัฏกับการเป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่น," ใน เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง การประชุมปฏิบัติการวางแผนพัฒนาอาชีพ ระหว่างวันที่ 18 – 19 เมษายน 2538 ณ โรงแรมมิตรพันธ์. ปทุมธานี : สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาสงครณในพระบรมราชูปถัมภ์.
- จิรพรรณ ทะเขียว. (2543). การเปรียบเทียบทักษะภาคปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- จุฑามาศ บุญมาแย้ม. (2539, กรกฎาคม – สิงหาคม). "ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล," วารสารน้ำตาล. 32(4) : 1 – 12.
- ชาวล แพรัตกุล. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร.
- เชิดศักดิ์ โฉวาสินธุ์. (2520). การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักทดลองทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2539). ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แนวคิดและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : ดวงกมลการพิมพ์.
- _____. (2542). การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดำเนิน ยาท่วม. (2537). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกกับการสอนตามแนวของ สสวท. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ทวี ท่อแก้ว และอบรม สันภิบาล. (2530). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : องค์การคำจุรสุภา.
- ทวีพล จูชะพล. (2541). การพัฒนาเตาเผาอุณหภูมิสูงขนาดเล็กเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง เซรามิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ทพวงมหาวิทยาลัย. (2525). คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทพวงมหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2528). พัฒนาหลักสูตรและการสอน. มหาสารคาม : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

- บุษบา ยงสมิทธิ์. (2540). จุลชีววิทยาการหมักวิตามินและสารสี. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. (2520). คู่มือปฏิบัติการอินทรีย์เคมี. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- _____. (2535). คุณภาพวิเคราะห์แบบเคมีไมโคร. กรุงเทพฯ : โอเคียนสโตร์.
- เปรมจิต บุญสาย. (2541). การพัฒนาหลักสูตรวิชาชีพพระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่อง พื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นการปฏิบัติการทดลองโดยใช้ประสบการณ์จากสารเหลือทิ้ง. ปรินิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- พจน์ สะเพียรชัย. (2517). พัฒนาการวัดผล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจริญพัฒน์.
- พนิดา ภิสัชเพ็ญ. (2534). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพโดยใช้ชุดการสอนนิมิตอร์สกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- พรพิมล ม่วงไทย และนิรันดร์ บุญอิงเปรตพงศ์. (ม.ป.ป.). รายงานการวิจัยการศึกษาทางคุณภาพวิเคราะห์หาแร่ธาตุบางชนิดในดินที่เพาะปลูกฝิ่น. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรรณี ข.เจนจิต. (2528). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : อมรินทร์การพิมพ์.
- พวงพร โชติโกกร. (2532). จุลชีววิทยาของอาหารและนม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤกษศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พันศักดิ์ สายแสงจันทร์. (2544). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคนิคการแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- พูนศักดิ์ จันทน์จำปี. (2541). การหมักปุ๋ยจากเศษอาหารและวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรแบบเทอร์โมฟิลิกโดยใช้ถั่วงอก. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- เพชร กัตัญญกุล. (2537, มกราคม – กุมภาพันธ์). "การหมักเห็ดวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร," กลีกร. 67(1) : 32 – 38.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2534). การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่ : เชียงใหม่คอมเมอร์เชียล.
- _____. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- รวิวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์. (2533). การวัดทัศนคติเบื้องต้น. ชลบุรี : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- รุ่ง แก้วแดง. (2542). ปฏิบัติการศึกษไทย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มติชน.

- วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว. (2532). กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.
- วัฒนาพร ระวังทุกข์. (2541). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : ดันอ้อ 1999.
- วิชัย ดันศิริ. (2542). คำอธิบายพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ : วิญญูชน.
- วิชาญ เลิศลพ. (2543). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท. ปริญญาโท กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิทยากร เชียงกุล. (2541). รายงานสภาวะการศึกษาไทยปี 2540. กรุงเทพฯ : สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- วิรงรอง โรจนกุล. (2530). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนที่ใช้แผนภาพโปร่งใสประกอบและการสอนตามคู่มือ. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วิโรจน์ เฉลยสุข. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ. ปริญญาโท กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วิไลพร วรจิตตานนท์. (2531). การทดลองใช้แนวการสอนของกาเยในการพัฒนาเจตคติที่เอื้อต่อการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม. ปริญญาโท กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วีระชาติ สวนไพบรินทร์. (2531). การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศศิเกษม ทองยงค์ และลีลา สีสานุเคราะห์. (2524). วิจัยสอนวิทยาศาสตร์ สรุปเนื้อหาตามหลักสูตรใหม่ 2522. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- ศิริกานต์ ผาสุข. (2543). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิชาเคมีผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเรื่อง การสกัดและการแยกองค์ประกอบทางเคมีจากพืชสมุนไพรในท้องถิ่นสำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันราชภัฏ. ปริญญาโท กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริภรณ์ เม่นมัน. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรคณิยม. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สงบ ลักษณะ. (2534). จากหลักสูตรสู่แผนการสอน. กรุงเทพฯ : ชูรสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2538). "แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน," ใน เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเพื่อเตรียมวิทยากรแกนนำ. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2543). *มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2543). *เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการวิทยาการแกนนำ วิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สนอง ทองปาน. (2540). *การศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้พลังในตัวเอง : กรณีศึกษาเพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมศึกษา*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ค. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมเกียรติ แก้วจรัสสุสันติ. (2544). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิชาเคมีสภาวะแวดล้อม เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีในผักสำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิตของสถาบันราชภัฏ*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ค. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สาคร เข็มจันทร์. (2542). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ขยะผลิตปุ๋ยชีวภาพ กรณีศึกษา : วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีขอนแก่น*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543). *ความสามารถในการแข่งขันระดับนานาชาติ พ.ศ.2543*. กรุงเทพฯ : บริษัท เซเวน พรินต์ติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- สุเทพ อุดสาหะ. (2526). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. มหาสารคาม : สหบัณฑิต.
- สุมิตร ภูวโรดม. (2532). *ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุรางค์ สากร. (2537). *พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.
- สุรพล วิหคไพบุลย์. (2543). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สุรศักดิ์ แพรดำ. (2544). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.อุบลราชธานี. : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี*.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2517). *การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด*. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- _____. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ : บริษัทเจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.
- สุวิมล เขียวแก้ว. (2527). *การสอนวิทยาศาสตร์กับมัธยมศึกษา*. ปัตตานี : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์ อุดสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- อรอุมา ละมุล. (2541). การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนัก ที่ใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์. (2535). การกำจัดขยะมูลฝอยแบบต่าง ๆ : รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคนิคการกำจัดขยะมูลฝอยแบบไข่เตาเผาและวิธีฝังกลบ. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อดิศักดิ์ ภาชา. (2530). การศึกษาผลการจัดกลุ่มนักเรียนที่ทำปฏิบัติการแบบกลุ่มอิสระ กลุ่มคละและกลุ่มเหมือน ที่มีผลต่อการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2539. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- อมรา เขียวรักษา. (2540). การพัฒนารายการวิทัศน์เพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจเรื่องการจัดกิจกรรม ชุมชนนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชลี เล้าเลิศชัย. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชา วิทยาศาสตร์พาณิชยกรรมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนโดยใช้ เทคนิคการประชาสัมพันธ์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- อารายา แสงไชย. (2529). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะด้วยการ จัดกิจกรรมทดลองแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- Anderson, O. Roger. (1976). *The Experience of Science : A New Perspective for Laboratory Teaching*. New York : Teacher College Press Columbia University.
- Hofstein, Avi and Lunetta, Vincent N. (1982). "The Roles of the Laboratory in Science Teaching : Neglected Aspects of Research," in *Review of Education Research*. 52 : 201-217.
- Koivo, Anne Piblak. (1983, February). "The Relationship of Student Perceptions of Study Habits and Attitudes Based on Differences in Sex, Grade and Academic Achievement," *Dissertation Abstracts International*. 43 : 2624-A.
- Kolebas, P. (1972, February). "The Effects on the Intelligence, Reading, Mathematics and Interest in Science – A Process Approach Since First Entering School," *Dissertation Abstracts International*. 32 : 443-A.
- Lee, James Lawrence. (1975, September). "The Effectiveness of a Computer – Assisted Program Designed to Teach Verble – Descriptive Skills upon an Aural Sentation of Music," *Dissertation Abstracts International*. 36(3) : 1364-A.

- Lunetta, Vincent N., Hoftein, A. and Gidding, Geoffrey. (1981, January). "Evaluating Science Laboratory Skills," *The Science Teacher*. 48 : 22-25.
- Newcomb, T.M. (1950). *Social Psychology*. New York : The Dryden Press, Inc.
- Okebukola, P.A. (1985, July). "Cooperative Learning and Students' Attitudes toward Laboratory Works," *School Science and Mathematics*. 86(7) : 582-589.
- Pappelis, C.K. , Pohlman, M.K. and Papettis, A.T. (1980 April). "Can Instruction Improve Science Process Skill of Premedical and Predental Students," in *Journal of Research in Science Teaching*. 13 : 307-311.
- Riley, J. P. (1975, February). "The Effect of Science Process Training on Pre – Science Elementary Teacher's Process Skill Abilities, Understanding of Science and Teaching," in *Dissertation Abstracts International*. 35 : 5152-A.
- Romey, William D. (1968). *Inquiry Techniques for Teaching Science*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall, Inc.
- Serlin, C.R. (1977, March). "The Effects of Discovery Laboratory on the Science Process, Problem-Solving and Creative Thinking Ability of Undergraduates," *Dissertation Abstracts International*. 37 : 5729-5730A.
- Shymansky, J.A. and Matthews, C. (1974, February). "A Comparative Laboratory Study of the Effects of Two Teaching Patterns on Certain Aspects of Behavior of Students in Fifth Grade Science," *Research in Science Teaching*. 11 : 157-160.
- Smith, Douglas W. (1997, November). "Elementary Students' Use of Science Process Skills in Problem-Solving : the Effects of an Inquiry-Based Instructional Approach," *Dissertation Abstracts International*. 58(5) : 1667-A.
- Strawitz, B.M. and Malone, M. B. (1987, January). "Preservice Teacher's Acquisition and Retention of Integrated Science Process Skills : A Comparison of Teacher Directed and Self Instructional Strategies," In *Journal of Research in Science Teaching*. 24 : 53-60.
- Traindis, Harry C. (1971). *Attitude and Attitude Change*. p.3. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Turner, Gwendolyn Yonne. (1983, December). "A Comparison of Computer-Assisted Instruction and a Programmed Instruction Booklet in Teaching Selected Phonics Skills to Preservice Teachers," *Dissertation Abstracts International*. 44 : 1750-A.
- Vanek, F.A.P. (1974, September), "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (EES) and a Textbook Approach on Classifying," *Abstracts International*. 35 : 1522-A.
- Wade, Wilna Jean. (1995, September). "The Effects of Traditional Instruction Laboratory Experiences and Computer-Assisted Instruction on Ninth-Grade Biology Students Science Process Skills Achievement," *Proquest-Dissertation Abstracts*. 56(03) : 816.
- Widden, M.F. (1973, January). "A Product Evaluation of Science-A Process Approach," *Dissertation Abstracts*. 32 : 3582A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์
ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน
ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
3. อาจารย์ ดร.สุนันทา มั่นสมงคล
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม)
4. อาจารย์ ดร.เปรมจิตร์ บุญสาย
คณะบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตกรรณ
5. อาจารย์จริยา สังข์ลิขิต
โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/ 0625

วันที่ ๒๒ มกราคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นายทวิช แจ่มจรัส นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนานาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบทบทวนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายทวิช แจ่มจรัส ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรวุฒิ ปัดไธสง)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1012/ 0626



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๑ มกราคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม แบบทดสอบ บทปฏิบัติการ และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นายทวิช แจ่มจรัส นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาระบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี” โดยมี รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สนอง ทองปาน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายทวิช แจ่มจรัส ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรุดี ปัดไธสง)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/ 0๒๔

วันที่ ๒๒ มกราคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม)

เนื่องด้วย นายทวิช แจ่มจรัส นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี” โดยมี รองศาสตราจารย์ฉันทพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปราวณา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สุนันทา มนัสมงคล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายทวิช แจ่มจรัส ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรวุฒิ ปัดไธสง)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1012/ 0627



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ มกราคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตกรณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม แบบทดสอบ บทปฏิบัติการ และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นายทวิช แจ่มจำรัส นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์เปรมจิต บุญสาย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายทวิช แจ่มจำรัส ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรวุฒิ ปัดไธสง)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119



ที่ ทม 1012/ 0628

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๒ มกราคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม แบบทดสอบ บทปฏิบัติการ และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นายทวิช แจ่มจรัส นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์จริยา สังข์สิริจันท์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายทวิช แจ่มจรัส ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรวุฒิ ปัดโรสง)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 10๕ 4



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกทองวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ

เนื่องด้วย นายทวิช แจ่มจรัส นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัด สุพรรณบุรี” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปราชญา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนา เครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ และขอให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 2 จำนวน 100 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายทวิช แจ่มจรัส ได้เก็บข้อมูล ในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ภาภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 1944



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๘ มีนาคม 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นายทวิช แจ่มจรัส นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่จัดกลุ่มกิจกรรมโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 2 จำนวน 9 คน ในระหว่างเดือนมีนาคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายทวิช แจ่มจรัส ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ภากรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 1566



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

16 เมษายน 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านขุนน้ำร้อน

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบ แบบสอบถาม และแบบประเมิน

เนื่องด้วย นายทวิช แจ่มจรัส นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรปฏิบัติการศึกษา เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านขุนน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่จัดกลุ่มกิจกรรม โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คน และทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในระหว่างเดือนพฤษภาคม - กรกฎาคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายทวิช แจ่มจรัส ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ภาภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 02-258-4119

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
- แบบประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
- แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

เรียน ท่านผู้เชี่ยวชาญที่เคารพอย่างสูง

เนื่องด้วยกระผมได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง “น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี” สำหรับใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีความมุ่งหมายที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นและนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ กระผมจึงได้จัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้จำนวน 4 ชุด ได้แก่

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
2. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
4. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุ

เหลือใช้ในท้องถิ่น

เพื่อที่จะได้ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์มาปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กระผมขอความกรุณาจากท่านได้โปรดช่วยประเมินผลเครื่องมือแต่ละชุดตามแบบประเมินซึ่งได้แนบมา ทั้งนี้เมื่อท่านได้ประเมินแล้วขอความกรุณาท่านได้ติดต่อมาที่ อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ ๙ 10110 โทร 02-6641000 ต่อ 8256 ด้วย จะเป็นพระคุณอย่างสูง

ขอแสดงความนับถืออย่างสูง
นายทวิช แจ่มจำรัส

แบบประเมิน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมิน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี จะเป็นผู้เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นนี้

คำชี้แจง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นมีทั้งหมด 6 บท คือ
 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช
 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก
 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์
 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น
 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก

ในแต่ละบทประกอบด้วย

- ส่วนที่ 1 ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

โปรดประเมิน และให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งข้อวิจารณ์สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 บทดังกล่าว โดยขอความกรุณาภาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข
 5 4 3 2 และ 1 ตามความหมายดังนี้

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

แบบประเมิน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล.....ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งข้อวิจารณ์สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

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

แบบประเมิน แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมิน แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการสอบวัดนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี คำชี้แจง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสหลายอย่างในขณะเดียวกันหรือเพียงอย่างเดียว ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เพื่อใช้ในการสัมผัสเหตุการณ์หรือสัมผัสกับวัตถุโดยตรง
2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องและมีหน่วยของการวัดกำกับมาด้วยเสมอ
3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดทำในรูปแบบใหม่ ๆ เช่น หาความถี่เรียงตามลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้เกิดความเข้าใจกับข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น
4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป
5. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะชี้บ่งได้ว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุม ในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่ง ๆ หรือปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ
6. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้
7. ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยการทดลองโดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง
8. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปแบบที่ใช้สื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

แบบทดสอบมีทั้งหมด 80 ข้อ จะมีลักษณะไม่เน้นเนื้อหาที่เกี่ยวกับน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น จำแนกเป็น

- | | |
|--|--------------|
| 1. ทักษะการสังเกต | จำนวน 10 ข้อ |
| 2. ทักษะการวัด | จำนวน 10 ข้อ |
| 3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล | จำนวน 10 ข้อ |
| 4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน | จำนวน 10 ข้อ |

- | | |
|-------------------------------------|--------------|
| 5. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร | จำนวน 10 ข้อ |
| 6. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ | จำนวน 10 ข้อ |
| 7. ทักษะการทดลอง | จำนวน 10 ข้อ |
| 8. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป | จำนวน 10 ข้อ |
-

**แบบประเมิน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ**

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

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง

โปรดประเมินความสอดคล้องของข้อคำถาม ตัวเลือก กับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่
ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความ
คิดเห็นของท่านและหากมีข้อแนะนำเพิ่มเติม โปรดเขียนลงในช่องหมายเหตุ

ข้อ	ทักษะ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	
1	การสังเกต				
2	การสังเกต				
3	การสังเกต				
4	การสังเกต				
5	การสังเกต				
6	การสังเกต				
7	การสังเกต				
8	การสังเกต				
9	การสังเกต				
10	การสังเกต				
11	การวัด				
12	การวัด				
13	การวัด				
14	การวัด				
15	การวัด				
16	การวัด				
17	การวัด				
18	การวัด				
19	การวัด				
20	การวัด				
21	การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล				
22	การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล				

ข้อ	ทักษะ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	
23	การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล				
24	การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล				
25	การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล				
26	การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล				
27	การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล				
28	การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล				
29	การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล				
30	การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล				
31	การตั้งสมมติฐาน				
32	การตั้งสมมติฐาน				
33	การตั้งสมมติฐาน				
34	การตั้งสมมติฐาน				
35	การตั้งสมมติฐาน				
36	การตั้งสมมติฐาน				
37	การตั้งสมมติฐาน				
38	การตั้งสมมติฐาน				
39	การตั้งสมมติฐาน				
40	การตั้งสมมติฐาน				
41	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
42	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
43	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
44	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
45	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
46	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
47	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
48	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
49	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
50	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
51	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				
52	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				
53	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				

ข้อ	ทักษะ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	
54	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				
55	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				
56	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				
57	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				
58	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				
59	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				
60	การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ				
61	การทดลอง				
62	การทดลอง				
63	การทดลอง				
64	การทดลอง				
65	การทดลอง				
66	การทดลอง				
67	การทดลอง				
68	การทดลอง				
69	การทดลอง				
70	การทดลอง				
71	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
72	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
73	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
74	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
75	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
76	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
77	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
78	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
79	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
80	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี หลังจากที่นักเรียนได้เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น ครบทุกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

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

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

แบบสอบถามนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจาก แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของ ญัตติพงษ์ เจริญพิทย์ ซึ่งเนื้อหาของข้อคำถามมีทั้งเชิงบวกและเชิงลบ

ข้อคำถามเชิงบวก มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

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

ข้อคำถามเชิงลบ มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

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

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น โดยผู้เชี่ยวชาญ

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

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง

โปรดประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามกับพฤติกรรมความรู้สึที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดให้

+1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง ลักษณะของข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่ต้องการวัด

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

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

ข้อแนะนำและข้อวิจารณ์.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

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

แบบประเมิน แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมิน แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการวัดทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี ในขณะที่นักเรียนกำลังเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ทุกบทปฏิบัติการ

คำชี้แจง

แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบประเมินจากสภาพจริง โดยครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินในขณะที่นักเรียนกำลังเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ทุกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบประเมินนี้ใช้เกณฑ์ Rubric มีการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 อันดับ ได้แก่ คะแนน 1, 2, 3, 4 แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ประเมินพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

1. การวางแผนการทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง แบ่งออกเป็น 3 ด้าน
 - 2.1 เทคนิคการทดลอง
 - 2.2 ความคล่องแคล่วในการทดลอง
 - 2.3 ความสะอาดและความเป็นระเบียบ
3. การจัดทำรายงานผลการทดลอง

แบบประเมินนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินทักษะภาคปฏิบัติ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการประเมินพฤติกรรมทั้ง 3 ด้านของนักเรียน ผู้วิจัยยังไม่ได้กำหนดว่านักเรียนจะมีพฤติกรรมกี่ข้อจึงจะได้คะแนนตามที่กำหนด แต่จะสร้างเกณฑ์ขึ้นโดยใช้ผลการประเมินจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในครั้งนี้

แบบประเมิน แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

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

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง

โปรดประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดให้

+1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ความสอดคล้อง หมายถึง ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ใช้ในการประเมิน

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
1. การวางแผนการทดลอง				
ประเด็นที่ประเมิน				
- มีการพิจารณาหรือ (กับผู้ที่เกี่ยวข้อง) เพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอนการทดลอง				
- มีการวางแผนการทดลองได้อย่างเหมาะสม				
- มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับผู้ร่วมการทดลองอย่างเหมาะสมและชัดเจน				
- มีความสามารถในการปรับปรุงแนวทางการทดลองอย่างเหมาะสม				
2. การปฏิบัติการทดลอง				
2.1 ด้านเทคนิคการทดลอง				
ประเด็นที่ประเมิน				
- ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี เป็นขั้นตอนไม่สับสน				
- ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง				
- อ่านค่าและตรวจสอบได้ถูกต้อง				
- ทำการทดลองอย่างระมัดระวังและปลอดภัย				
2.2 ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง				
ประเด็นที่ประเมิน				
- ปฏิบัติการทดลองอย่างคล่องแคล่ว				
- ปฏิบัติการทดลองอย่างถูกต้องสมบูรณ์				
- มีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติการทดลอง				
- ทำการทดลองได้ทันเวลาที่กำหนด				

รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
2.3 ด้านความสะอาด				
ประเด็นที่ประเมิน				
- จัดพื้นที่สำหรับการทดลองเรียบร้อยเหมาะสมและเพียงพอ				
- จัดวางอุปกรณ์เครื่องใช้ให้ใช้ได้สะดวกขณะทดลอง				
- เก็บอุปกรณ์เครื่องใช้หลังทดลองได้ถูกวิธี				
- ทำความสะอาดพื้นที่และอุปกรณ์ได้อย่างสะอาดและเรียบร้อย				
3. การจัดทำรายงานการทดลอง				
ประเด็นที่ประเมิน				
- จุดประสงค์การทดลอง				
- สมมติฐาน				
- ผลการทดลอง				
- สรุปผลการทดลอง				
- คำถามท้ายการทดลอง				

ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

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

แบบประเมินเพื่อกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนน แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

โปรดประเมินเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยขอความ
กรุณาใส่ตัวเลขลงในช่องว่างที่กำหนด

เกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

1. การวางแผนการทดลอง ประเด็นที่ประเมิน

- 1) มีการปฐกษาหารือ (กับผู้ที่เกี่ยวข้อง) เพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอนการทดลอง
- 2) มีการวางแผนการทดลองได้อย่างเหมาะสม
- 3) มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับผู้ร่วมการทดลองอย่างเหมาะสมและชัดเจน
- 4) มีความสามารถในการปรับปรุงแนวทางการทดลองอย่างเหมาะสม

ระดับคะแนนที่ได้

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 4 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 3 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 2 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 1 คะแนน

2. การปฏิบัติการทดลอง

2.1 ด้านเทคนิคการทดลอง ประเด็นที่ประเมิน

- 1) ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี เป็นขั้นตอนไม่สับสน
- 2) ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
- 3) อ่านค่าและตรวจสอบได้ถูกต้อง
- 4) ทำการทดลองอย่างระมัดระวังและปลอดภัย

ระดับคะแนนที่ได้

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 4 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 3 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 2 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 1 คะแนน

2.2 ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง ประเด็นที่ประเมิน

- 1) ปฏิบัติการทดลองอย่างคล่องแคล่ว
- 2) ปฏิบัติการทดลองอย่างถูกต้องสมบูรณ์
- 3) มีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติการทดลอง
- 4) ทำการทดลองได้ทันเวลาที่กำหนด

ระดับคะแนนที่ได้

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 4 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 3 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 2 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 1 คะแนน

2.3 ด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ ประเด็นที่ประเมิน

- 1) จัดพื้นที่สำหรับการทดลองเรียบร้อยเหมาะสมและเพียงพอ
- 2) จัดวางอุปกรณ์เครื่องใช้ให้ใช้ได้สะดวกขณะทดลอง
- 3) เก็บอุปกรณ์เครื่องใช้หลังทดลองได้ถูกวิธี
- 4) ทำความสะอาดพื้นที่และอุปกรณ์ได้อย่างสะอาดและเรียบร้อย
ระดับคะแนนที่ได้

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 4 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 3 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 2 คะแนน

มีพฤติกรรม.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 1 คะแนน

3. การจัดทำรายงานการทดลอง ประเด็นที่ประเมิน

- 1) จุดประสงค์การทดลอง
- 2) สมมติฐาน
- 3) ผลการทดลอง
- 4) สรุปผลการทดลอง
- 5) คำถามท้ายการทดลอง

ระดับคะแนนที่ได้

เขียนถูกต้อง.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 4 คะแนน

เขียนถูกต้อง.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 3 คะแนน

เขียนถูกต้อง.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 2 คะแนน

เขียนถูกต้อง.....ข้อ ได้แก่ ข้อที่.....ให้ 1 คะแนน

ข้อแนะนำและข้อวิจารณ์.....

ลงชื่อ.....

(.....)

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

ภาคผนวก ค

- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
- คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

คำแนะนำในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น

การใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น มีข้อควรปฏิบัติ และทำความเข้าใจดังต่อไปนี้

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ การหมักน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นประโยชน์ต่อตนเองและชุมชนต่อไป

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ ใช้เวลา 14 คาบ คาบละ 50 นาที

3. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้เหมาะสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

4. ผู้สอนที่จะใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ ควรเป็นครู – อาจารย์ ที่ทำการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์

5. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น ควรใช้ควบคู่กับเอกสารประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1) คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น
- 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3) แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
- 4) แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น

6. ควรดำเนินการสอนโดยเรียงลำดับจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 ไปจนถึงบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6

7. วัสดุเหลือใช้ที่นำมาหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ใช้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นได้

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

สาระสำคัญ

วัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นส่วนใหญ่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) เศษของพืชหรือชิ้นส่วนของพืชที่ถูกตัดออกหรือคัดทิ้งระหว่างการเก็บเกี่ยว การแปรรูป การคัดแต่งผลผลิต ก่อนที่จะถึงมือผู้บริโภคซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมถ้าไม่ใช้วิธีกำจัดให้ถูกต้อง หรือนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก วัสดุดังกล่าวได้แก่ ใบไม้ ใบอ่อน ต้นข้าวโพด เปลือกและซังข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง ฟางข้าว ต้นและฝักถั่วเหลือง ต้นมะเขือเทศ ยอดถั่ว ฯลฯ

2) มูลสัตว์ต่างๆ ได้แก่ มูลไก่ มูลเป็ด มูลสุกร มูลโค มูลกระบือ ฯลฯ

3) วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร หมายถึง ชิ้นส่วนหรือเศษของพืชที่ถูกคัดหรือแยกออกในระหว่างขั้นตอนต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น แกลบ รำข้าวจากโรงสีข้าว เปลือก ตา และแกนสับปรดจากโรงงานผลิตสับปรดกระป๋อง ชานอ้อยและกากน้ำตาลจากโรงงานทำน้ำตาล เปลือกและบางส่วนของมันสำปะหลังที่ตัดแต่งออกก่อนนำไปทำแป้งในโรงงานทำแป้งมันและรวมถึงกากมันสำปะหลังจากการคั้นเอาน้ำแป้งแล้ว ฝัก เปลือก เมล็ดที่ถูกตัดแต่งและคัดออกจากโรงงานทำผักกาดดอง ทำลิ้นจี่กระป๋อง ลำไยกระป๋อง เงาะกระป๋อง ฯลฯ นอกจากนี้ยังรวมถึงขี้เลื่อยจากโรงงานแปรรูปไม้ หรือเศษของไม้จากโรงงานทำเฟอร์นิเจอร์ เศษของหนังจากโรงงานฟอกหนัง

นอกจากนี้ยังมีวัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ขยะสด หมายถึง ขยะพวกเศษอาหาร พืชผัก เศษเนื้อสัตว์และเศษสิ่งของส่วนใหญ่ที่ได้จากการประกอบอาหารจากตลาดหรือเศษที่เหลือจากการรับประทานอาหาร ส่วนมากประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุซึ่งมักจะเป็นพวกที่สลายตัวได้ง่าย ดังนั้นถ้าขยะสดถูกปล่อยทิ้งไว้นานเกินควรจะเกิดการเน่าเสียและเกิดกลิ่นเหม็นรบกวนได้ง่าย โดยปกติแล้วขยะสดจะมีปริมาณความชื้นประมาณ 40 – 70 เปอร์เซ็นต์ ของขยะทั้งหมด

2. ขยะแห้ง หมายถึง ขยะมูลฝอยที่มีลักษณะไม่เกิดการบูดเน่าได้ง่ายทั้งที่ติดไฟได้และไม่ติดไฟ เช่น เศษกระดาษ เศษผ้า เศษแก้ว กระป๋อง ขวด ไม้ โลหะต่างๆ กิ่งไม้รวมทั้งขยะและฝุ่นละอองต่างๆ เป็นต้น

ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และวัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน ได้แก่

- ใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น ฟางข้าว, ต้นข้าวโพด, ซังข้าวโพด, ยอดถั่ว ฯลฯ
- ใช้เป็นปุ๋ย ปุ๋ยอินทรีย์จะให้ธาตุอาหาร ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ใช้ทำก๊าซชีวภาพและได้ปุ๋ยชีวภาพ เนื่องจากมูลสัตว์เป็นวัตถุดิบอย่างดีใช้ผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน
- การใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่น การนำฟางข้าว เปลือกถั่ว ฯลฯ ไปหมักเพื่อใช้เพาะเห็ด

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

หลักการ

วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร หมายถึง เศษของพืชหรือชิ้นส่วนของพืชที่ถูกตัดออกหรือคั้ทิ้งระหว่างการเก็บเกี่ยว มูลสัตว์ต่างๆ และวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร

วัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน หมายถึง ขยะสดในครัวเรือน ได้แก่ ขยะจากเศษอาหาร เศษผักผลไม้

จุดประสงค์

1. จำแนกประเภทของวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นได้
2. อธิบายประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้

100 นาที

อุปกรณ์

- แบบบันทึกการสำรวจ

วิธีการดำเนินการ

1. ให้สมาชิกกลุ่มแต่ละกลุ่มสำรวจ และสังเกตสภาพทั่วไปในบริเวณที่กำหนดให้
2. สอบถาม สัมภาษณ์ สันทนากับประชาชนบริเวณที่สำรวจเกี่ยวกับวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น และการนำมาใช้ประโยชน์ บันทึกลงในแบบบันทึกการสำรวจ
3. ให้สมาชิกกลุ่มแต่ละกลุ่มเสนอผลการสำรวจ

แบบบันทึกผลการสำรวจ
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

วัน / เดือน / ปี กลุ่มที่

ชื่อผู้สำรวจ 1..... ชั้น เลขที่

2..... ชั้น เลขที่

3..... ชั้น เลขที่

4..... ชั้น เลขที่

5..... ชั้น เลขที่

จุดประสงค์การสำรวจ

1.....

2.....

บริเวณที่ทำการสำรวจ.....

ผลการสำรวจ

วัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น	แหล่งที่พบ	ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้
1.....		
2.....		
3.....		
4.....		
5.....		
6.....		

คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น)

1. วัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น สามารถแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

[illegible]

2. ให้นักเรียนนำเสนอประเภทของวัสดุเหลือใช้ในห้องถักในรูปแบบแผนภูมิ

[illegible]

3. นักเรียนจะนำวัสดุเหลือใช้ในห้องฉัน มาทำให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนของตนเองได้อย่างไร จงอธิบาย (อย่างน้อย 5 อย่าง)

[illegible]

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

สาระสำคัญ

น้ำสกัดชีวภาพ (Bioextract ; B.E.) หมายถึง สารละลายเข้มข้นหรือของเหลวที่ได้จากการหมักเศษพืชหรือสัตว์ในสภาพที่ไม่มีอากาศเศษพืชหรือสัตว์จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ น้ำสกัดชีวภาพที่ได้นี้มีคุณสมบัติประกอบไปด้วยจุลินทรีย์และสารอินทรีย์หลายชนิด เช่น จุลินทรีย์พวกยีสต์ แบคทีเรียที่ทำให้เกิดกรดแลคติก และพวกเชื้อราต่างๆ สำหรับสารอินทรีย์จะประกอบไปด้วย สารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และธาตุอาหารพืชต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของเศษพืชและสัตว์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

ประเภทของน้ำสกัดชีวภาพ

1. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช
 - 1.1 น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืช
 - 1.2 น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก
2. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืช

การทำน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืชทำได้โดยการนำผักและเศษพืชที่มีอยู่ทั่วไปมาหมักในภาชนะที่มีฝาปิดปากกว้าง นำผักและเศษพืชมาผสมกับกากน้ำตาล ถ้าพืชผักมีขนาดใหญ่ให้สับเป็นชิ้นเล็กๆ คลุกกากน้ำตาลกับผักและเศษพืช อัตราส่วนของกากน้ำตาลต่อผักและเศษพืชเท่ากับ 1 : 3 หมักในสภาพไม่มีอากาศโดยการอัดผักและเศษพืชใส่ภาชนะให้แน่น เมื่อบรรจุเศษผักและเศษพืชลงภาชนะเรียบร้อยแล้วปิดฝาภาชนะนำไปตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดและอากาศถ่ายเทประมาณ 3 – 7 วัน จะเกิดของเหลวข้นสีน้ำตาล มีกลิ่น ของเหลวนี้น้ำสกัดจากเซลล์พืชผักประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และอื่นๆ

ลักษณะของน้ำสกัดชีวภาพที่ดี

- 1) ในช่วงหมัก pH จะต่ำลงเรื่อยๆ ถ้า pH อยู่ในระดับประมาณ 3 จะสามารถเก็บน้ำสกัดชีวภาพไว้ใช้ได้นาน 2-3 ปี
- 2) อุณหภูมิในช่วงหมักจะไม่สูงมากนัก คือ อุณหภูมิจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย
- 3) สีของน้ำสกัดชีวภาพ จะเป็นสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ
- 4) กลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพ จะต้องไม่มีกลิ่นบูด กลิ่นจะคล้ายกับกากน้ำตาลไหม้

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

หลักการ

การทำน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช ทำได้โดยนำผักและเศษพืชมาหมักกับกากน้ำตาล อัตราส่วนของผักและเศษพืช ต่อ กากน้ำตาล เท่ากับ 3 : 1 หมักในสภาพที่ไม่มีอากาศ โดยหมักในภาชนะที่มีฝาปิด ตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดและอากาศถ่ายเท ประมาณ 3 - 7 วัน จะเกิดของเหลวชั้นสีน้ำตาล

จุดประสงค์

1. สรุปขั้นตอนการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชได้
2. อธิบายลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชได้
3. บอกประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี

- | | |
|---|--------------|
| 1. ภาชนะที่ใช้ในการหมักที่มีฝาปิดสนิท ขนาดปริมาตร 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 3 ใบ |
| 2. ใบอ้อยหั่นยาวขนาด 3 เซนติเมตร | 1.5 กิโลกรัม |
| 3. ฟางข้าวหั่นยาวขนาด 3 เซนติเมตร | 1.5 กิโลกรัม |
| 4. เศษพืชผักหั่นยาวขนาด 3 เซนติเมตร | 1.5 กิโลกรัม |
| 5. กากน้ำตาล | 1.5 กิโลกรัม |
| 6. เทอร์โมมิเตอร์ | 1 อัน |
| 7. แห้งแก้วคน | 1 อัน |
| 8. กระดาษยูนีเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ | |
| 9. เครื่องชั่ง | |
| 10. ปีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 3 ใบ |
| 11. หลอดฉีดยา | 1 อัน |
| 12. ถูขนาด 24 x 30 เซนติเมตร | 3 ใบ |
| 13. เชือกฟาง | 1 ม้วน |
| 14. ผ้าขาวบาง | 1 ผืน |

วิธีการทดลอง

1. นำใบอ้อยมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ประมาณ 5 เซนติเมตร
2. นำภาชนะที่มีฝาปิดขนาดปริมาตร 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มา 1 ใบ โดยใส่ใบอ้อย 1.5 กิโลกรัม และกากน้ำตาล 0.5 กิโลกรัม เติมน้ำปริมาตร 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร คลุกให้เข้ากัน
3. นำถุงมาสวมภาชนะและมัดปากถุงให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดและมีอากาศถ่ายเท 7 วัน วัดค่า pH และอุณหภูมิของน้ำที่หมักทุกวัน บันทึกผล

3.1 การวัดค่า pH ทำได้โดยนำแท่งแก้วจุ่มลงในภาชนะ และนำมาแตะกับกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์แล้วนำไปเทียบสี บันทึกผล

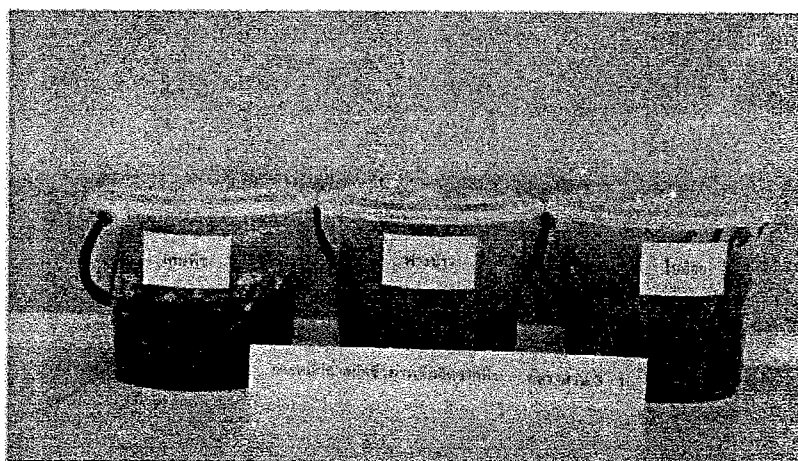
3.2 การวัดอุณหภูมิ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปในพื้นที่เกิดจากการหมัก ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร บันทึกผล

3.3 การวัด pH และอุณหภูมิ ต้องวัดในช่วงเวลาเดียวกันทุกวัน จนครบ 7 วัน

3.4 เมื่อครบ 7 วัน ให้สังเกตลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพ โดยสังเกตสีและกลิ่น บันทึกผล

4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 – 8 โดยเปลี่ยนจากใบอ้อย เป็นฟางข้าว และเศษพืชผัก ตามลำดับ

5. หลังจากนั้นให้ใช้ผ้าขาวบางกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดเพื่อนำไปใช้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 ต่อไป



ภาพประกอบ 1 แสดงการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชในภาชนะที่มีฝาปิด



ภาพประกอบ 2 แสดงการนำถุงดำมาสวมภาชนะและมัดปากถุง นำไปตั้งไว้ในที่มีแสงแดดและมีอากาศถ่ายเท



ภาพประกอบ 3 แสดงการวัดอุณหภูมิของน้ำที่ได้จากการหมัก โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์



ภาพประกอบ 4 แสดงน้ำสกัดชีวภาพเมื่อกรองด้วยผ้าขาวบางแล้วใส่ขวดเพื่อนำไปใช้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 ต่อไป

คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช)

1. ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชแต่ละชนิดเป็นอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

2. อุณหภูมิ ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชแต่ละชนิด มีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

3. สีและกลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชแต่ละชนิด มีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

4. ในชีวิตประจำวันของนักเรียน นอกจากพืชที่นำมาผลิตน้ำสกัดชีวภาพในการทดลองแล้ว นักเรียนคิดว่า ยังมีพืชชนิดใดที่สามารถนำมาทำน้ำสกัดชีวภาพได้อีกบ้าง (อย่างน้อย 10 ชนิด)

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่า น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

6. ให้นักเรียนเขียนแผนภูมิ เปรียบเทียบค่า pH และอุณหภูมิ ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช แต่ละชนิด

[illegible]

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3

เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

สาระสำคัญ

น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

การทำน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก ทำได้โดยการนำขยะสดได้แก่ เศษอาหาร เศษผักผลไม้ ที่มีอยู่ทั่วไป มาหมักกับกากน้ำตาล อัตราส่วนของ เศษอาหาร เศษผักผลไม้ ต่อ กากน้ำตาล เท่ากับ 3 : 1 หมักในสภาพที่ไม่มีอากาศ ปิดฝาภาชนะนำไปตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดและอากาศถ่ายเทประมาณ 3 – 7 วัน จะเกิดของเหลวขุ่นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอม ของเหลวนี้เป็นน้ำสกัดชีวภาพจากขยะเปียก ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และอื่นๆ ส่วนปัญหาเรื่องกลิ่นของขยะ กรณีที่ขยะมีเศษเนื้อสัตว์ มีเศษอาหารอยู่มาก ให้ใช้เปลือกสับประรด มังคุด กัลวลย ใส่ลงไปให้มากๆ น้ำสกัดชีวภาพจะมีกลิ่นหอมคล้ายกับกลิ่นหมักเหล้าไวน์ วิธีการดังกล่าวจุลินทรีย์จะสามารถย่อยสลายขยะเปียกได้ประมาณ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือประมาณ 60 – 70 เปอร์เซ็นต์ จะกลายเป็นกากซึ่งก็คือ ปุ๋ยหมักสามารถนำไปใช้ในทางเกษตรได้

การนำน้ำสกัดชีวภาพไปใช้

น้ำสกัดชีวภาพ หรือ B.E. น้ำ จะทำหน้าที่คล้ายฮอร์โมน การนำน้ำสกัดชีวภาพไปใช้จะต้องใช้อย่างเจือจาง ถ้าใช้ในความเข้มข้นสูงๆ จะยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปใช้อัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพ ต่อ น้ำ เท่ากับ 1 : 1,000 หรือ 1 : 500 หรือ ผสมน้ำสกัดชีวภาพ 2 ช้อนแกง ต่อ น้ำ 1 ปี๊ป ขั้นตอนในการหมักในช่วง 7 วันแรกน้ำสกัดชีวภาพจะขุ่น เพราะในการย่อยสลายยังมีชิ้นส่วนที่มีขนาดโตอยู่ ถ้าเราต้องการนำกากต่างๆ ที่ได้จากการหมักมาใช้ให้บีบเอาน้ำออกแล้วนำไปผสมกับดินและใบไม้ในอัตราส่วนที่เจือจางมากๆ สามารถทำดินปลูกต้นไม้ได้

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3

เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

หลักการ

การทำน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกทำได้โดยนำขยะสด ได้แก่ เศษอาหาร เศษผักผลไม้ มาหมักกับกากน้ำตาล อัตราส่วนของ เศษอาหาร เศษผักผลไม้ ต่อ กากน้ำตาล เท่ากับ 3 : 1 หมักในสภาพที่ไม่อากาศ โดยหมักในภาชนะที่มีฝาปิด ตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดและอากาศถ่ายเทประมาณ 3 – 7 วัน จะเกิดของเหลวชั้นสีน้ำตาล

จุดประสงค์

1. สรุปขั้นตอนการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกได้
2. อธิบายลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกได้
3. บอกประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี

- | | |
|---|------------|
| 1. ภาชนะที่ใช้ในการหมักที่มีฝาปิดสนิท ขนาดปริมาตร 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 1 ใบ |
| 2. ขยะจากเศษอาหาร เศษผักผลไม้ | 3 กิโลกรัม |
| 3. กากน้ำตาล | 1 กิโลกรัม |
| 4. เทอร์โมมิเตอร์ | 1 อัน |
| 5. แห้งแก้วคน | 1 อัน |
| 6. กระดาษยูนีเวอร์อัลอินดิเคเตอร์ | |
| 7. เครื่องชั่ง | |
| 8. บีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 3 ใบ |
| 9. หลอดฉีดยา | 1 อัน |
| 10. ถูขนาด 24 x 30 เซนติเมตร | 1 ใบ |
| 11. เชือกฟาง | 1 ม้วน |
| 13. ผ้าขาวบาง | 1 ผืน |

วิธีการทดลอง

1. นำภาชนะที่มีฝาปิดขนาดปริมาตร 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มา 1 ใบ ใส่ขยะจากเศษอาหาร เศษผักผลไม้ 3 กิโลกรัม และกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม เติมน้ำปริมาตร 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรคลุกให้เข้ากัน
2. นำถุงมาสวมภาชนะและมัดปากถุงให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดและมีอากาศถ่ายเท 7 วัน วัดค่า pH และอุณหภูมิ ของน้ำที่หมักทุกวัน บันทึกผล
 - 3.1 การวัดค่า pH ทำได้โดยนำแห้งแก้วจุ่มลงในภาชนะ และนำมาแตะกับกระดาษ

ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ แล้วนำไปเทียบสี บันทึกผล

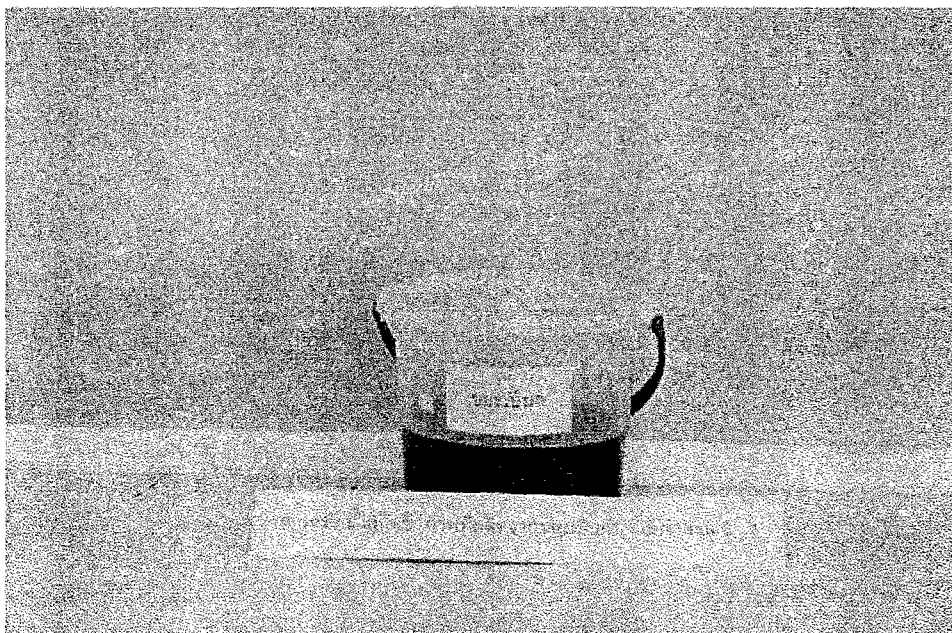
3.2 การวัดอุณหภูมิ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปในพื้นที่ที่เกิดจากการหมัก ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร บันทึกผล

3.3 การวัดค่า pH และอุณหภูมิ ต้องวัดในช่วงเวลาเดียวกันทุกวัน จนครบ 7 วัน

3.4 เมื่อครบ 7 วัน ให้สังเกตลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพ โดยสังเกตสีและกลิ่น

บันทึกผล

4. หลังจากนั้นให้ใช้ผ้าขาวบางกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดเพื่อนำไปใช้ในบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่ 5 ต่อไป



ภาพประกอบ 5 แสดงการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกในภาชนะที่ฝาปิด

รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

วัน / เดือน / ปี กลุ่มที่

ชื่อผู้ทดลอง 1..... ชั้น เลขที่

2..... ชั้น เลขที่

3..... ชั้น เลขที่

4..... ชั้น เลขที่

5..... ชั้น เลขที่

จุดประสงค์การทดลอง

1.....

2.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

ตาราง 1 ลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

วันที่	อุณหภูมิ (C°)		pH
	ห้อง	น้ำสกัดชีวภาพ	
เริ่มทดลอง			
1			
2			
3			
4			

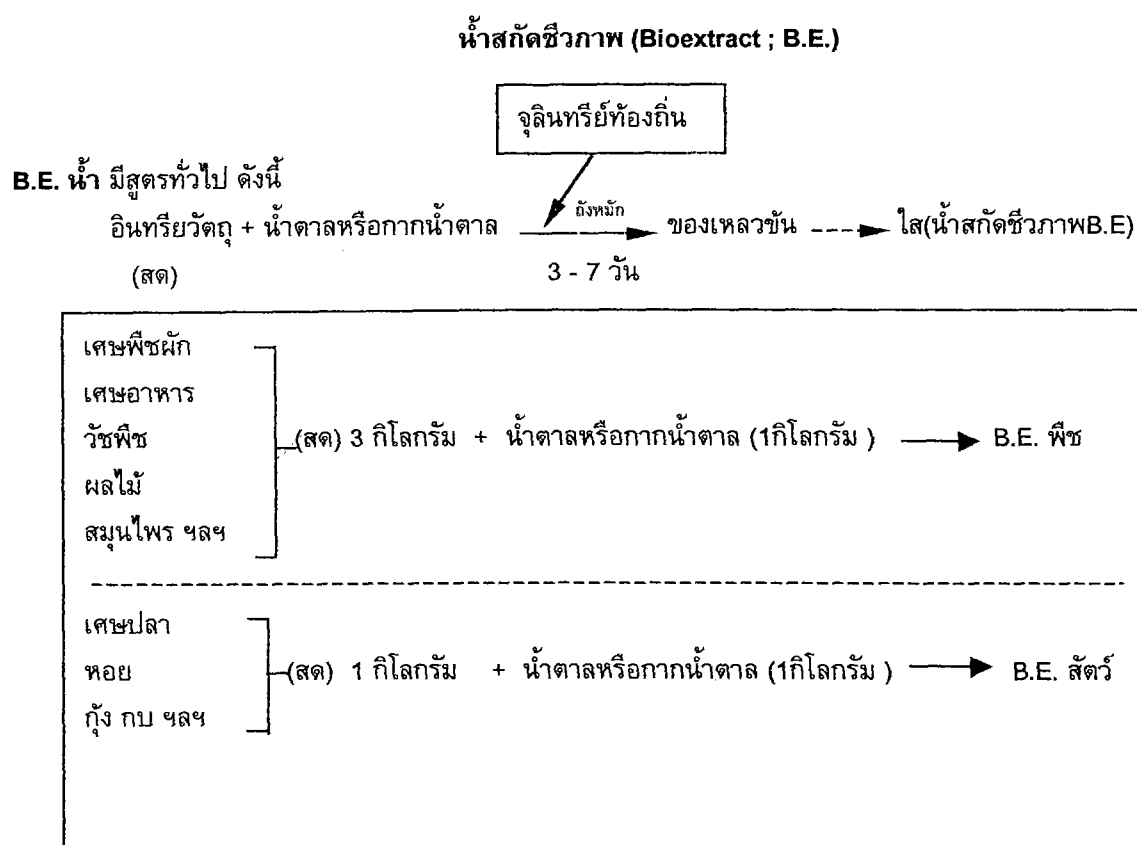
5. ให้นักเรียนเขียนกราฟ แสดงค่า pH และอุณหภูมิ ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

[illegible]

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4
เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

สาระสำคัญ

การผลิตน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชและจากสัตว์ สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



จากแผนภาพอธิบายได้ว่า น้ำสกัดชีวภาพ (Bioextract) หรือมีชื่อย่อว่า B.E. ทำได้โดยนำอินทรีย์วัตถุสด ผสมกับน้ำตาลหรือกากน้ำตาล หมักทิ้งไว้ในถังที่มีฝาปิดโดยใช้จุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในท้องถิ่นเป็นตัวย่อยสลาย เมื่อหมักทิ้งไว้ประมาณ 3 - 7 วันจะได้ของเหลวข้นสีน้ำตาล ของเหลวข้นนี้มีชื่อเรียกว่า น้ำสกัดชีวภาพ

สูตรที่ใช้ในการหมักน้ำสกัดชีวภาพ มีดังนี้

1. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช มีสูตรดังนี้ คือ

นำเศษพืชผัก เศษอาหาร วัชพืช ผลไม้ สมุนไพรหรืออื่นๆ 3 กิโลกรัม หมักรวมกับน้ำตาลหรือกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม จะได้ น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

2. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ มีสูตรดังนี้ คือ

น้ำเศษปลา หอย กุ้ง งบ มูลสัตว์ต่างๆ หรืออื่นๆ 1 กิโลกรัมหมักรวมกับน้ำตาลหรือ

กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม จะได้น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

การใช้ประโยชน์น้ำสกัดชีวภาพ

1. ใช้เป็นปุ๋ยโดยตรง น้ำสกัดชีวภาพมีใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้เนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพประกอบด้วยธาตุอาหารพืชหลายชนิด แต่จะมีปริมาณธาตุอาหารเหล่านั้นในปริมาณจำกัดซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและกระบวนการผลิต แต่โดยทั่วไปพบว่าน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากสัตว์จะมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าที่ได้จากพืช

2. ใช้เป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ น้ำสกัดชีวภาพประกอบด้วยสารอาหารต่างๆที่เป็นแหล่งโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ต่างๆ ที่ได้มาจากวัตถุดิบ นอกจากนี้ยังมีปริมาณกากน้ำตาลอีกซึ่งเป็นแหล่งของน้ำตาลทำให้เชื้อต่างๆ เจริญเติบโตดียิ่งขึ้น

3. เป็นสารป้องกันแมลง เช่น นำสารละลายที่ได้ไปทดสอบกับหนอนกระทู้พบว่า ความผิดปกติของไข่ผีเสื้อ ไข่จะไม่มีขนและไม่ฟักเป็นตัว

4. ใช้กับสัตว์เลี้ยง เช่น ไก่ โดยนำน้ำสกัดชีวภาพมาเจือจางกับน้ำให้ไก่กินและฉีดพ่นรอบกรงและพื้น พบว่า ไก่เจริญเติบโตดีแข็งแรงและไม่มีการล้มหมืนของมูลไก่รอบกรง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4

เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

หลักการ

การทำน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ ทำได้โดยนำมูลสัตว์ ได้แก่ มูลวัว มูลเป็ด มูลไก่ มาหมักกับกากน้ำตาล อัตราส่วนของ มูลสัตว์ ต่อ กากน้ำตาล เท่ากับ 1 : 1 หมักในสภาพที่ไม่อากาศ โดยหมักในภาชนะที่มีฝาปิดตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดและอากาศถ่ายเท ประมาณ 3 – 7 วัน จะเกิดของเหลวชั้นสีน้ำตาล

จุดประสงค์

1. สรุปขั้นตอนการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ได้
2. อธิบายลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ได้
3. บอกประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ได้

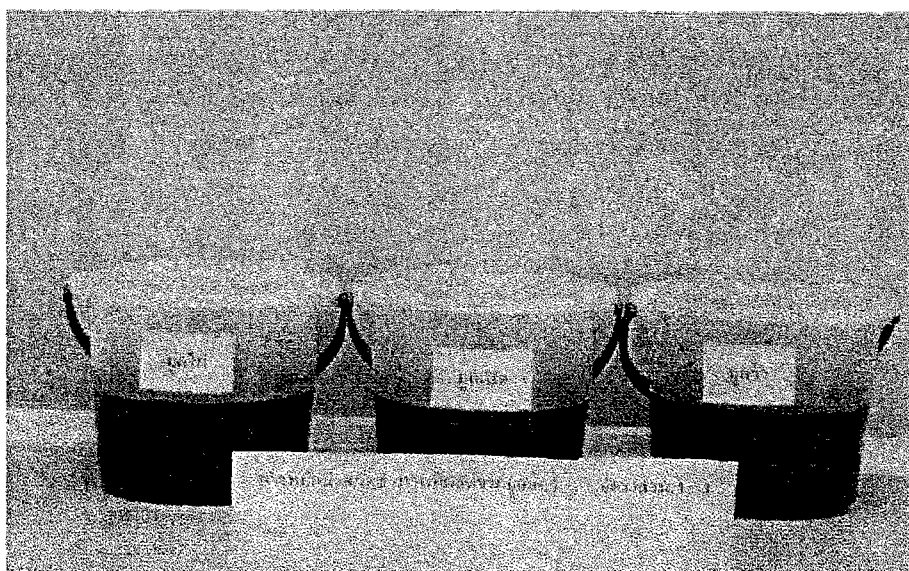
เวลาที่ใช้ 100 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ภาชนะที่ใช้ในการหมักที่มีฝาปิดสนิทขนาดปริมาตร 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 3 ใบ
2. มูลวัว 1 กิโลกรัม
3. มูลเป็ด 1 กิโลกรัม
4. มูลไก่ 1 กิโลกรัม
5. กากน้ำตาล 3 กิโลกรัม
6. เทอร์โมมิเตอร์ 1 อัน
7. แท่งแก้วคนสาร 1 อัน
8. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
9. เครื่องชั่ง
10. บีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร 3 ใบ
11. หลอดฉีดยา 1 อัน
12. ถูขนาด 24 x 30 เซนติเมตร 3 ใบ
13. เชือกฟาง 1 ม้วน
14. ผ้าขาวบาง 1 ผืน

วิธีการทดลอง

1. นำภาชนะที่มีฝาปิดขนาดปริมาตร 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มา 1 ใบ ใส่มูลวัว 1 กิโลกรัม และกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม เติมน้ำปริมาตร 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรคลุกให้เข้ากัน
2. นำถุงมาสวมภาชนะและมัดปากถุงให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดและมีอากาศถ่ายเท 7 วัน วัดค่า pH และอุณหภูมิของน้ำที่หมักทุกวัน บันทึกผล
 - 2.1 การวัดค่า pH ทำได้โดยนำแท่งแก้วจุ่มลงในภาชนะ และนำมาแตะกับกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์แล้วนำไปเทียบสี บันทึกผล
 - 2.2 การวัดอุณหภูมิ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปในพื้นที่เกิดจากการหมัก ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร บันทึกผล
 - 2.3 การวัดค่า pH และอุณหภูมิ ต้องวัดในช่วงเวลาเดียวกันทุกวัน จนครบ 7 วัน
 - 2.4 เมื่อครบ 7 วัน ให้สังเกตลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพ โดยสังเกตสีและกลิ่น บันทึกผล
3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 – 8 โดยเปลี่ยนจากมูลวัว เป็นมูลเป็ด และมูลไก่ตามลำดับ
4. หลังจากนั้นให้ใช้ผ้าขาวบางกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดเพื่อนำไปใช้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 ต่อไป



ภาพประกอบ 6 แสดงการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ในภาชนะที่มีฝาปิด

รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

วัน/เดือน/ปี กลุ่มที่

ชื่อผู้ทดลอง 1..... ชั้น เลขที่

2..... ชั้น เลขที่

3..... ชั้น เลขที่

4..... ชั้น เลขที่

5..... ชั้น เลขที่

จุดประสงค์การทดลอง

1.....

2.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

ตาราง 1 ลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

[illegible]

คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์)

1. ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ อยู่ในช่วงใด จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

2. อุณหภูมิ ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ เป็นอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

3. สีและกลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์มี ลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่า น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่านอกจากมูลสัตว์ที่นำมาหมักน้ำสกัดชีวภาพในการทดลองแล้ว ในท้องถิ่นของนักเรียนมี ส่วนประกอบของสัตว์ชนิดใดบ้าง สามารถนำมาหมักน้ำสกัดชีวภาพได้อีก (อย่างน้อย 10 อย่าง)

[illegible]

6. ให้นักเรียนเขียนแผนภูมิเปรียบเทียบ ค่า pH และอุณหภูมิ ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ

[illegible]

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5

เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น

สาระสำคัญ

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ ภายใต้สภาวะควบคุมให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์มากที่สุด จนกระทั่งได้ผลผลิตที่มีความคงตัว ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเกิดปุ๋ยหมัก

กระบวนการเกิดปุ๋ยหมัก สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1. กระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบบมีอากาศ

กระบวนการเกิดปุ๋ยหมักส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายใต้สภาพมีอากาศ โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องใช้อากาศในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ ผลิตผลสุดท้ายของกระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบบมีอากาศคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย น้ำและความร้อน

2. กระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบบไม่มีอากาศ

กระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบบไม่มีอากาศ จะมีเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องใช้อากาศในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ ผลิตผลสุดท้ายของกระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบบไม่มีอากาศคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย ก๊าซอื่นๆ อีกเล็กน้อย และกรดอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำอื่นๆ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเกิดปุ๋ยหมัก

1. วัตถุดิบ

วัตถุดิบสำหรับทำปุ๋ยหมักแบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

- 1.1 วัตถุดิบที่สลายตัวง่าย เช่น ผักตบชวา ต้นกล้วย ใบตอง เศษหญ้าสด พืชอมน้ำ ฯลฯ
- 1.2 วัตถุดิบที่สลายตัวยาก เช่น ฟางข้าว แกลบ ชานอ้อย ต้นข้าวโพด ชังข้าวโพด ฯลฯ

2. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C / N ratio)

ปริมาณไนโตรเจน และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน สำคัญมากสำหรับกระบวนการย่อยสลายโดยทั่วไปถ้าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่า 1.5 – 2.5 เปอร์เซ็นต์ ก็ไม่จำเป็นต้องเพิ่มไนโตรเจนให้กองปุ๋ย

3. ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมของวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ โดยเชื้อจุลินทรีย์ ด้วยเหตุที่น้ำจำเป็นสำหรับการละลายธาตุอาหารและเป็นส่วนของโปรโทพลาสซึม (protoplasm) ปริมาณความชื้นต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งกิจกรรมทางชีวภาพได้อย่างมากปริมาณความชื้นที่มากเกินไปจะทำให้เกิดการชะล้างธาตุอาหารและเชื้อโรคออกจากกองปุ๋ย

4. อุณหภูมิและความเป็นกรด - ด่าง

อุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างเป็นผลมาจากการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ของกระบวนการเกิดปุ๋ยหมัก ในช่วงต้นๆ อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่ความเป็นกรด-ด่างภายในกองปุ๋ยหมักต่ำลงเป็นค่า 5.6 ทั้งนี้ที่ความเป็นกรด-ด่างมีค่าต่ำลง กิจกรรมที่อยู่ภายในกองปุ๋ยก็เปลี่ยนกลับโดยอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยเริ่ม

สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จากอุณหภูมิปานกลาง (20–40 องศาเซลเซียส) ไปเป็นอุณหภูมิสูง (50–70 องศาเซลเซียส) ภายหลังเมื่อความเป็นกรด-ด่างของกองปุ๋ยมีค่ามากกว่า 7 และอาจจะถึง 8–9 อุณหภูมิจะเป็น 65–70 องศาเซลเซียส และจะคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ประมาณ 2–3 ชั่วโมงถึง 2 วัน ขึ้นอยู่กับค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนและอัตราการย่อยสลายคาร์บอน ในขณะที่ความเป็นกรด-ด่างของกองปุ๋ยหมักที่มีค่าอยู่ในช่วง 7–9 อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยเริ่มลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยภายหลังระยะเวลาหลายวันหรือหลายสัปดาห์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก

การวัดการสลายตัวของปุ๋ยหมัก

1. วัดปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถูกปลดปล่อยออกมา หรือวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ไป
2. วัดปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ลดลงโดยวิธีทางเคมีหรือการชั่งน้ำหนัก (weight loss)
3. วัดปริมาณการสูญเสียอินทรีย์สารบางชนิด เช่น เซลลูโลส ลิกนิน เป็นต้น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5

เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น

หลักการ

กระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบ่งเป็น 2 แบบคือ กระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบบมีอากาศ และกระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบบไม่มีอากาศ ปุ๋ยหมักทำได้โดยนำวัสดุธรรมชาติได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว มาหมักกับน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช จากขยะเปียก และจากมูลสัตว์ ในสภาพที่ใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ

การวัดการสลายตัวของวัสดุธรรมชาติ ทำได้โดย การชั่งน้ำหนักของวัสดุธรรมชาติ หลังจากหมักวัสดุธรรมชาติด้วยน้ำสกัดชีวภาพและตั้งทิ้งไว้ 15 วัน เปรียบเทียบกับน้ำหนักของวัสดุธรรมชาติก่อนการหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพ ถ้าวัสดุธรรมชาติมีน้ำหนักลดลง แสดงว่า เกิดการย่อยสลายของวัสดุธรรมชาติ

จุดประสงค์

1. สรุปกระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบบมีอากาศและไม่มีอากาศได้
2. อธิบายขั้นตอนการวัดการสลายตัวของวัสดุธรรมชาติได้
3. บอกประโยชน์ของปุ๋ยหมักได้

เวลาที่ใช้ 200 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ภาชนะ (ถังพลาสติก) ขนาดปริมาตร 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร	42	ใบ
2. ดาช่ายขนาด 30 x 45 เซนติเมตร	42	แผ่น
3. ถังพลาสติกขนาด 24 x 30 เซนติเมตร	42	ใบ
4. เครื่องชั่ง		
5. น้ำ		
6. บีกเกอร์ขนาด 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร	3	ใบ
7. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร	3	ใบ
8. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร	1	ใบ
9. หลอดฉีดยา	3	อัน
10. แห้งแก้วคน	3	อัน
11. ใบอ้อยหั่นหั่นยาวขนาด 3 เซนติเมตร	11.5	กิโลกรัม
12. ฟางข้าวหั่นหั่นยาวขนาด 3 เซนติเมตร	11.5	กิโลกรัม
13. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช จากขยะเปียกและจากสัตว์ ชนิดละ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร		
14. เชือกฟาง	1	ม้วน
15. กะละมัง	1	ใบ

วิธีการทดลอง

1. นำใบอ้อยมาแบ่งออกเป็น 21 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม ใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้
2. นำน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากใบอ้อยที่ใส่ขวดเก็บไว้ มาเจือจางกับน้ำ ให้มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 1 และ 10 โดยปริมาตร
3. นำน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากใบอ้อย ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาคลุกกับใบอ้อยกลุ่มแรกในกะละมังให้เข้ากัน
4. นำใบอ้อยที่คลุกด้วยน้ำสกัดชีวภาพ มาใส่ในภาชนะที่มีตาข่ายอยู่ข้างใน แล้วปิดฝาภาชนะและหุ้มภาชนะด้วยพลาสติก
5. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3 – 4 โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพจากร้อยละ 0.1 เป็น ร้อยละ 1 และ 10 โดยปริมาตร ตามลำดับ
6. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 – 5 โดยเปลี่ยนจากน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากใบอ้อย เป็นน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากฟางข้าว , เศษพืชผัก , ขยะเปียก , มูลวัว , มูลเป็ด และมูลไก่ ตามลำดับ
7. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 – 6 โดยเปลี่ยนจากใบอ้อย เป็นฟางข้าว
8. เมื่อหมักวัสดุธรรมชาติด้วยน้ำสกัดชีวภาพครบทุกกลุ่มแล้วนำไปตั้งทิ้งไว้ในที่มีอากาศถ่ายเทเป็นเวลา 15 วัน โดยในวันที่ 13 ให้นำพลาสติกที่หุ้มออกและเปิดฝาภาชนะทิ้งไว้จนถึงวันที่ 15
9. นำวัสดุธรรมชาติหลังจากการหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพเป็นเวลา 15 วัน ไปชั่งน้ำหนัก บันทึกผล



ภาพประกอบ 7 แสดงภาชนะที่ใช้ในการหมักวัสดุในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพ



ภาพประกอบ 8 แสดงการหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพ ลงในภาชนะแล้วปิดฝาสนิท



ภาพประกอบ 9 แสดงการห่มภาชนะที่หมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพและตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดด



ภาพประกอบ 10 แสดงการเปิดฝาภาชนะตั้งทิ้งไว้หลังจากการหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพใน วันที่ 13 -15



ภาพประกอบ 11 แสดงการชั่งน้ำหนักของวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น หลังจากการหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพเป็นเวลา 15 วัน

รายงานผลการทดลอง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น

วัน / เดือน / ปี กลุ่มที่

ชื่อผู้ทดลอง 1..... ชั้น เลขที่

 2..... ชั้น เลขที่

 3..... ชั้น เลขที่

 4..... ชั้น เลขที่

 5..... ชั้น เลขที่

จุดประสงค์การทดลอง

1.....

.....

2.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

น้ำสกัดชีวภาพ		น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติ (กรัม)						
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดย ปริมาตร)	ใบอ้อย			ฟางข้าว		
			ก่อน หมัก	หลัง หมัก	น้ำหนัก ลดลง	ก่อน หมัก	หลัง หมัก	น้ำหนัก ลดลง
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1	500			500		
		1	500			500		
		10	500			500		
	ฟางข้าว	0.1	500			500		
		1	500			500		
		10	500			500		
	เศษพืชผัก	0.1	500			500		
		1	500			500		
		10	500			500		
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1	500			500		
		1	500			500		
		10	500			500		
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1	500			500		
		1	500			500		
		10	500			500		
	มูลเป็ด	0.1	500			500		
		1	500			500		
		10	500			500		
	มูลไก่	0.1	500			500		
		1	500			500		
		10	500			500		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพ
ที่ผลิตขึ้น)**

1. จากผลการทดลอง นักเรียนคิดว่า น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติ หลังจากหมักเป็นเวลา 15 วัน เป็นอย่างไร
จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากข้อ 1 นักเรียนคิดว่า น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติที่เป็นเช่นนั้น เกิดจากสาเหตุใด จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นอกจากวัสดุธรรมชาติที่ใช้ในการทดลอง (ใบอ้อยและฟางข้าว) นักเรียนคิดว่า ในท้องถิ่นของนักเรียน
ยังมีวัสดุธรรมชาติชนิดใดอีกบ้าง ที่จะนำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก (อย่างน้อย 10 ชนิด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. การวัดการสลายตัวของวัสดุธรรมชาติ นอกจากวิธีการชั่งน้ำหนักแล้ว นักเรียนคิดว่ามีวิธีการใดอีกบ้าง
จงอธิบายวิธีการอย่างสั้น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6

เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน(N), ฟอสฟอรัส(P), โพแทสเซียม(K) ในปุ๋ยหมัก

สาระสำคัญ

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมีอยู่ 3 ธาตุหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม

1. **ไนโตรเจน (N)** เป็นธาตุที่มีบทบาทในการเจริญเติบโตของพืชอย่างเห็นได้ชัดที่สุด ตัวอย่างเช่น เมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่พืชสวนครัว พืชจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ใบจะโตและเขียวสดขึ้นทันที ทั้งนี้เป็นเพราะไนโตรเจนเป็นธาตุที่ช่วยให้พืชสร้างโปรตีนได้อย่างเพียงพอ พืชทุกชนิดต้องมีโปรตีนเพราะโปรตีนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโพรโทพลาสซึม(protoplasm) โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของกรดอะมิโนเป็นจำนวนมาก กรดอะมิโนเหล่านี้มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ไนโตรเจนยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ซึ่งจะทำหน้าที่ช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาต่างๆ ในพืชให้ดำเนินไปอย่างเป็นปกติ คลอโรฟิลล์เป็นส่วนที่ทำให้ใบไม่มีสีเขียวและมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง มีธาตุไนโตรเจนเป็น

องค์ประกอบอยู่ด้วย นอกจากนั้นยังมีสารประกอบที่สำคัญๆ อีกมากมายในพืช เช่น วิตามิน ก็มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

สภาพของพืชเมื่อได้รับไนโตรเจนในระดับต่างๆ

เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนระดับพอเหมาะ ไม่เพียงพอและมากเกินไปจะเกิดผลต่อพืชดังนี้

1. ได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่พอเหมาะกับความต้องการของพืช
เมื่อไนโตรเจนในดินมีอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไป จะส่งผลต่อพืชดังต่อไปนี้
 - 1) จะช่วยกระตุ้นให้พืชเจริญเติบโตและมีความแข็งแรง
 - 2) ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น
 - 3) ทำให้ใบมีสีเขียว
 - 4) ส่งเสริมคุณภาพของพืชโดยเฉพาะพืชสวนครัวที่ใช้ใบ ลำต้น และรากเป็นอาหาร
 - 5) เพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืชที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ เช่น ข้าวหรือหญ้าเลี้ยง

สัตว์

- 6) ส่งเสริมให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต
- 7) ควบคุมการออกดอกผลของพืช
- 8) ช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชที่ให้ผลและเมล็ด
2. ได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช
ถ้าหากไนโตรเจนในดินมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของพืชแล้ว พืชที่ขาดธาตุ

ไนโตรเจนมักจะแสดงอาการดังนี้

- 1) พืชจะปราศจากสีเขียว โดยเฉพาะที่ใบ ใบของพืชจะเหลืองผิดปกติ
- 2) พืชบางชนิดจะมีลำต้นสีเหลือง บางทีก็มีสีชมพูเจือปนอยู่ด้วย

3) ใบล่างของพืชจะมีสีเหลืองปนส้ม ปลายใบและขอบใบจะค่อยๆ แห้งและลุกลามเข้าไปเรื่อยๆ จนในที่สุดใบจะร่วงหล่นออกจากต้นก่อนกำหนดที่ควรร่วง

- 4) ลำต้นหอมสูง กิ่งก้านลีบเล็กและมีจำนวนน้อย
- 5) พืชจะไม่เติบโตหรือโตช้ามาก การแตกยอดและกิ่งก้านก็ช้า
- 6) ผลผลิตและคุณภาพต่ำ

3. ได้รับไนโตรเจนในปริมาณมากเกินไปความต้องการของพืช

สำหรับพืชที่ได้รับธาตุไนโตรเจนมากเกินไปจนเกินไป จะเกิดผลเสียต่อพืชดังต่อไปนี้

- 1) คุณภาพของเมล็ด ผล และใบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใบยาสูบจะเสื่อมคุณภาพลงได้
- 2) พืชแก่ช้าผิดปกติ เพราะไนโตรเจนส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตอยู่เรื่อยๆ
- 3) ผลผลิตของพืชที่ให้มีผลลดลง เพราะในสภาพที่มีไนโตรเจนมากๆ นั้น พืชมุ่งในการสร้าง

ยอด ลำต้น กิ่งและใบมากกว่าสร้างดอกและเมล็ด

- 4) ลำต้นจะอ่อนและล้มง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชพวก ข้าว และข้าวโพด
- 5) ความต้านทานต่อโรคของพืชลดลง

2. ฟอสฟอรัส (P) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากธาตุหนึ่ง ฟอสฟอรัสเป็นองค์

ประกอบของกรดนิวคลีอิก นิวคลีโอโปรตีน และฟอสฟอรัสยังเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นของสารฟอสเฟตที่ทำหน้าที่รับช่วงถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารต่างๆ ของระบบต่างๆ เช่นระบบการสังเคราะห์ด้วยแสงและระบบหายใจในพืช เป็นต้น นอกจากนี้ในกระบวนการเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของพืชต่างๆ เช่นการดูดกินน้ำและธาตุอาหารพืช การสร้างสารอินทรีย์ การขนย้ายสารอินทรีย์ ฯลฯ ล้วนต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น ด้วยเหตุเหล่านี้ฟอสฟอรัสจึงเกี่ยวข้องกับการสร้างเสริมการเติบโต ความแข็งแรงของพืช ทั้งส่วนที่อยู่ใต้ดินและเหนือดินตลอดจนการออกดอกออกผลถ้าพืชได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการ ไม่ว่าจะในช่วงใดของวัฏจักรของพืช ย่อมมีผลทำให้กระบวนการเพื่อการดำรงชีพ และการเติบโตของพืชผิดปกติ ซึ่งอาจมีผลมากพอที่ทำให้เกิดลักษณะอาการผิดปกติของพืชออกมาให้เห็นในบางกรณี แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงและความยาวนานของการขาดแคลน ชนิดของพืช และช่วงของอายุของพืช ในกรณีที่ความขาดแคลนรุนแรงพืชโดยทั่วไปจะแสดงอาการผิดปกติดังนี้ คือ พืชมีการเติบโตที่จำกัด ต้นเล็กผอมแกร็น ไม่เงาอาจพบลำต้นบิดเป็นเกลียว เนื้อไม้แข็งเปราะหักง่าย ใบเล็กผิดปกติ สีของใบล่างมักมีสีเหลืองอมสีอื่น (เช่นข้าวโพดอมสีม่วง) สีของใบบนๆ ใกล้ยอดกับสีของใบล่างต่างกันเด่นชัด ออกดอกช้ากว่าปกติ ดอกอาจเล็กและเปอร์เซ็นต์ของดอกที่ติดผลต่ำกว่าปกติ พืชแก่ช้า รากผอม บาง สั้น และมีจำนวนจำกัด

3. โพแทสเซียม (K) เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชธาตุหนึ่ง โพแทสเซียมจำเป็นต่อกิจกรรมหรือกระบวนการสร้างสมต่างๆ ในเซลล์ที่มีชีวิต โพแทสเซียมมีความสำคัญต่อพืชดังนี้

- 1) กระบวนการสร้างน้ำตาลและแป้ง
- 2) การเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล
- 3) กระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ

ถ้าพืชได้รับธาตุโพแทสเซียมไม่เพียงพอจะทำให้พืชมีอาการ ดังนี้คือ ใบล่างมีอาการเหลืองแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลตามขอบใบแล้วลุกลามเข้ามาเป็นหย่อมๆ ตามแผ่นใบ อาจพบว่าแผ่นใบโค้งเล็กน้อย รากเจริญช้า ลำต้นอ่อนแอ ผลไม่เติบโต

จะเห็นได้ว่า ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีความสำคัญในการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก ดังนั้นสามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางแสดง หน้าที่สำคัญของธาตุอาหารของพืช และอาการขาดแคลนธาตุอาหารของพืช

ธาตุ	หน้าที่สำคัญ	อาการขาดธาตุ
ไนโตรเจน	เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ในพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบและกิ่งก้าน	พืชโตช้า ใบล่างมีสีเหลืองซีดทั้งแผ่นใบ ต่อมากลายเป็นสีน้ำตาลแล้วร่วงหล่น หลังจากนั้นใบบนๆ ก็มีสีเหลือง
ฟอสฟอรัส	ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีนและสารอินทรีย์ที่สำคัญในพืช เป็นองค์ประกอบของสารที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานในกระบวนการต่างๆ เช่นการสังเคราะห์แสงและการหายใจ	ใบล่างเริ่มมีสีม่วงตามแผ่นใบ ต่อมาใบเป็นสีน้ำตาลและร่วงหล่น ลำต้นแกร็น ไม่ผลิดอกออกผล
โพแทสเซียม	ช่วยสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง และโปรตีน ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายของน้ำตาลจากใบไปยังผล ช่วยให้ผลเจริญเติบโตเร็ว พืชแข็งแรง มีความต้านทานต่อโรคบางชนิด	ใบล่างมีอาการเหลือง แล้วกลายเป็นสีน้ำตาลตามขอบใบแล้วลุกลามเข้ามาเป็นหย่อมๆ ตามแผ่นใบ อาจพบว่าแผ่นใบโค้งเล็กน้อย รากเจริญช้า ลำต้นอ่อนแอ ผลไม่เติบโต

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6

เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน(N), ฟอสฟอรัส(P), โพแทสเซียม(K) ในปุ๋ยหมัก

หลักการ

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมีอยู่ 3 ธาตุหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม สามารถตรวจสอบการมีธาตุทั้ง 3 ชนิดในปุ๋ยหมักได้ดังนี้

1. ธาตุไนโตรเจน ที่พบในปุ๋ยหมักจะอยู่ในรูปของสารประกอบของไนเตรต สามารถตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจนด้วยปฏิกิริยาคกตะกอน จะเกิดวงแหวนสีน้ำตาล
2. ธาตุฟอสฟอรัส ที่พบในปุ๋ยหมักจะอยู่ในรูปของสารประกอบของฟอสเฟต สามารถตรวจสอบการมีธาตุฟอสฟอรัสด้วยปฏิกิริยาคกตะกอน จะเกิดตะกอนสีเหลือง
3. ธาตุโพแทสเซียม ที่พบในปุ๋ยหมักจะอยู่ในรูปของไอออนของโพแทสเซียม สามารถตรวจสอบการมีธาตุโพแทสเซียมด้วยเปลวไฟ จะเกิดเปลวไฟสีม่วง

จุดประสงค์

1. อธิบายความสำคัญของธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่มีต่อพืชได้
2. สรุปขั้นตอนการตรวจสอบการมีธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 หั่นละเอียดอย่างละ 5 ช้อนเบอร์ 1
2. กรดไนตริกเจือจาง (HNO_3) เข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร 450 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4) 21 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. แอมโมเนียมโมลิบเดต($(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$) เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร 11 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5. เฟอรัสซัลเฟต (FeSO_4) 21 ช้อนเบอร์ 1
6. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl) 84 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. ลวดนิโครมยาว 15 เซนติเมตร
9. หลอดหยด 2 อัน
10. บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร 5 ใบ
11. บีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร 2 ใบ
12. ที่จับหลอดทดลอง 1 อัน
13. แท่งแก้วคนสาร 2 อัน
14. ช้อนตักสารเบอร์ 1 1 อัน
15. หลอดทดลองขนาดเล็ก 4 หลอด
16. ผ้าขาวบาง 1 ผืน
17. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมกะบังลม 1 ชุด

วิธีการทดลอง

การเตรียมสารละลายปุ๋ยหมักมีขั้นตอนดังนี้

1. นำปุ๋ยหมักที่ได้จากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 แต่ละชนิดมาหั่นให้ละเอียดอย่างละ 5 ช้อนเบอร์ 1 ใส่ลงในบีกเกอร์ที่ละชนิด

2. นำกรดไนตริกเจือจาง 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในบีกเกอร์แล้วนำไปต้มจนร้อน

3. นำกรดไนตริกเจือจางร้อน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เทลงในบีกเกอร์ที่ใส่ปุ๋ยหมัก ใช้แท่งแก้วคนให้ทั่วเพื่อให้ปุ๋ยหมักละลาย

4. ใช้ผ้าขาวบางกรองสารละลายปุ๋ยหมักลงในบีกเกอร์และทิ้งกากปุ๋ยหมักที่เหลือ

5. นำสารละลายปุ๋ยหมักที่ได้ไปตรวจสอบธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่อไป

ตอนที่ 1 การตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน ด้วยปฏิกิริยาคตกตะกอนเฉพาะ มีวิธีการทดลองดังนี้

1. ใส่เฟอร์ริลเฟด 0.5 ช้อนเบอร์ 1 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก

2. นำสารละลายปุ๋ยหมัก 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในหลอดทดลองในข้อ 1 แล้วหยดกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 หยด ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงในหลอดทดลอง บันทึกผล

3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 – 2 โดยเปลี่ยนสารละลายปุ๋ยหมักเป็นชนิดอื่น

ตอนที่ 2 การตรวจสอบการมีธาตุฟอสฟอรัสด้วยปฏิกิริยาคตกตะกอน มีวิธีการทดลองดังนี้

1. ใส่สารละลายปุ๋ยหมัก 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก

2. หยดสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดตเข้มข้น 0.5 โมล จำนวน 5 หยด ลงในหลอดทดลองในข้อ 1 แล้วนำหลอดทดลองไปจุ่มในน้ำอุ่นเป็นเวลา 3 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงในหลอดทดลอง บันทึกผล

3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 – 2 โดยเปลี่ยนสารละลายปุ๋ยหมักเป็นชนิดอื่น ๆ

ตอนที่ 3 การตรวจสอบการมีธาตุโพแทสเซียมด้วยเปลวไฟ มีวิธีการทดลองดังนี้

1. นำสารละลายปุ๋ยหมักที่เตรียมไว้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก

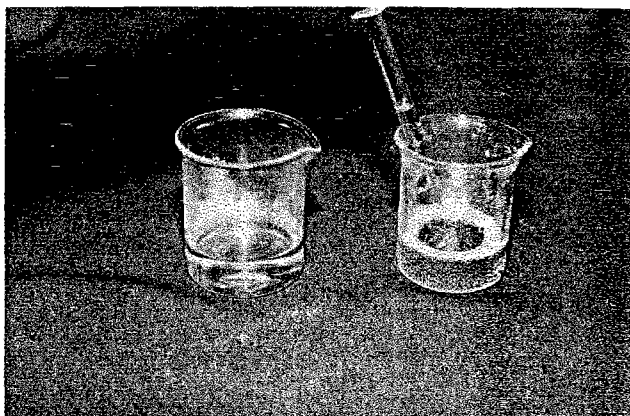
2. นำกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก

3. นำลวดนิกโครมยาวประมาณ 15 เซนติเมตรตรงปลายลวดขดเป็นวงกลมนำไปล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นในหลอดทดลองในข้อ 2 โดยจุ่มลวดนิกโครมลงในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นแล้วนำไปเผาด้วยเปลวไฟบนตะเกียงแอลกอฮอล์

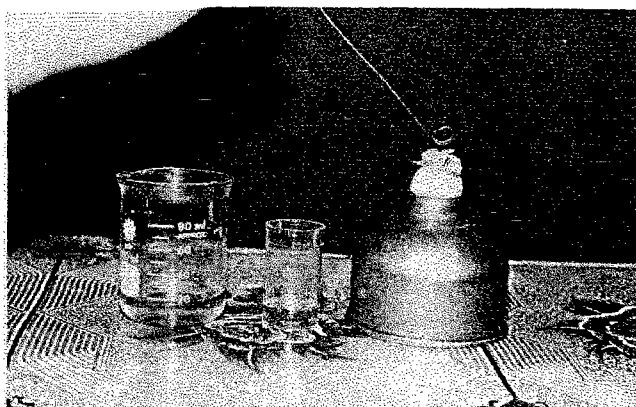
4. นำลวดนิกโครมที่ล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นแล้วไปจุ่มในสารละลายปุ๋ยหมักในหลอดทดลองข้อ 1 นำไปเผาด้วยเปลวไฟบนตะเกียงแอลกอฮอล์ สังเกตการเปลี่ยนสีของเปลวไฟ บันทึกผล

5. ทำการทดลอง เช่นเดียวกับข้อ 1 – 4 แต่เปลี่ยนสารละลายปุ๋ยหมักเป็นชนิดอื่น ๆ

6. ทำการทดลอง เช่นเดียวกับข้อ 1 – 4 แต่เปลี่ยนสารละลายปุ๋ยหมักเป็นสารละลายโพแทสเซียมในเตรด



ภาพประกอบ 12 แสดงการนำกรดไนตริกเจือจางร้อนหยดลงในบีกเกอร์ที่ใส่ปุ๋ยหมัก เพื่อเตรียมสารละลายปุ๋ยหมัก



ภาพประกอบ 13 แสดงการเผาลวดนิโครมด้วยเปลวไฟบนตะเกียงแอลกอฮอล์

รายงานผลการทดลอง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน(N), ฟอสฟอรัส(P), โพแทสเซียม(K)
ในปุ๋ยหมัก

วัน / เดือน / ปี กลุ่มที่

ชื่อผู้ทดลอง 1..... ชั้น เลขที่

2..... ชั้น เลขที่

3..... ชั้น เลขที่

4..... ชั้น เลขที่

5..... ชั้น เลขที่

จุดประสงค์การทดลอง

1.....

.....

2.....

.....

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

ตาราง 1 การตรวจสอบธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักจากน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ			การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นหลังจากหยดกรดซัลฟิวริก ลงไปในห้องทดลองและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาที	
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดย ปริมาตร)	ปุ๋ยหมักจากใบอ้อย	ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1		
		1		
		10		
	ฟางข้าว	0.1		
		1		
		10		
	เศษพืชผัก	0.1		
		1		
		10		
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1		
		1		
		10		
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1		
		1		
		10		
	มูลเป็ด	0.1		
		1		
		10		
	มูลไก่	0.1		
		1		
		10		

ตาราง 2 การตรวจสอบธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักจากน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ			การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นหลังจากนำหลอดทดลองไปจุ่มในน้ำอุ่นเป็นเวลา 3 นาที	
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดยปริมาตร)		
น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1		
		1		
		10		
	ฟางข้าว	0.1		
		1		
		10		
	เศษพืชผัก	0.1		
		1		
		10		
น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1		
		1		
		10		
น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1		
		1		
		10		
	มูลเป็ด	0.1		
		1		
		10		
	มูลไก่	0.1		
		1		
		10		

ตาราง 3 แสดงการตรวจสอบธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักจากน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ			สีของเปลวไฟเมื่อนำลวดนิโครมที่จุ่มในสารละลาย ปุ๋ยไปเผาด้วยเปลวไฟ	
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดย ปริมาตร)		
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1		
		1		
		10		
	ฟางข้าว	0.1		
		1		
		10		
	เศษพืชผัก	0.1		
		1		
		10		
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1		
		1		
		10		
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1		
		1		
		10		
	มูลเป็ด	0.1		
		1		
		10		
	มูลไก่	0.1		
		1		
		10		

สีของเปลวไฟเมื่อนำลวดนิโครมที่จุ่มสารละลายโพแทสเซียมในเตรตไปเผาด้วยเปลวไฟ ได้แก่
สี.....

สรุปผลการทดลอง

[illegible]

คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก)

1. นักเรียนคิดว่า ถ้าจะใส่ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนในแปลงปลูกพืช ควรจะใส่ในช่วงใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่า ถ้าจะใส่ปุ๋ยที่มีธาตุฟอสฟอรัสในแปลงปลูกพืช ควรจะใส่ในช่วงใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่า ถ้าจะใส่ปุ๋ยที่มีธาตุโพแทสเซียมในแปลงปลูกพืช ควรจะใส่ในช่วงใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**คำแนะนำในการใช้คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น**

การใช้คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น มีข้อควรปฏิบัติและทำความเข้าใจดังต่อไปนี้

1. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนที่นำ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ไปใช้
2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้จะใช้ควบคู่กับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
3. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แต่ละบทประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้
 - จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - จุดประสงค์การทดลอง
 - เวลาที่ใช้
 - อุปกรณ์และสารเคมี
 - การเตรียมตัวล่วงหน้า
 - อภิปรายก่อนการทดลอง
 - แนวการตั้งสมมติฐาน
 - ตัวอย่างผลการทดลอง
 - อภิปรายหลังการทดลอง
 - แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - คำแนะนำเพิ่มเติม

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เพื่อศึกษาสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นที่มีอยู่บริเวณรอบๆโรงเรียนของนักเรียนและนำวัสดุเหลือใช้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

จุดประสงค์การสำรวจ เมื่อจบการสำรวจนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. จำแนกประเภทของวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นได้
2. อธิบายประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที (2 คาบ)

อภิปรายก่อนการสำรวจ 20 นาที

สำรวจ 50 นาที

อภิปรายหลังการสำรวจ 30 นาที

อุปกรณ์การสำรวจ

แบบบันทึกการสำรวจ

อภิปรายก่อนการสำรวจ

ในการสำรวจวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ครูควรบอกนักเรียนให้สำรวจวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่ใน ชุมชน หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ของนักเรียน

ตัวอย่างบริเวณที่ทำการสำรวจ บริเวณรอบๆโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

ตัวอย่างผลการสำรวจ

วัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น	แหล่งที่พบ	ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้
1. ใบอ้อย	ไร่อ้อย	ทำปุ๋ยหมัก
2. ฟางข้าว	ทุ่งนา	ทำปุ๋ยหมัก , อาหารสัตว์
3. ต้นข้าวโพด	ไร่ข้าวโพด	ทำปุ๋ยหมัก , อาหารสัตว์
4. ผักตบชวา	บึง,สระน้ำ	ทำปุ๋ยหมัก
5. มูลสัตว์	บริเวณโรงเลี้ยงสัตว์	ทำปุ๋ยคอก , ก๊าซชีวภาพ
6. กากน้ำตาล	โรงงานน้ำตาล	ปุ๋ยชีวภาพ , ผลิตภัณฑ์แอลกอฮอล์
7. กากอ้อย	โรงงานน้ำตาล	ปุ๋ยหมัก
8. แกลบ	โรงสีข้าว	ปุ๋ยหมัก
9. ขยะสด(เศษอาหาร)	ร้านอาหาร , บ้านเรือน	ปุ๋ยชีวภาพ , อาหารสัตว์
10. ขยะแห้งเช่น ขวดน้ำ	ร้านอาหาร , บ้านเรือน	ทำแฉกกัน , แก้วน้ำ

อภิปรายหลังการสำรวจ

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการสำรวจเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปดังนี้

วัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นบริเวณรอบๆโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน อำเภอคำชะอี จังหวัดสุพรรณบุรี แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- 1.1 เศษพืชหรือชิ้นส่วนของพืชที่ถูกตัดออกระหว่างเก็บเกี่ยว ได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว

ต้นข้าวโพด ผักตบชวา

- 1.2 มูลสัตว์ต่างๆ ได้แก่ มูลวัว มูลเป็ด มูลไก่

- 1.3 วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมทางการเกษตร ได้แก่ กากอ้อย กากน้ำตาล แกลบ

2. วัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- 2.1 ขยะสด ได้แก่ เศษอาหาร

- 2.2 ขยะแห้ง ได้แก่ ขวดน้ำ กระป๋อง เศษกระดาษ เป็นต้น

ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น คือ

1. ใช้เป็นอาหารสัตว์ ได้แก่ ฟางข้าว ต้นข้าวโพด เศษอาหาร
2. ใช้ทำปุ๋ย ได้แก่ ฟางข้าว ใบอ้อย ต้นข้าวโพด ผักตบชวา แกลบ มูลสัตว์ กากน้ำตาล กากอ้อย
3. ใช้ทำก๊าซชีวภาพ ได้แก่ มูลสัตว์ต่างๆ
4. การใช้ประโยชน์ด้านอื่น เช่น ฟางข้าวนำไปเพาะเห็ด

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

1. วัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น สามารถแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

ตอบ วัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.1 เศษพืชหรือชิ้นส่วนของพืชที่ถูกตัดออกระหว่างเก็บเกี่ยว ได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว
ต้นข้าวโพด ผักตบชวา

1.2 มูลสัตว์ต่างๆ ได้แก่ มูลวัว มูลเป็ด มูลไก่

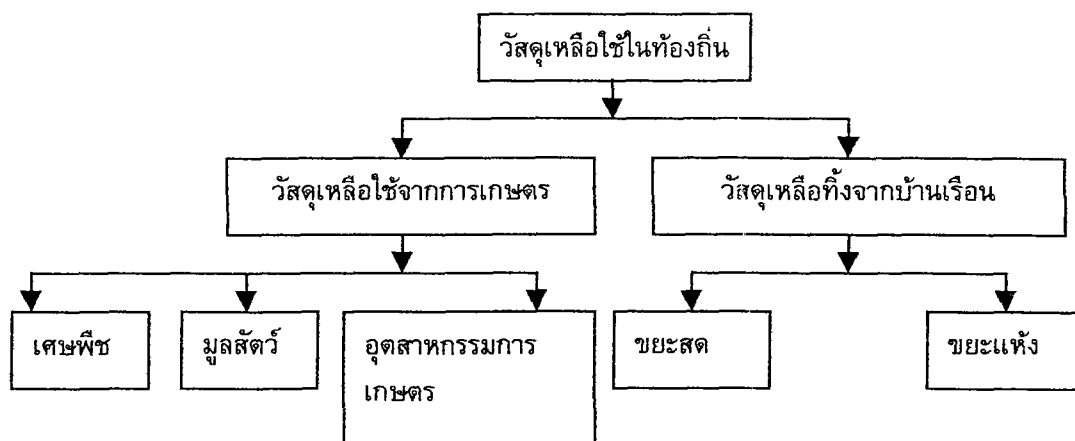
1.3 วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร ได้แก่ กากอ้อย กากน้ำตาล แกลบ

2. วัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.2 ขยะสด ได้แก่ เศษอาหาร

1.3 ขยะแห้ง ได้แก่ ขวดน้ำ กระป๋อง เศษกระดาษ เป็นต้น

2. ให้นักเรียนนำเสนอประเภทของวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นในรูปแบบแผนภูมิ



3. นักเรียนจะนำวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น มาทำให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนของตนเองได้อย่างไร จงอธิบาย (อย่างน้อย 5 อย่าง)

ตอบ 1. ใบอ้อย ฟางข้าว นำมาหมักทำปุ๋ยใส่ในสวน ไร่นา เพื่อบำรุงดิน

2. มูลสัตว์ นำมาทำปุ๋ยคอกเพื่อใส่ต้นไม้ หรืออาจนำมาทำก๊าซชีวภาพ

3. เศษของพืชต่างๆ นำมาหมักทำปุ๋ย

4. กากน้ำตาลนำมาหมักกับเศษพืชต่างๆ เพื่อทำปุ๋ยชีวภาพ

5. ขยะสด เศษอาหาร นำมาให้สัตว์กินหรือหมักทำปุ๋ยชีวภาพ

คำแนะนำเพิ่มเติม

ในการสำรวจวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่น ผลการสำรวจแต่ละชุมชน ห้องถิ่น หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ของแต่ละห้องถิ่นจะไม่เหมือนกัน ผลการสำรวจในกลุ่มนี้เป็นเพียงตัวอย่างที่ทำการสำรวจเท่านั้น

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เพื่อศึกษาการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช ได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว และเศษพืช

จุดประสงค์การทดลอง เมื่อทำการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. สรุปขั้นตอนการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชได้
2. อธิบายลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชได้
3. บอกประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที (2 คาบ)

อภิปรายก่อนการทดลอง 20 นาที

ทดลอง 50 นาที

อภิปรายหลังการทดลอง 30 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวน / กลุ่ม)

1. ภาชนะที่ใช้ในการหมักที่มีฝาปิดสนิท ขนาดปริมาตร 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร 3 ใบ
2. ใบอ้อยหั่นยาวขนาด 3 เซนติเมตร 1.5 กิโลกรัม
3. ฟางข้าวหั่นยาวขนาด 3 เซนติเมตร 1.5 กิโลกรัม
4. เศษพืชผักหั่นยาวขนาด 3 เซนติเมตร 1.5 กิโลกรัม
5. กากน้ำตาล 1.5 กิโลกรัม
6. เทอร์โมมิเตอร์ 1 อัน
7. แอ่งแก้วคน 1 อัน
8. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
9. เครื่องชั่ง
10. บีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร 3 ใบ
11. หลอดฉีดยา 1 อัน
12. ถังขนาด 24 x 30 เซนติเมตร 3 ใบ
13. เชือกฟาง 1 ม้วน
14. ผ้าขาวบาง 1 ผืน

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. ครูเตรียมชั่งกากน้ำตาลถ่วงละ 0.5 กิโลกรัม เพราะกากน้ำตาลเหนียวถ้าให้นักเรียนชั่งอาจใช้เวลานานและทำให้เปื้อนเลอะเทอะเสื้อผ้า
2. ครูควรให้นักเรียนนำไปอ้อย ฟางข้าว และเศษพืช ที่สดมาทำการหมักและหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 3 เซนติเมตรมาให้เรียบร้อย

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. เตือนนักเรียนให้ทำการทดลองด้วยความระมัดระวังเพราะกากน้ำตาลและเศษพืชอาจทำให้เลอะเทอะเปื้อนเสื้อผ้า
2. การคลุกกากน้ำตาลหมักกับเศษพืชต่างๆ เมื่อเติมน้ำลงไปควรใช้ไม้คนให้กากน้ำตาลและเศษพืชเข้ากันก่อนจึงปิดฝาภาชนะ
3. การวัดอุณหภูมิและค่า pH ต้องวัดในช่วงเวลาเดียวกัน
4. การกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดเมื่อหมักครบ 7 วัน บอกให้นักเรียนนำไปกรองในบริเวณที่อากาศถ่ายเทและกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดไม่ต้องเติมน้ำเพราะเมื่อตั้งทิ้งไว้จะเกิดก๊าซภายในขวด เมื่อเปิดฝาขวดให้เปิดด้วยความระมัดระวังเพราะอาจมีแรงดันของก๊าซดันออกมาทำให้เปื้อนเสื้อผ้าและมีกลิ่นรบกวน

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะสูงขึ้นเรื่อยๆ
2. ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะต่ำลงเรื่อยๆ
3. อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศ
4. อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะต่ำกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศ

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 1 ลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

วันที่	น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชต่าง ๆ								
	ใบอ้อย			ฟางข้าว			เศษพืช		
	อุณหภูมิ (C°)		pH	อุณหภูมิ (C°)		pH	อุณหภูมิ (C°)		pH
	ห้อง	น้ำสกัด		ห้อง	น้ำสกัด		ห้อง	น้ำสกัด	
เริ่มทดลอง	29	29	5.40	29	29	6.44	29	29	5.08
1	29	29	3.77	29	30	4.71	29	29	4.50
2	29	30	3.55	29	31	3.96	29	30	3.85
3	28	29	3.44	28	30	3.86	28	30	3.73
4	29	29	3.40	29	30	3.73	29	29	3.53
5	29	29	3.39	29	30	3.72	29	29	3.47
6	30	31	3.38	30	32	3.71	30	31	3.41
7	30	30	3.03	30	31	3.69	30	30	3.36

* หมายเหตุ ค่า pH เป็นจุดทศนิยมเพราะใช้เครื่อง pH meter วัด แต่ค่า pH โดยใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์วัดจะเป็นจำนวนเต็ม

ตาราง 2 ลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช หลังจากหมักแล้วเป็นเวลา 7 วัน

พืชต่าง ๆ	ลักษณะทางกายภาพ	
	สี	กลิ่น
ใบอ้อย	น้ำตาลแดง	คล้ายน้ำตาลไหม้
ฟางข้าว	น้ำตาลแดง	คล้ายน้ำตาลไหม้
เศษพืช	น้ำตาลแดง	คล้ายน้ำตาลไหม้

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

1. ขั้นตอนการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช ทำได้โดยนำเศษพืชมาหมักกับกากน้ำตาล อัตราส่วนของเศษพืชต่อกากน้ำตาลเท่ากับ 3 : 1 หมักในสภาพที่ไม่มีอากาศ โดยหมักในภาชนะที่มีฝาปิดตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดและอากาศถ่ายเทประมาณ 3 – 7 วัน จะเกิดของเหลวชั้นสีน้ำตาล

2. ลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช ได้แก่ สีและกลิ่น หลังจากหมักแล้วเป็นเวลา 7 วัน ดังนี้

2.1 สีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีสีน้ำตาลแดง

2.2 กลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีกลิ่นคล้ายน้ำตาลไหม้

3. ลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช ได้แก่ อุณหภูมิและ ค่า pH มีลักษณะดังนี้

3.1 อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชทั้ง 3 ชนิด ในช่วงหมักจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย

3.2 ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชทั้ง 3 ชนิด ในช่วงหมักจะต่ำลงเรื่อย ๆ

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

1. ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชแต่ละชนิดเป็นอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชทั้ง 3 ชนิด ในช่วงหมักจะต่ำลงเรื่อย ๆ

2. อุณหภูมิ ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชแต่ละชนิด มีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชทั้ง 3 ชนิด ในช่วงหมักจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย

3. สีและกลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชแต่ละชนิด มีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ สีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีสีน้ำตาลแดง

กลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีกลิ่นคล้ายน้ำตาลไหม้

4. ในชีวิตประจำวันของนักเรียน นอกจากพืชที่นำมาผลิตน้ำสกัดชีวภาพในการทดลองแล้ว นักเรียนคิดว่า ยังมีพืชชนิดใดที่สามารถนำมาทำน้ำสกัดชีวภาพได้อีกบ้าง (อย่างน้อย 10 ชนิด)

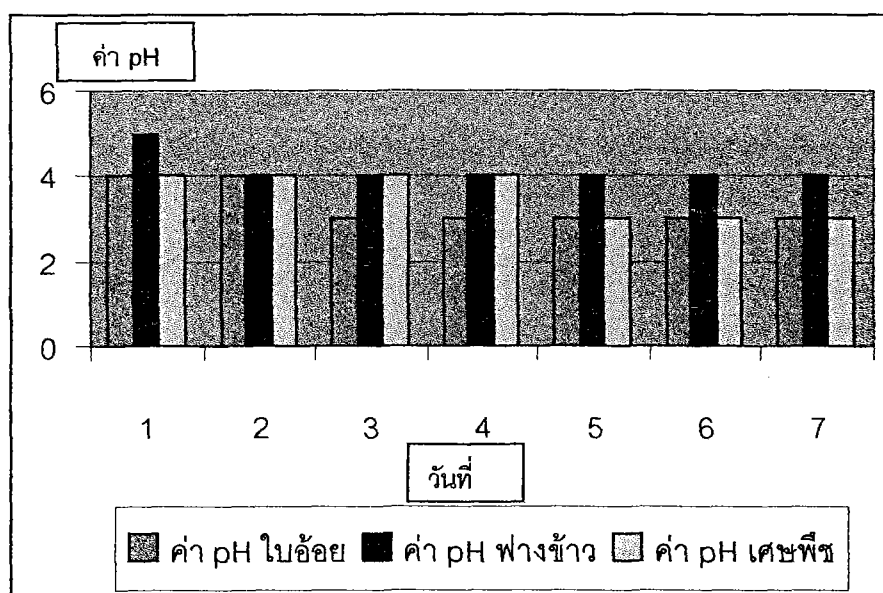
ตอบ 1. ต้นกล้วย 2. เปลือกสับปะรด 3. ใบสะเดา 4. ใบมันสำปะหลัง 5. เปลือกแตงโม 6. ผักตบชวา 7. ต้นข้าวโพด 8. ใบตะไคร้ 9. ใบมะม่วง 10. เศษหญ้าสด

5. นักเรียนคิดว่า น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

ตอบ 1. เป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายวัสดุธรรมชาติเพื่อเป็นปุ๋ยหมักต่อไป
2. เป็นปุ๋ยน้ำเพื่อช่วยบำรุงดินให้แก่พืช
3. เป็นสารป้องกันแมลง

6. ให้นักเรียนเขียนแผนภูมิ เปรียบเทียบค่า pH และอุณหภูมิ ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช แต่ละชนิด

ตัวอย่างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช แต่ละชนิด



คำแนะนำเพิ่มเติม

- ในการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องนี้ไม่ควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อาจทำการทดลองบริเวณเรือนเกษตรของโรงเรียน หรือบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทเพราะในช่วงการหมักเมื่อนักเรียนวัดอุณหภูมิและค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพ และในการกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดเมื่อหมักครบ 7 วัน อาจมีกลิ่นรบกวนนักเรียนห้องอื่นๆ
- ในการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช อาจจะใช้พืชชนิดอื่นๆที่มีในท้องถิ่นของผู้สอน ผลการทดลองที่มีในคู่มือคู่มือนี้เป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เพื่อศึกษาการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก ได้แก่ เศษอาหาร เศษผักผลไม้

จุดประสงค์การทดลอง เมื่อทำการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. สรุปลขั้นตอนการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกได้
2. อธิบายลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกได้
3. บอกประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที (2 คาบ)

อภิปรายก่อนการทดลอง 20 นาที

ทดลอง 50 นาที

อภิปรายหลังการทดลอง 30 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวน / กลุ่ม)

- | | |
|---|------------|
| 1. ภาชนะที่ใช้ในการหมักที่มีฝาปิดสนิท ขนาดปริมาตร 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 1 ใบ |
| 2. ขยะจากเศษอาหาร เศษผักผลไม้ | 3 กิโลกรัม |
| 3. กากน้ำตาล | 1 กิโลกรัม |
| 4. เทอร์โมมิเตอร์ | 1 อัน |
| 5. แท่งแก้วคน | 1 อัน |
| 6. กระดาษยูนีเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ | |
| 7. เครื่องชั่ง | |
| 8. บีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 3 ใบ |
| 9. หลอดฉีดยา | 1 อัน |
| 10. ถูขนาด 24 x 30 เซนติเมตร | 1 ใบ |
| 11. เชือกฟาง | 1 ม้วน |
| 13. ผ้าขาวบาง | 1 ผืน |

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. ครูเตรียมชั่งกากน้ำตาลถ่วงละ 1 กิโลกรัม เพราะกากน้ำตาลเหนียวถ้าให้นักเรียนชั่งอาจใช้เวลานานและทำให้เปื้อนเลอะเทอะเสื้อผ้า
2. ครูควรให้นักเรียนนำเศษอาหาร เศษผักผลไม้ ที่ทิ้งใหม่มาทำการหมักและไม่ควรนำเศษอาหารที่เป็นกระดูกสัตว์ชิ้นใหญ่ๆ มาหมัก

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. เตือนนักเรียนให้ทำการทดลองด้วยความระมัดระวังเพราะภาคน้ำตาลและเศษอาหารทำให้ละเอียดอะเปื้อนเสื้อผ้า
2. การคลุกกักน้ำตาลหมักกับเศษอาหาร เศษผักผลไม้ เมื่อเติมน้ำลงไปควรใช้ไม้คนให้ภาคน้ำตาลและเศษอาหารเข้ากันก่อนจึงปิดฝาภาชนะ
3. การวัดอุณหภูมิและค่า pH ต้องวัดในช่วงเวลาเดียวกัน
4. การกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดเมื่อหมักครบ 7 วัน บอกให้นักเรียนนำไปกรองในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทและกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดไม่ต้องเติมน้ำเพราะเมื่อตั้งทิ้งไว้จะเกิดก๊าซภายในขวด เมื่อเปิดฝาขวดให้เปิดด้วยความระมัดระวังเพราะอาจมีแรงดันของก๊าซดันออกมาทำให้เปื้อนเสื้อผ้าและมีกลิ่นรบกวน

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะสูงขึ้นเรื่อยๆ
2. ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะต่ำลงเรื่อยๆ
3. อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศ
4. อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะต่ำกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศ

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 1 ลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

วันที่	อุณหภูมิ (C°)		pH
	ห้อง	น้ำสกัดชีวภาพ	
เริ่มทดลอง	29	29	4.46
1	29	29	3.62
2	29	30	3.50
3	28	29	3.45
4	29	29	3.42
5	29	30	3.39
6	30	31	3.36
7	30	30	3.33

* หมายเหตุ ค่า pH เป็นจุดทศนิยมเพราะใช้เครื่อง pH meter วัด แต่ค่า pH โดยใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์วัดจะเป็นจำนวนเต็ม

ตาราง 2 ลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก หลังจากหมักแล้วเป็นเวลา 7 วัน

ลักษณะทางกายภาพ	
สี	กลิ่น
น้ำตาลแดง	คล้ายน้ำตาลออกเปรี้ยว

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

1. ขั้นตอนการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก ทำได้โดยนำเศษอาหาร เศษผักผลไม้มาหมักกับกากน้ำตาล อัตราส่วนของเศษอาหาร เศษผักผลไม้ต่อกากน้ำตาลเท่ากับ 3 : 1 หมักในสภาพที่ไม่มีอากาศ โดยหมักในภาชนะที่มีฝาปิดตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดและอากาศถ่ายเทประมาณ 3 – 7 วัน จะเกิดของเหลวชั้นสีน้ำตาล

2. ลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก ได้แก่ สีและกลิ่น หลังจากหมักแล้วเป็นเวลา 7 วัน ดังนี้

2.1 สีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก มีสีน้ำตาลแดง

2.2 กลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก มีกลิ่นคล้ายน้ำตาลออกเปรี้ยว

3. ลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก ได้แก่ อุณหภูมิและ ค่า pH มีลักษณะดังนี้

3.1 อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกในช่วงหมักจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย

3.2 ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกในช่วงหมักจะต่ำลงเรื่อย ๆ

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3

1. ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก อยู่ในช่วงใด จงอธิบาย

ตอบ อยู่ในช่วง 5 – 3 ค่า pH ในช่วงเริ่มทดลองเท่ากับ 5 เมื่อหมักครบ 7 วัน ค่า pH เท่ากับ 3 แสดงว่าค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกจะลดต่ำลง

2. อุณหภูมิ ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก เป็นอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกในช่วงหมักจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย

3. สีและกลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียกมีลักษณะอย่างไร

ตอบ สีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก มีสีน้ำตาลแดง

กลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก มีกลิ่นคล้ายน้ำตาลออกเปรี้ยว

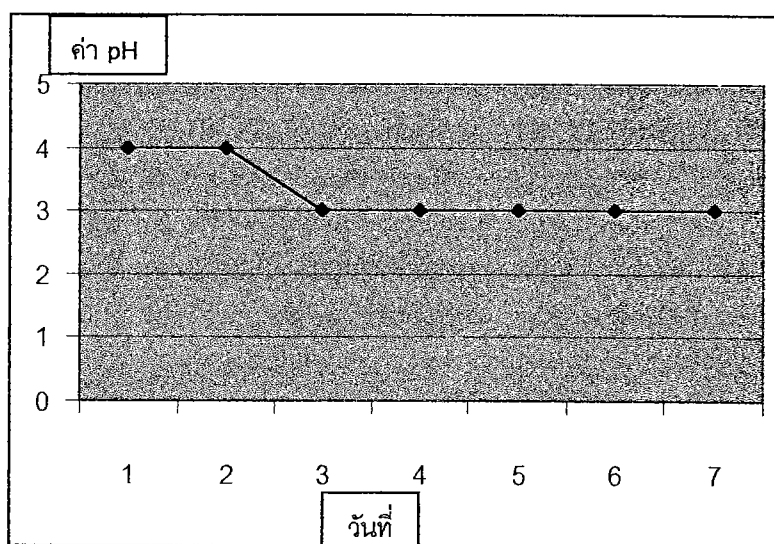
4. นักเรียนคิดว่า น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

ตอบ 1. เป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายวัสดุธรรมชาติเพื่อเป็นปุ๋ยหมักต่อไป

2. เป็นปุ๋ยน้ำเพื่อช่วยบำรุงดินให้แก่พืช
3. เป็นสารป้องกันแมลง

5. ให้นักเรียนเขียนกราฟ แสดงค่า pH และอุณหภูมิ ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

ตัวอย่างกราฟแสดงค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก



คำแนะนำเพิ่มเติม

1. ในการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องนี้ไม่ควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อาจทำการทดลองบริเวณเรือนเกษตรของโรงเรียน หรือบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทเพราะในช่วงการหมักเมื่อนักเรียนวัดอุณหภูมิและค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพ และในการกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดเมื่อหมักครบ 7 วัน อาจมีกลิ่น

รบกวนนักเรียนห้องอื่นๆ

2. ผลการทดลองที่มีในคู่มือคู่มือนี้เป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เพื่อศึกษาการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ ได้แก่ มูลวัว มูลเป็ด มูลไก่

จุดประสงค์การทดลอง เมื่อทำการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. สรุปขั้นตอนการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ได้
2. อธิบายลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ได้
3. บอกประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที (2 คาบ)

อภิปรายก่อนการทดลอง 20 นาที

ทดลอง 50 นาที

อภิปรายหลังการทดลอง 30 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวน / กลุ่ม)

1. ภาชนะที่ใช้ในการหมักที่มีฝาปิดสนิทขนาดปริมาตร 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 3 ใบ
2. มูลวัว 1 กิโลกรัม
3. มูลเป็ด 1 กิโลกรัม
4. มูลไก่ 1 กิโลกรัม
5. กากน้ำตาล 3 กิโลกรัม
6. เทอร์โมมิเตอร์ 1 อัน
7. แท่งแก้วคนสาร 1 อัน
8. กระต่ายยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
9. เครื่องชั่ง
10. บีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร 3 ใบ
11. หลอดฉีดยา 1 อัน
12. ถังขนาด 24 x 30 เซนติเมตร 3 ใบ
13. เชือกฟาง 1 ม้วน
14. ผ้าขาวบาง 1 ผืน

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. ครูเตรียมชั่งกากน้ำตาลถ่วงละ 1 กิโลกรัม เพราะกากน้ำตาลเหนียวถ้าให้นักเรียนชั่งอาจใช้เวลา นานและทำให้เปื้อนและอะเทอะเสื้อผ้า

2. การนำมูลวัว มูลเป็ด มูลไก่ มาหมักต้องตากแดดให้แห้งก่อน ถ้านำมูลสัตว์ที่เปียกมาหมักจะทำให้มีกลิ่นเหม็นและอาจมีเชื้อโรคปนอยู่มาก

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. เตือนนักเรียนให้ทำการทดลองด้วยความระมัดระวังเพราะกากน้ำตาลและมูลสัตว์อาจทำให้เลอะเทอะเปื้อนเสื้อผ้า
2. ในการตวงมูลสัตว์มาชั่งควรตักค่อยๆไม่ให้ฝุ่นฟุ้งกระจายและนำผ้าปิดจมูกไว้ เพราะถ้าสูดดมกลิ่นของมูลสัตว์รวมทั้งฝุ่นเข้าไป อาจมีเชื้อโรคปะปนมากับมูลสัตว์
3. การคลุกกากน้ำตาลหมักกับมูลสัตว์ เมื่อเติมน้ำลงไปควรใช้ไม้คนให้กากน้ำตาลและมูลสัตว์เข้ากันก่อนจึงปิดฝาภาชนะ
4. การวัดอุณหภูมิและค่า pH ต้องวัดในช่วงเวลาเดียวกัน
5. ในการสังเกตกลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ให้ใช้มือปิดกั้นจมูก ไม่ควรสูดดมกลิ่นในถังหมักโดยตรงเพราะอาจมีเชื้อโรคปนอยู่
6. การกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดเมื่อหมักครบ 7 วัน บอกให้นักเรียนนำไปกรองในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทและกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดไม่ต้องเติมน้ำเพราะเมื่อตั้งทิ้งไว้จะเกิดก๊าซภายในขวด เมื่อเปิดฝาขวดให้เปิดด้วยความระมัดระวังเพราะน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์จะมีแรงดันของก๊าซดันออกมา มากกว่าน้ำสกัดชีวภาพชนิดอื่นๆ ทำให้เปื้อนเสื้อผ้าและมีกลิ่นรบกวน

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะสูงขึ้นเรื่อยๆ
2. ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะต่ำลงเรื่อยๆ
3. อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศ
4. อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพในช่วงหมักจะต่ำกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศ

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 1 ลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

วันที่	น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์								
	มูลวัว			มูลเป็ด			มูลไก่		
	อุณหภูมิ (C°)		pH	อุณหภูมิ (C°)		pH	อุณหภูมิ (C°)		pH
	ห้อง	น้ำสกัด		ห้อง	น้ำสกัด		ห้อง	น้ำสกัด	
เริ่มทดลอง	29	29	6.43	29	29	5.59	29	29	5.27
1	29	29	5.77	29	30	4.83	29	30	4.77
2	29	30	4.53	29	31	4.81	29	30	4.06
3	28	29	4.23	28	29	4.80	28	29	3.88
4	29	30	4.08	29	30	4.79	29	30	3.73
5	30	31	3.98	29	30	4.78	29	30	3.53
6	30	32	3.90	30	32	4.77	30	30	3.34
7	30	30	3.89	30	30	4.75	30	30	3.30

* หมายเหตุ ค่า pH เป็นจุดทศนิยมเพราะใช้เครื่อง pH meter วัด แต่ค่า pH โดยใช้กระดาษ
ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์วัดจะเป็นจำนวนเต็ม

ตาราง 2 ลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ หลังจากหมักแล้วเป็นเวลา 7 วัน

มูลสัตว์ต่างๆ	ลักษณะทางกายภาพ	
	สี	กลิ่น
มูลวัว	น้ำตาลดำ	คล้ายน้ำตาลไหม้
มูลเป็ด	น้ำตาลดำ	คล้ายน้ำตาลไหม้
มูลไก่	น้ำตาลดำ	คล้ายน้ำตาลไหม้

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

1. ขั้นตอนการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ทำได้โดยนำมูลสัตว์ ได้แก่ มูลวัว มูลเป็ด มูลไก่ มาหมักกับกากน้ำตาล อัตราส่วนของมูลสัตว์ต่อกากน้ำตาลเท่ากับ 1 : 1 หมักในสภาพที่ไม่มีอากาศ โดยหมักในภาชนะที่มีฝาปิดตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดและอากาศถ่ายเทประมาณ 3 – 7 วัน จะเกิดของเหลวชั้นสีน้ำตาล

2. ลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ ได้แก่ สีและกลิ่น หลังจากหมักแล้วเป็นเวลา 7 วัน ดังนี้

2.1 สีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดมีสีน้ำตาลดำ

2.2 กลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดมีกลิ่นคล้ายน้ำตาลไหม้

3. ลักษณะทางเคมีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ อุณหภูมิและ ค่า pH มีลักษณะดังนี้

3.1 อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดในช่วงหมักจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย

3.2 ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดในช่วงหมักจะต่ำลงเรื่อยๆ

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4

1. ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ อยู่ในช่วงใด จงอธิบาย

ตอบ ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลวัว อยู่ในช่วง 6 – 4

ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลเป็ด อยู่ในช่วง 6 – 5

ค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลไก่ อยู่ในช่วง 5 – 3

แสดงว่าค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์จะลดลงเรื่อยๆ

2. อุณหภูมิ ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ เป็นอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ อุณหภูมิของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดในช่วงหมักจะเท่ากับหรือสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศเล็กน้อย

3. สีและกลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์มี ลักษณะอย่างไร

ตอบ สีของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดมีสีน้ำตาลดำ

กลิ่นของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดมีกลิ่นคล้ายน้ำตาลไหม้

4. นักเรียนคิดว่า น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

ตอบ 1. เป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายวัสดุธรรมชาติเพื่อเป็นปุ๋ยหมักต่อไป

2. เป็นปุ๋ยน้ำเพื่อช่วยบำรุงดินให้แก่พืช

3. เป็นสารป้องกันแมลง

5. นักเรียนคิดว่านอกจากมูลสัตว์ที่นำมาหมักน้ำสกัดชีวภาพในการทดลองแล้ว ในท้องถิ่นของนักเรียนมี ส่วนประกอบของสัตว์ชนิดใดบ้าง สามารถนำมาหมักน้ำสกัดชีวภาพได้อีก (อย่างน้อย 10 อย่าง)

ตอบ 1. หอยเชอรี่

2. ปู

3. เศษปลาต่างๆ

4. หอยขม

5. กุ้ง

6. มูลสุกร

7. มูลควาย

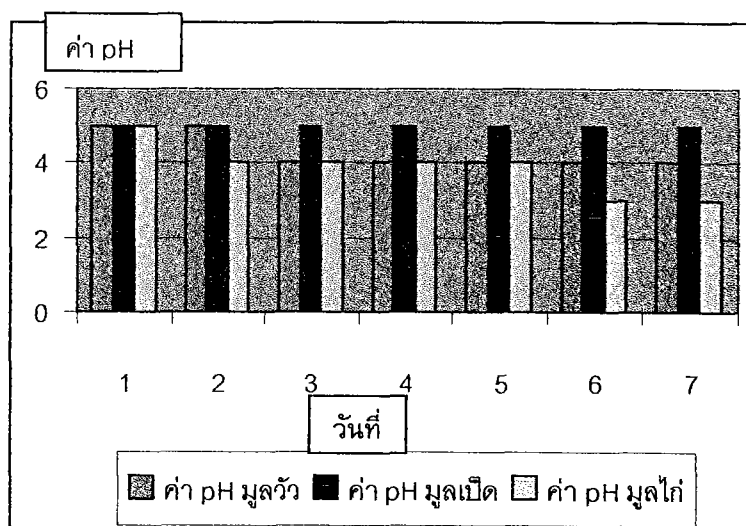
8. มูลแพะ

9. มูลนก

10. มูลค้างคาว

6. ให้นักเรียนเขียนแผนภูมิเปรียบเทียบ ค่า pH และอุณหภูมิ ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ชนิดต่างๆ

ตัวอย่างแผนภูมิเปรียบเทียบแสดงค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลสัตว์ชนิดต่างๆ



คำแนะนำเพิ่มเติม

1. ในการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องนี้ไม่ควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อาจทำการทดลองบริเวณเรือนเกษตรของโรงเรียน หรือบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทเพราะในช่วงการหมักเมื่อนักเรียนวัดอุณหภูมิและค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพ และในการกรองน้ำสกัดชีวภาพใส่ขวดเมื่อหมักครบ 7 วัน อาจมีกลิ่นรบกวนนักเรียนห้องอื่นๆ
2. ในการหมักน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ อาจจะใช้มูลสัตว์ชนิดอื่นๆหรือส่วนของสัตว์ที่มีในท้องถิ่นของผู้สอน ผลการทดลองที่มีในคู่มือคู่นี้เป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5
เรื่อง การหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เพื่อศึกษาการหมักวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว ด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นในระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 1 และ 10 โดยปริมาตร

จุดประสงค์การทดลอง เมื่อทำการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. สรุปกระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบบมีอากาศและไม่มีอากาศได้
2. อธิบายขั้นตอนการวัดการสลายตัวของวัสดุธรรมชาติได้
3. บอกประโยชน์ของปุ๋ยหมักได้

เวลาที่ใช้ 200 นาที (4 คาบ)

อภิปรายก่อนการทดลอง 20 นาที

ทดลอง 130 นาที

อภิปรายหลังการทดลอง 30 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวน / กลุ่ม)

- | | |
|---|---------------|
| 1. ภาชนะ (ถังพลาสติก) ขนาดปริมาตร 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 42 ใบ |
| 2. ตาชั่งขนาด 30 x 45 เซนติเมตร | 42 แผ่น |
| 3. ถังพลาสติกขนาด 24 x 30 เซนติเมตร | 42 ใบ |
| 4. เครื่องชั่ง | |
| 5. น้ำ | |
| 6. บีกเกอร์ขนาด 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 3 ใบ |
| 7. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 3 ใบ |
| 8. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร | 1 ใบ |
| 9. หลอดฉีดยา | 3 อัน |
| 10. แห้งแก้วคนสาร | 3 อัน |
| 11. ใบอ้อยหั่นหั่นยาวขนาด 3 เซนติเมตร | 11.5 กิโลกรัม |
| 12. ฟางข้าวหั่นหั่นยาวขนาด 3 เซนติเมตร | 11.5 กิโลกรัม |
| 13. น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช จากขยะเปียกและจากสัตว์ ชนิดละ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร | |
| 14. เชือกฟาง | 1 ม้วน |
| 15. กะละมัง | 1 ใบ |

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. ครูให้นักเรียนเตรียมใบอ้อย และฟางข้าว ที่สดมาทำการหมักโดยหั่นเป็นชิ้นเล็กๆยาวประมาณ 3 เซนติเมตรมาให้เรียบร้อย

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูอธิบายการผูกวางตาข่ายกับถังหมัก อย่าให้ตาข่ายหย่อนถึงก้นภาชนะเพราะจะทำให้วัสดุธรรมชาติสัมผัสกับน้ำที่เกิดจากการย่อยสลายวัสดุธรรมชาติ
2. ครูอธิบายการเตรียมน้ำสกัดชีวภาพที่ระดับความเข้มข้นต่างๆดังนี้
 - 2.1 ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำได้โดยนำน้ำสกัดชีวภาพปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรมาผสมกับน้ำจืดมีปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - 2.2 ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำได้โดยนำน้ำสกัดชีวภาพปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรมาผสมกับน้ำจืดมีปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - 2.3 ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำได้โดยนำน้ำสกัดชีวภาพปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรมาผสมกับน้ำจืดมีปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. เมื่อหมักครบ 13 วันให้นำพลาสติกที่หุ้มออกและเปิดฝาภาชนะและตั้งทิ้งไว้กลางแดดจนถึงวันที่ 15
4. ในการชั่งน้ำหนักของวัสดุธรรมชาติหลังจากหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพเป็นเวลา 15 วันให้นำวัสดุธรรมชาติออกจากภาชนะใส่ถุงแล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนัก

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. หลังจากการหมักวัสดุธรรมชาติด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นน้ำหนักของวัสดุธรรมชาติจะลดลง
2. หลังจากการหมักวัสดุธรรมชาติด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นน้ำหนักของวัสดุธรรมชาติจะเพิ่มขึ้น
3. ความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพที่ระดับต่างกันมีผลต่อการย่อยสลายวัสดุธรรมชาติ
4. ความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพที่ระดับต่างกันไม่มีผลต่อการย่อยสลายวัสดุธรรมชาติ

ตัวอย่างผลการทดลอง

น้ำสกัดชีวภาพ		น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติ (กรัม)						
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดย ปริมาตร)	ใบอ้อย			ฟางข้าว		
			ก่อน หมัก	หลัง หมัก	น้ำหนัก ลดลง	ก่อน หมัก	หลัง หมัก	น้ำหนัก ลดลง
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1	500	330	170	500	380	120
		1	500	320	180	500	360	140
		10	500	300	200	500	350	150
	ฟางข้าว	0.1	500	390	110	500	390	110
		1	500	370	130	500	370	130
		10	500	360	140	500	360	140
	เศษพืชผัก	0.1	500	380	120	500	320	180
		1	500	350	150	500	320	180
		10	500	330	170	500	310	190
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1	500	370	130	500	350	150
		1	500	360	140	500	340	160
		10	500	340	160	500	330	170
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1	500	330	170	500	355	145
		1	500	325	175	500	340	160
		10	500	320	180	500	335	165
	มูลเป็ด	0.1	500	360	140	500	385	115
		1	500	350	150	500	370	130
		10	500	345	155	500	360	140
	มูลไก่	0.1	500	330	170	500	325	175
		1	500	320	180	500	310	190
		10	500	300	200	500	300	200

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

- กระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบ่งเป็น 2 แบบ คือ กระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบบมีอากาศและกระบวนการเกิดปุ๋ยหมักแบบไม่มีอากาศ ปุ๋ยหมักทำได้โดยนำวัสดุธรรมชาติได้แก่ ใบอ้อย ฟางข้าว มาหมักกับน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช ขยะเปียก และจากสัตว์ในสภาพที่ไม่ใช้อากาศและใช้อากาศเป็นเวลา 15 วัน หลังจากนั้นใบอ้อยและฟางข้าวจะเกิดการย่อยสลายและกลายเป็นปุ๋ยหมักต่อไป
- การวัดการสลายตัวของใบอ้อยและฟางข้าว ทำได้โดยการชั่งน้ำหนักของใบอ้อยและฟางข้าว

ก่อนและหลังจากหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพนำมาเปรียบเทียบกัน จากผลการทดลองพบว่าน้ำหนักของใบอ้อยและฟางข้าวหลังจากการหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพลดลงแสดงว่าใบอ้อยและฟางข้าวเกิดการย่อยสลาย

3. การหมักใบอ้อยและฟางข้าวด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน จากผลการทดลองพบว่าน้ำหนักของใบอ้อยและฟางข้าวหลังหมักลดลงแตกต่างกัน แสดงว่าความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพที่ระดับต่างกันมีผลต่อการย่อยสลายวัสดุธรรมชาติ กล่าวคือความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพร้อยละ 10 โดยปริมาตรมีผลทำให้วัสดุธรรมชาติหลังหมักมีน้ำหนักลดลงมากที่สุด

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5

1. จากผลการทดลอง นักเรียนคิดว่า น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติ หลังจากหมักเป็นเวลา 15 วัน เป็นอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ น้ำหนักของใบอ้อยและฟางข้าว หลังจากการหมักเป็นเวลา 15 วัน จะลดลง

2. จากข้อ 1 นักเรียนคิดว่า น้ำหนักของวัสดุธรรมชาติที่เป็นเช่นนั้น เกิดจากสาเหตุใด จงอธิบาย

ตอบ น้ำหนักของใบอ้อยและฟางข้าวที่ลดลง เพราะเกิดจากการย่อยสลายทางชีวภาพของใบอ้อยและฟางข้าวด้วยจุลินทรีย์

3. นอกจากวัสดุธรรมชาติที่ใช้ในการทดลอง (ใบอ้อยและฟางข้าว) นักเรียนคิดว่า ในท้องถิ่นของนักเรียน ยังมีวัสดุธรรมชาติชนิดใดอีกบ้าง ที่จะนำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก (อย่างน้อย 10 ชนิด)

ตอบ 1. ผักตบชวา 2. ต้นกล้วย 3. ใบตอง 4. เศษหญ้าสด 5. แกลบ 6. ต้นข้าวโพด

7. ใบมันสำปะหลัง 8. ชังข้าวโพด 9. ชานอ้อย 10. เปลือกสับปะรด

4. การวัดการสลายตัวของวัสดุธรรมชาติ นอกจากวิธีการชั่งน้ำหนักแล้ว นักเรียนคิดว่ามีวิธีการใดอีกบ้าง จงอธิบายวิธีการอย่างสั้น ๆ

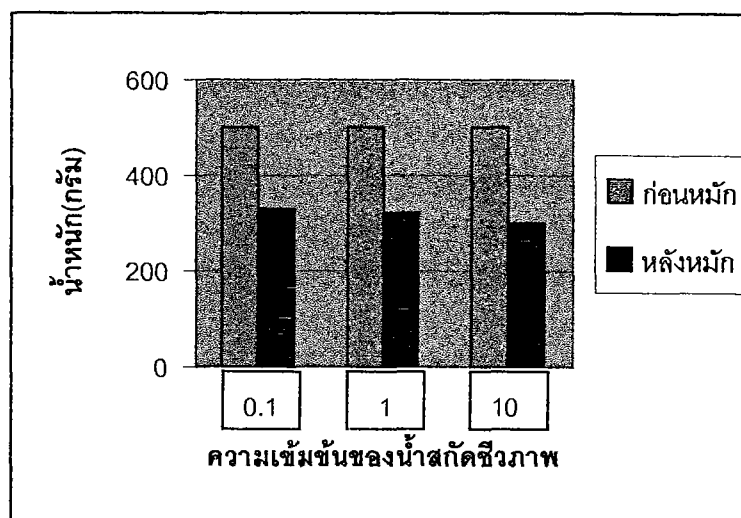
ตอบ วัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกมา

5. นักเรียนคิดว่า จะนำปุ๋ยหมักไปใช้ประโยชน์อย่างไร

ตอบ ใส่ต้นไม้บำรุงดิน ช่วยให้ต้นไม้เจริญเติบโต

6. นักเรียนเขียนแผนภูมิเปรียบเทียบน้ำหนักของวัสดุธรรมชาติก่อนการหมักและหลังการหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ตัวอย่างแผนภูมิเปรียบเทียบแสดงน้ำหนักของใบอ้อยก่อนและหลังหมักด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากมูลไก่ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน



คำแนะนำเพิ่มเติม

1. ในการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องนี้ไม่ควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อาจทำการทดลองบริเวณเรือนเกษตรของโรงเรียน หรือบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทและต้องใช้พื้นที่กว้างๆในการทำปฏิบัติการทดลอง ครูอาจให้นักเรียนหมักวัสดุธรรมชาติด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้นแต่ละกลุ่มไม่เหมือนกันเพราะถ้าทุกกลุ่มทำการหมักครบจะต้องใช้ถังหมักถึงกลุ่มละ 42 ใบ
2. วัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น อาจใช้พืชชนิดอื่นๆที่มีในท้องถิ่นของผู้สอน ผลการทดลองที่มีในคู่มือครูนี้เป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6
เรื่อง การตรวจสอบธาตุไนโตรเจน(N), ฟอสฟอรัส(P), โพแทสเซียม(K) ในปุ๋ยหมัก

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เพื่อศึกษาการตรวจสอบธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักใบ
 อ้อย และฟางข้าวด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตขึ้น

จุดประสงค์การทดลอง เมื่อทำการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่มีต่อพืชได้
2. สรุปขั้นตอนการตรวจสอบการมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักได้

เวลาที่ใช้ 100 นาที (2 คาบ)

อภิปรายก่อนการทดลอง 20 นาที

ทดลอง 50 นาที

อภิปรายหลังการทดลอง 30 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวน / กลุ่ม)

1. ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 หั่นละเอียดอย่างละ 5 ช้อนเบอร์ 1
2. กรดไนตริกเจือจาง (HNO_3) เข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร 450 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4) 21 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. แอมโมเนียมโมลิบเดต($(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$) เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร 11 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5. เฟอรัสซัลเฟต (FeSO_4) 21 ช้อนเบอร์ 1
6. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl) 84 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. โพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3) เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. ลวดนิกโครมยาว 15 เซนติเมตร
9. หลอดหยด 2 อัน
10. บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร 5 ใบ
11. บีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร 2 ใบ
12. ที่จับหลอดทดลอง 1 อัน
13. แท่งแก้วคนสาร 2 อัน
14. ช้อนตักสารเบอร์ 1 1 อัน
15. หลอดทดลองขนาดเล็ก 4 หลอด
16. ผ้าขาวบาง 1 ผืน
17. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมกะบังลม 1 ชุด

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. เตรียมสารละลายกรดไนตริกเจือจาง 25 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยผสมกรดไนตริกเข้มข้นปริมาตร 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในน้ำให้ได้ปริมาตร 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. เตรียมสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดตเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต 4.9 กรัม ในน้ำให้ได้ปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. เตรียมสารละลายโพแทสเซียมไนเตรดเข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยละลายโพแทสเซียมไนเตรด 2.5 กรัม ในน้ำให้ได้ปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. เตือนให้นักเรียนทำการทดลองด้วยความระมัดระวัง เพราะกรดเป็นสารเคมีที่อันตรายเมื่อถูกผิวหนังจะทำให้เกิดการระคายเคือง ถ้าเข้าตาอาจทำให้ตาบอดได้
2. การต้มกรดไนตริกจะมีไอของกรดเกิดขึ้นระงอย่าสูดดมไอเข้าไป ให้ใช้ผ้าปิดจมูกไว้
3. ในการเตรียมสารละลายปุ๋ยหมักให้สวมถุงมือยางด้วย อย่าให้สารละลายปุ๋ยหมักสัมผัสกับผิวหนังและมือเพราะจะทำให้ล้างไม่ออกและมีอาการระคายเคืองผิวหนัง
4. เตือนนักเรียนอย่าเทน้ำลงในกรดเพราะจะทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงอาจเป็นอันตรายต่อนักเรียนได้
5. ในการทดสอบธาตุฟอสฟอรัสเมื่อหยดสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดตลงในหลอดทดลองให้น้ำหลอดทดลองจุ่มในน้ำอุ่น อย่าจุ่มในน้ำเดือดเพราะจะทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี
6. การล้างหลอดนิโครมด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นแล้วนำไปเผาด้วยเปลวไฟบนตะเกียงแอลกอฮอล์ควรทำอย่างน้อย 2 ครั้ง เพราะจะทำให้หลอดนิโครมสะอาด

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. การตรวจสอบธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมักด้วยปฏิกิริยาดกตะกอนจะเกิดวงแหวนสีน้ำตาลขึ้น
2. การตรวจสอบธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักด้วยปฏิกิริยาดกตะกอนจะเกิดตะกอนสีเหลือง
3. การตรวจสอบธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักด้วยเปลวไฟจะเกิดเปลวไฟสีม่วง
4. ปุ๋ยหมักที่นำมาตรวจสอบจะมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมประกอบอยู่ด้วย

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 1 การตรวจสอบธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักจากน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ			การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นหลังจากหยดกรดซัลฟิวริก ลงไปในห้องทดลองและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาที	
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดย ปริมาตร)	ปุ๋ยหมักจากใบอ้อย	ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
	ฟางข้าว	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
	เศษพืชผัก	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
	มูลเป็ด	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
	มูลไก่	0.1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		1	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล
		10	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล	เกิดวงแหวนสีน้ำตาล

ตาราง 2 การตรวจสอบธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักจากน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ			การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นหลังจากนำหลอดทดลองไปจุ่มในน้ำอุ่นเป็นเวลา 3 นาที	
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดยปริมาตร)	ปุ๋ยหมักจากใบอ้อย	ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว
น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
	ฟางข้าว	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
	เศษพืชผัก	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
	มูลเป็ด	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
	มูลไก่	0.1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		1	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง
		10	เกิดตะกอนสีเหลือง	เกิดตะกอนสีเหลือง

ตาราง 3 แสดงการตรวจสอบธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักจากน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ			สีของเปลวไฟเมื่อนำลวดนิโครมที่จุ่มในสารละลาย ปุ๋ยหมักไปเผาด้วยเปลวไฟ	
ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		ความเข้มข้น (ร้อยละโดย ปริมาตร)	ปุ๋ยหมักจากใบอ้อย	ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากพืช	ใบอ้อย	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
	ฟางข้าว	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
	เศษพืชผัก	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากขยะ	ขยะ	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
น้ำสกัด ชีวภาพที่ ผลิตจากสัตว์	มูลวัว	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
	มูลเป็ด	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง
	มูลไก่	0.1	สีม่วง	สีม่วง
		1	สีม่วง	สีม่วง
		10	สีม่วง	สีม่วง

สีของเปลวไฟเมื่อนำลวดนิโครมที่จุ่มสารละลายโพแทสเซียมในเตรดไปเผาด้วยเปลวไฟ ได้แก่
สีม่วง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ดังนี้

1. การตรวจสอบธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมักสามารถทำได้โดยปฏิกิริยาคตะกอน จะเกิดวงแหวนสีน้ำตาล จากผลการทดลองพบว่าทุกหลอดทดลองจะเกิดวงแหวนสีน้ำตาล แสดงว่าในปุ๋ยหมักที่นำมาตรวจสอบทุกชนิดมีธาตุไนโตรเจนประกอบอยู่
2. การตรวจสอบธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักสามารถทำได้โดยปฏิกิริยาคตะกอน จะเกิดตะกอนสีเหลืองจากผลการทดลองพบว่าทุกหลอดทดลองจะเกิดตะกอนสีเหลือง แสดงว่าในปุ๋ยหมักที่นำมาตรวจสอบทุกชนิดมีธาตุฟอสฟอรัสประกอบอยู่
3. การตรวจสอบธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักสามารถทำได้โดยเปลวไฟ จะเกิดเปลวไฟสีม่วง จากผลการทดลองพบว่าทุกหลอดทดลองจะเกิดเปลวไฟสีม่วง แสดงว่าในปุ๋ยหมักที่นำมาตรวจสอบทุกชนิดมีธาตุโพแทสเซียมประกอบอยู่

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6

1. นักเรียนคิดว่า ถ้าจะใส่ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนในแปลงปลูกพืช ควรจะใส่ในช่วงใด เพราะเหตุใด
ตอบ ใส่ในช่วงที่พืชกำลังเจริญเติบโต เพราะธาตุไนโตรเจนช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบ กิ่งก้าน และลำต้น
2. นักเรียนคิดว่า ถ้าจะใส่ปุ๋ยที่มีธาตุฟอสฟอรัสในแปลงปลูกพืช ควรจะใส่ในช่วงใด เพราะเหตุใด
ตอบ ใส่ในช่วงที่พืชกำลังใกล้ผลิดอกออกผล เพราะธาตุฟอสฟอรัสช่วยบำรุงให้พืชผลิดอก
3. นักเรียนคิดว่า ถ้าจะใส่ปุ๋ยที่มีธาตุโพแทสเซียมในแปลงปลูกพืช ควรจะใส่ในช่วงใด เพราะเหตุใด
ตอบ ใส่ในช่วงที่พืชกำลังออกผล เพราะธาตุโพแทสเซียมช่วยให้ผลเจริญเติบโตเร็ว
4. นักเรียนจะนำปุ๋ยหมักที่ผลิตขึ้นไปใช้ประโยชน์อย่างไร(อย่างน้อย 5 ข้อ)
ตอบ 1. นำไปใส่ไร่อ้อย
2. นำไปใส่ไร่ข้าวโพด
3. นำไปใส่ไร่มันสำปะหลัง
4. นำไปใส่ไร่นาก่อนทำการปลูกข้าว
5. นำไปใส่พืชผักสวนครัว
5. นักเรียนคิดว่าสามารถนำหลักการตรวจสอบธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่ทำในการทดลองไปใช้ตรวจสอบอะไรได้อีกบ้าง นอกจากปุ๋ยหมักที่นักเรียนผลิตขึ้น(อย่างละ 1 ชนิด)
ตอบ นำไปตรวจสอบปุ๋ยเคมี

คำแนะนำเพิ่มเติม

ในการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องนี้ ครูอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบปุ๋ยหมักที่แตกต่างกันและนำผลการทดลองมาอภิปรายร่วมกันเพราะถ้านักเรียนทำครบทุกชนิดจะทำให้เสียเวลามากเพราะจะต้องทำถึง 42 ชนิด

ภาคผนวก ง

- ตารางสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับแบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
- ตารางสรุปความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่มตัวอย่าง 9 คน) เกี่ยวกับแบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น
- ตารางสรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ตารางสรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
- ตารางสรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนน ของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
- ตารางสรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อแบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

ตาราง 18 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.35	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.39	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.51	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.23	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.47	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.51	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.33	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.46	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.43	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.33	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.37	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.37	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.23	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.39	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.34	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6.		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.35	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.36	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.89	ดีมาก

หมายเหตุ การแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนน แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้ความหมายดังต่อไปนี้

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

ตาราง 19 สรุปความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่มตัวอย่าง 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1		
1.ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.13	ดี
2.บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.39	ดีมาก
3.เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.44	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2		
1.ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.40	ดีมาก
2.บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.47	ดีมาก
3.เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.61	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3		
1.ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.40	ดีมาก
2.บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.55	ดีมาก
3.เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.28	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4		
1.ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.53	ดีมาก
2.บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.50	ดีมาก
3.เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.56	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5		
1.ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.60	ดีมาก
2.บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.42	ดีมาก
3.เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.56	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6		
1.ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.67	ดีมาก
2.บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.47	ดีมาก
3.เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.56	ดีมาก

หมายเหตุ การแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนน แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ ให้
ความหมายดังต่อไปนี้

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

ตาราง 20 สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตาม
ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

คะแนนจากความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ								
แบบทดสอบข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม	IOC	การแปลผล
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
2	0	1	1	1	1	4	0.80	ผ่าน
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
4	0	0	1	0	1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
5	1	1	0	1	1	4	0.80	ผ่าน
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
7	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
9	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
10	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
11	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
13	1	1	0	1	1	4	0.80	ผ่าน
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
17	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
18	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
19	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
20	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
21	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
22	1	1	0	-1	1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
23	1	1	1	-1	1	3	0.60	ผ่าน
24	1	1	0	1	1	4	0.80	ผ่าน
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
27	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
28	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
29	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
30	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
31	1	1	0	1	0	3	0.60	ผ่าน
32	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
33	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน

ตาราง 20 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	คะแนนจากความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
34	1	0	0	1	0	2	0.40	ต้องปรับปรุง
35	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
36	0	1	1	1	1	4	0.80	ผ่าน
37	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
38	1	-1	1	-1	0	0	0	ต้องปรับปรุง
39	1	-1	1	-1	0	0	0	ต้องปรับปรุง
40	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
41	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
42	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
43	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
44	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
45	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
46	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
47	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
48	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
49	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
50	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
51	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
52	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
53	1	0	1	1	1	4	0.80	ผ่าน
54	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
55	1	1	0	1	1	4	0.80	ผ่าน
56	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
57	1	0	1	1	0	3	0.60	ผ่าน
58	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
59	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
60	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
61	1	1	-1	1	1	3	0.60	ผ่าน
62	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
63	1	1	0	1	1	4	0.80	ผ่าน
64	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
65	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
66	1	1	0	1	0	3	0.60	ผ่าน

ตาราง 20 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	คะแนนจากความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
67	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
68	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
69	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
70	1	1	0	1	1	4	0.80	ผ่าน
71	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
72	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
73	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
74	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
75	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
76	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
77	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
78	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
79	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
80	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน

ตาราง 21 สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรม
ที่ต้องการวัด

รายการที่ประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การแปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							
	1	2	3	4	5			
1. การวางแผนการทดลอง								
- มีการปรึกษาหารือ (กับผู้ที่เกี่ยวข้อง) เพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอนการทดลอง	1	1	1	1	0	4	0.8	ผ่าน
- มีการวางแผนการทดลองได้อย่างเหมาะสม	1	1	1	1	0	4	0.8	ผ่าน
- มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับผู้ร่วมการทดลองอย่างเหมาะสมและชัดเจน	1	1	1	1	0	4	0.8	ผ่าน
- มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาขณะทำการทดลองอย่างเหมาะสม	0	1	1	1	0	3	0.6	ผ่าน
2. การปฏิบัติการทดลอง								
2.1 ด้านเทคนิคการทดลอง								
- ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี เป็นขั้นตอนไม่สับสน	1	1	1	1	1	5	1.0	ผ่าน
- ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1.0	ผ่าน
- อ่านค่าและตรวจสอบได้ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1.0	ผ่าน
- ทำการทดลองอย่างระมัดระวังและปลอดภัย	1	1	1	1	1	5	1.0	ผ่าน
2.2 ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง								
- ปฏิบัติการทดลองอย่างคล่องแคล่ว	1	1	1	1	1	5	1.0	ผ่าน
- ปฏิบัติการทดลองอย่างถูกต้องสมบูรณ์	1	1	1	1	1	5	1.0	ผ่าน
- มีความมั่นใจในขณะที่ปฏิบัติการทดลอง	1	1	1	1	0	4	0.8	ผ่าน
- ทำการทดลองได้ทันเวลาที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1.0	ผ่าน
2.3 ด้านความสะอาด								
- จัดพื้นที่สำหรับการทดลองเรียบร้อยเหมาะสมและเพียงพอ	1	1	1	1	1	5	1.0	ผ่าน
- จัดวางอุปกรณ์เครื่องใช้ให้ใช้ได้สะดวกขณะทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.0	ผ่าน
- เก็บอุปกรณ์เครื่องใช้หลังทดลองได้ถูกวิธี	1	1	1	1	1	5	1.0	ผ่าน
- ทำความสะอาดพื้นที่และอุปกรณ์ได้อย่างสะอาดเรียบร้อย	1	1	1	1	1	5	1.0	ผ่าน

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						รวม	IOC	การแปรผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่								
	1	2	3	4	5				
3. การจัดทำรายงานการทดลอง									
- จุดประสงค์การทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.0		ผ่าน
- สมมติฐาน	1	1	1	1	1	5	1.0		ผ่าน
- ผลการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.0		ผ่าน
- สรุปผลการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.0		ผ่าน
- คำถามท้ายการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.0		ผ่าน

ตาราง 22 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแบบประเมินทักษะ
ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

รายการที่ประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ											
	คนที่ 1		คนที่ 2		คนที่ 3		คนที่ 4		คนที่ 5		สรุป	
	ข้อ	ได้แก่	ข้อ	ได้แก่	ข้อ	ได้แก่	ข้อ	ได้แก่	ข้อ	ได้แก่	ข้อ	ได้แก่
1. การวางแผนการทดลอง												
<u>การให้คะแนน</u>												
4 คะแนน	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4
3 คะแนน	3	2,3,4	3	2,3,4	3	2,3,4	3	2,3,4	3	1,2,3	3	2,3,4
2 คะแนน	2	2,4	3	1,3,4	2	2,4	2	2,4	2	1,2	2	2,4
1 คะแนน	1	4	2	2,4	1	2	1	2	1	2	1	2
2. การปฏิบัติการทดลอง												
2.1 เทคนิคการทดลอง												
<u>การให้คะแนน</u>												
4 คะแนน	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4
3 คะแนน	3	2,3,4	3	1,3,4	3	2,3,4	3	2,3,4	3	1,2,4	3	2,3,4
2 คะแนน	2	1,4	3	2,3,4	2	1,4	2	1,4	2	1,2	2	1,4
1 คะแนน	1	4	2	2,3	1	1	1	1	1	1	1	1
2.2 ความคล่องแคล่ว												
<u>การให้คะแนน</u>												
4 คะแนน	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4
3 คะแนน	3	1,2,4	3	1,2,4	3	1,2,4	3	1,3,4	3	1,2,3	3	1,2,4
2 คะแนน	2	2,4	2	1,2	2	1,2	2	1,4	2	1,2	2	1,2
1 คะแนน	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2
2.3 ความสะอาด												
<u>การให้คะแนน</u>												
4 คะแนน	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4
3 คะแนน	3	2,3,4	3	2,3,4	3	2,3,4	3	1,3,4	3	1,2,3	3	2,3,4
2 คะแนน	2	2,4	3	1,3,4	2	2,4	2	1,3	2	1,2	2	2,4
1 คะแนน	1	3	2	2,4	1	2	1	1	1	2	1	2
3.การจัดทำรายงาน												
<u>การให้คะแนน</u>												
4 คะแนน	5	1 - 5	5	1 - 5	5	1 - 5	5	1 - 5	5	1 - 5	5	1 - 5
3 คะแนน	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4	4	1,2,3,4
2 คะแนน	3	1,3,5	3	1,2,4	3	1,2,4	2	3,4	3	1,2,4	3	1,2,4
1 คะแนน	2	1,4	2	2,3	2	2,4	1	3	2	2,4	2	2,4

ตาราง 23 สรุปค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ข้อที่	คะแนนจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
2	1	1	1	1	0	4	0.80	ผ่าน
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
7	1	0	1	1	1	4	0.80	ผ่าน
8	1	1	1	0	1	4	0.80	ผ่าน
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
10	1	0	1	1	1	4	0.80	ผ่าน
11	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
13	1	0	1	1	1	4	0.80	ผ่าน
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
17	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
18	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
19	1	0	1	0	1	3	0.60	ผ่าน
20	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
21	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
22	1	0	1	1	1	4	0.80	ผ่าน
23	1	0	1	1	1	4	0.80	ผ่าน
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ผ่าน
25	1	0	1	1	1	4	0.80	ผ่าน
26	1	1	1	0	1	4	0.80	ผ่าน
27	1	1	1	0	1	4	0.80	ผ่าน
28	1	0	1	1	1	4	0.80	ผ่าน
29	1	0	1	1	1	4	0.80	ผ่าน
30	1	0	1	1	1	4	0.80	ผ่าน

ภาคผนวก จ

- ตารางแสดงข้อมูลคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใน การทดสอบนักเรียน 100 คน จำนวน 80 ข้อ
- ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 24 แสดงข้อมูลคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 80 ข้อ

นร.คนที่	คะแนนรวม	นร.คนที่	คะแนนรวม	นร.คนที่	คะแนนรวม	นร.คนที่	คะแนนรวม
1	55	26	45	51	38	76	31
2	54	27	45	52	37	77	30
3	53	28	44	53	37	78	30
4	52	29	44	54	36	79	30
5	52	30	44	55	36	80	30
6	51	31	44	56	36	81	30
7	51	32	43	57	35	82	29
8	51	33	43	58	35	83	29
9	49	34	43	59	35	84	29
10	49	35	43	60	35	85	29
11	48	36	43	61	35	86	28
12	47	37	42	62	35	87	28
13	46	38	42	63	34	88	28
14	46	39	42	64	34	89	27
15	46	40	42	65	34	90	27
16	46	41	42	66	34	91	26
17	45	42	42	67	34	92	26
18	45	43	41	68	34	93	26
19	45	44	41	69	33	94	26
20	45	45	41	70	33	95	24
21	45	46	41	71	32	96	24
22	45	47	40	72	32	97	24
23	45	48	40	73	32	98	23
24	45	49	39	74	31	99	23
25	45	50	39	75	31	100	23
				$\sum X = 3794$			
				$\sum X^2 = 150736$			

ตาราง 25 แสดงความแปรปรวนรายข้อ คะแนนของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ค่าความยาก – ง่าย
 คำอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 27) X	กลุ่มต่ำ (n = 27) X	p	r	ข้อที่เลือก	ค่าความแปรปรวน รายข้อของข้อสอบที่ ผ่านการคัดเลือก
1*	.2275	22	14	.67	.30	✓	.2275
2*	.2275	23	11	.63	.44	✓	.2275
3	.2139	10	7	.31	.11	-	-
4	.0564	0	.07	-.15	.06	-	-
5*	.2331	13	7	.37	.22	✓	.2331
6	.0900	25	21	.85	.15	-	-
7	.1971	16	16	.59	0	-	-
8	.1344	24	19	.80	.19	-	-
9*	.2475	21	6	.50	.56	✓	.2475
10*	.2356	19	4	.43	.56	✓	.2356
11	.1875	8	3	.20	.19	-	-
12	.2059	21	16	.69	.19	-	-
13*	.2059	25	14	.72	.20	✓	.2059
14	.2304	19	19	.70	0	-	-
15*	.1771	25	18	.80	.26	✓	.1771
16*	.1716	27	16	.80	.41	✓	.1716
17	.1275	2	6	.15	-.15	-	-
18*	.2244	25	9	.63	.60	✓	.2244
19	.2211	20	15	.65	.19	-	-
20*	.2211	14	6	.37	.30	✓	.2211
21*	.2436	17	7	.44	.37	✓	.2436
22	.1716	7	9	.30	-.07	-	-
23	.1716	21	17	.70	.15	-	-
24	.2016	5	9	.26	.15	-	-
25	.2016	21	20	.76	.04	-	-
26*	.1131	25	18	.80	.26	✓	.1131
27*	.2304	15	5	.37	.37	✓	.2304
28*	.1771	24	16	.74	.30	✓	.1771
29	.1659	23	20	.80	.11	-	-
30*	.2059	26	12	.70	.52	✓	.2059
31	.2176	7	10	.31	-.11	-	-
32*	.2304	11	5	.30	.22	✓	.2304

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 27) X	กลุ่มต่ำ (n = 27) X	p	r	ข้อที่เลือก	ค่าความแปรปรวน รายชื่อของข้อสอบที่ ผ่านการคัดเลือก
33*	.2436	19	7	.48	.44	✓	.2436
34*	.1275	9	2	.20	.26	✓	.1275
35	.2244	8	8	.30	0	-	-
36	.0979	5	4	.17	.04	-	-
37*	.2100	21	14	.65	.26	✓	.2100
38	.2496	21	6	.50	.56	-	-
39	.2356	17	5	.41	.44	-	-
40*	.2436	17	8	.46	.33	✓	.2436
41*	.2500	13	7	.37	.22	✓	.2500
42*	.2451	19	10	.54	.33	✓	.2451
43*	.2475	21	9	.56	.44	✓	.2475
44	.1204	0	6	.11	-.22	-	-
45*	.2400	24	10	.63	.52	✓	.2400
46	.2275	14	8	.41	.22	-	-
47	.2484	20	11	.57	.33	-	-
48	.1875	27	11	.70	.59	-	-
49*	.2016	26	11	.69	.56	✓	.2016
50	.2451	15	11	.48	.15	-	-
51	.1204	3	6	.17	-.11	-	-
52*	.1971	25	12	.69	.48	✓	.1971
53	.1875	10	3	.24	.26	-	-
54*	.2491	19	10	.54	.33	✓	.2491
55	.2436	21	6	.50	.56	-	-
56*	.2331	16	2	.33	.52	✓	.2331
57	.1659	2	6	.15	-.15	-	-
58	.1771	6	7	.24	-.04	-	-
59*	.1875	9	2	.20	.26	✓	.1875
60*	.2211	14	4	.33	.37	✓	.2211
61	.2331	20	13	.61	.26	-	-
62*	.2436	13	7	.37	.22	✓	.2436
63*	.2016	27	10	.69	.63	✓	.2016
64*	.2464	21	9	.56	.44	✓	.2464

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	pq	กลุ่มสูง (n = 27) X	กลุ่มต่ำ (n = 27) X	p	r	ข้อที่เลือก	ค่าความแปรปรวน รายข้อของข้อสอบที่ ผ่านการคัดเลือก
65	.2211	12	9	.38	.11	-	-
66	.2484	20	10	.56	.37	-	-
67	.1056	2	7	.17	-.19	-	-
68	.1659	8	5	.24	.11	-	-
69*	.2496	19	5	.44	.52	✓	.2496
70*	.2419	25	8	.61	.63	✓	.2419
71	.2016	12	77	.35	.19	-	-
72*	.1419	11	5	.30	.22	✓	.1419
73	.2100	9	9	.33	0	-	-
74*	.1824	26	15	.76	.41	✓	.1824
75	.1971	9	6	.28	.11	-	-
76	.2451	11	11	.41	0	-	-
77*	.2139	18	4	.41	.52	✓	.2139
78*	.2499	20	5	.46	.56	✓	.2499
79	.1539	5	4	.17	.04	-	-
80*	.2496	21	8	.54	.48	✓	.2496
$\sum pq = 8.6894$							
ความแปรปรวนรวม = 16.2962							

หมายเหตุ * หมายถึง แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ค่าความยาก - ง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยได้ตัดไว้จำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบเหล่านี้เป็นข้อที่นำไปคำนวณ $\sum pq$ ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 8.69 และนำไปคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้เท่ากับ 0.90

ค่าความเชื่อมั่น (r_u) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าความแปรปรวนรวม (} S_t^2 \text{)} &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N (N - 1)} \\
 &= \frac{100(150736) - (3794)^2}{100(100 - 1)} \\
 &= \frac{679164}{9900} \\
 &= 68.60
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าความเชื่อมั่น (} r_u \text{)} &= \frac{k}{k - 1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{40}{40 - 1} \left[1 - \frac{8.69}{68.60} \right] \\
 &= \frac{40}{39} [1 - 0.13] \\
 &= 1.03 [0.87] \\
 &= 0.90
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก จ

- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
- แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทบาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้
ในท้องถิ่น

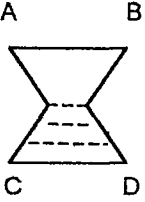
แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 ข้อ เวลา 50 นาที

คำชี้แจง

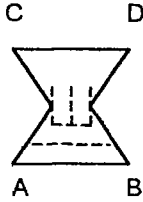
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ มี 4 ตัวเลือก มีจำนวน 40 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วเขียนเครื่องหมาย X ลงในช่องตัวเลือกในกระดาษคำตอบ
4. ห้ามขีด ทำเครื่องหมาย หรือเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. หากมีข้อสงสัยใด ๆ ให้สอบถามกรรมการคุมสอบ

1. ในการทดลองเรื่องการสังเกตการลุกไหม้ของเทียนไข ข้อใดเป็นคำตอบที่ไม่ได้เกิดจากการสังเกต
 - ก. เปลวไฟเป็นรูปรี มี 3 ชั้น
 - ข. ถ้าไม่มีก๊าซออกซิเจนเทียนจะดับ
 - ค. เทียนไขจะเริ่มละลายแล้วหยดลงตามลำเทียน
 - ง. เมื่อจุดเทียน ไขเทียนจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีดำ

2.



ทราย

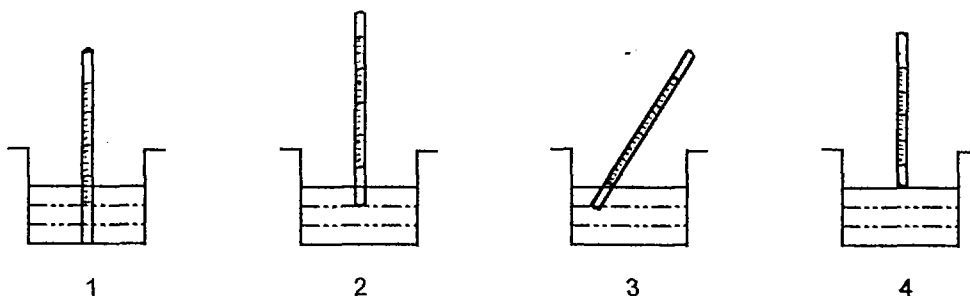


คว่ำ

จากรูปข้างต้นเป็นนาฬิกาทรายจับเวลาใน 1 นาที คำอธิบายข้อใดที่ไม่สามารถสังเกตได้

- ก. นาฬิกาไม่ทันสมัย ไม่ควรนำมาใช้
 - ข. ทรายจะไหลจากด้านบนสู่ด้านล่าง
 - ค. ขณะนี้ทรายหมดไปแล้วครึ่งหนึ่งและเวลาผ่านไปครึ่งนาที
 - ง. ขณะนี้ทรายหมดไปแล้วครึ่งหนึ่งและเวลาผ่านไปน้อยกว่า 1 นาที
3. ข้อใดจัดเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสังเกต
 - ก. คืนนี้ท้องฟ้าไม่มีดวงดาว
 - ข. สมคิดสูบลมรถจักรยานมากไปยางจึงระเบิด
 - ค. ห้องนี้มีอุณหภูมิประมาณ 28 องศาเซลเซียส
 - ง. สมศักดิ์ปวดศีรษะเมื่อรับประทานยาแล้ว 20 นาที หายปวด

4. เมื่อจุ่มมือซ้ายในถังน้ำร้อน จุ่มมือขวาในถังน้ำผสมน้ำแข็งนาน 30 วินาทีแล้วเปลี่ยนมาจุ่มมือทั้งสองในถังน้ำที่มีน้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสพร้อมกัน ผลจะเป็นอย่างไร
- มือซ้ายรู้สึกเย็น มือขวาจะรู้สึกร้อน
 - มือซ้ายจะรู้สึกร้อน มือขวาจะรู้สึกเย็น
 - มือซ้ายรู้สึกร้อนกว่ามือขวาเล็กน้อย
 - ทั้งมือซ้ายและขวาจะมีความรู้สึกไม่แตกต่างกัน
5. ข้อใดเป็นลักษณะเด่นของการสังเกต
- การสังเกตเป็นการพิจารณาสิ่งที่ต้องการศึกษาอย่างละเอียดรอบคอบ
 - การสังเกตเป็นการศึกษาสิ่งที่ต้องการโดยตรง โดยใช้ประสาทสัมผัสเป็นเครื่องมือหาข้อมูล
 - ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแต่ละครั้งจะต่างกัน ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นและคุณสมบัติของผู้สังเกต
 - การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสศึกษาสิ่งที่ต้องการโดยตรง ไม่ว่าจะสังเกตสิ่งนั้นเมื่อใด ย่อมได้ข้อมูลเช่นเดิม
6. การใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่ถูกต้อง ควรปฏิบัติอย่างไร
- จับก้านเทอร์โมมิเตอร์ให้อ่านได้ชัดเจน
 - วัดสิ่งที่ต้องการด้วยความละเอียดรอบคอบและระมัดระวัง
 - ให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสผิวของสิ่งที่ต้องการวัด
 - ให้ระดับสายตาอยู่ตรงกับขีดของเทอร์โมมิเตอร์ที่จะอ่านเสมอ
7. การใช้เครื่องชั่งให้ถูกวิธี ในขั้นตอนแรกควรปฏิบัติอย่างไร
- ปรับให้เข็มชี้ที่เลข 0 หรือชี้ตรงกลางสเกล
 - วางของที่จะชั่งบนจาน แล้วเลื่อนตุ้มน้ำหนักให้สมดุล
 - วางของที่จะชั่งทั้งหมดในจานซ้าย ใส่ตุ้มน้ำหนักที่จานขวา
 - รวมน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักทุกตัว แล้วเก็บเข้ากล่องให้เรียบร้อย
8. จากรูปถ้านักเรียนต้องการวัดอุณหภูมิของน้ำในแก้ว ข้อใดจึงจะเป็นการใช้เทอร์โมมิเตอร์ได้ถูกวิธี



- รูปที่ 1
- รูปที่ 2
- รูปที่ 3
- รูปที่ 4

9. ในการหาปริมาตรเหรียญบาท 10 เหรียญ ต้องใช้เครื่องมืออะไรบ้าง
- ไม้บรรทัด ปีกเกอร์ หลอดจิ้งจก
 - ถ้วยยูเรก้า ปีกเกอร์ หลอดจิ้งจก
 - กระบอกตวง หลอดจิ้งจก ไม้บรรทัด
 - ไม้บรรทัด หลอดจิ้งจก หลอดทดลอง
10. ใช้เครื่องมือชุดใดวัดเส้นรอบวงของยางรถยนต์
- ไม้บรรทัด ลวด ดินสอ
 - เชือก ไม้บรรทัด ดินสอ
 - เชือก ไม้บรรทัด เทปใส
 - ไม้บรรทัด ดินสอ แผ่นกระดาษ
11. ในการวัดเพื่อหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและส่วนสูงระหว่างเด็กชายกับเด็กหญิงอายุระหว่าง 1 – 5 ปี ผู้สำรวจประสงค์จะให้ผู้อื่นได้เห็นความแตกต่างของการเจริญเติบโตในระหว่างเด็กชายกับเด็กหญิง อยากทราบว่าตารางใดจะสื่อความหมายได้ดีที่สุด

ก.

อายุ (ปี)		1	2	3	4	5
ชาย	น้ำหนัก (กก.)					
	สูง (ซม.)					
หญิง	น้ำหนัก (กก.)					
	สูง (ซม.)					

ข.

อายุ (ปี)	ส่วนสูงของชาย (ซม.)	น้ำหนักของชาย (กก.)	ส่วนสูงของหญิง (ซม.)	น้ำหนักของหญิง (กก.)
1				
2				
3				
4				
5				

ค.

อายุ (ปี)	ชาย		หญิง	
	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)	น้ำหนัก (กก.)	สูง (ซม.)
1				
2				
3				
4				
5				

ง.

อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)		สูง (ซม.)	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
1				
2				
3				
4				
5				

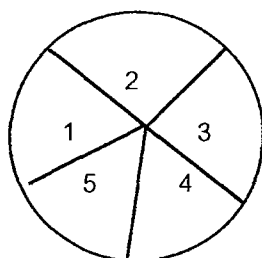
12. ถ้าต้องการบันทึกอุณหภูมิของอากาศในเวลา 7.00 น. ของทุก ๆ วัน เป็นเวลา 5 วัน นักเรียนจะเลือกวิธีจดบันทึกตามข้อใด

- ก. วันที่ 1 C
 วันที่ 2 C
 วันที่ 3 C
 วันที่ 4 C

ข.

วันที่	1	2	3	4

ค.



ง.

วัน เดือน ปี	อุณหภูมิเวลา 7.00 น.
1. เม.ย. 44	
2. เม.ย. 44	
3. เม.ย. 44	
4. เม.ย. 44	
5. เม.ย. 44	

13. เมื่อใช้แว่นขยายส่องดูลักษณะส่วนต่าง ๆ ของยุง นักเรียนจะบันทึกผลการทดลองตามข้อใด

ก.

ส่วนต่าง ๆ ของยุง		ลักษณะที่สังเกตเห็น
หัว	หนวด	.....
	ปาก	.....
	ตา	.....
อก	ปีก	.....
	ขา	.....
ท้อง		.....

ข.

1. หัวมีลักษณะ.....
2. หนวดมีลักษณะ.....
3. ปากมีลักษณะ.....
4. ตามีลักษณะ.....
5. ปีกมีลักษณะ.....
6. ขามีลักษณะ.....
7. ท้องมีลักษณะ.....

ค.

สัตว์ที่สังเกต	สิ่งที่สังเกตเห็น
ยุง	
	
	

ง.

ตัวที่	หัว	หนวด	ปาก	ตา	ปีก
1					
2					
3					
4					
5					
6					

14. นักธรรมชาติวิทยาออกไปสังเกตนกในป่า แห่งหนึ่ง พบว่า ในเวลา 5 ชั่วโมงมีนกหลายชนิดอาศัยอยู่ในบริเวณป่าดังนี้ กา 5 ตัว นกกางเขน 2 ตัว นกขมิ้น 4 ตัว นกเขาและนกกระจาบอย่างละ 6 ตัว นกเอี้ยง 10 ตัว จากข้อมูลดังกล่าวควรนำเสนอข้อมูลในลักษณะใด

ก.

ชนิดของนก	จำนวน
นกเอี้ยง	10
กา	5
นกขมิ้น	4
นกกระจาบ , นกเขา	6
นกกางเขน	2

ข. ชนิดและจำนวนที่สังเกตในเวลา 5 ชั่วโมง

ชนิดของนก	จำนวน
นกเอี้ยง	10
กา	5
นกขมิ้น	4
นกเขา	6
นกกระจาบ	6
นกกางเขน	2

ค.

2 ตัว	4 ตัว	5 ตัว	6 ตัว	10 ตัว
นกกางเขน	นกขมิ้น	กา	นกเขา นกกระจาบ	นกเอี้ยง

ง.

กา	นกกางเขน	นกขมิ้น	นกเขา	นกกระจาบ	นกเอี้ยง
5	2	4	6	6	10

15. คำตอบใดที่เป็นการอ่านสมการข้างล่างนี้



- ก. เป็นกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช
 - ข. น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืช
 - ค. คลอโรฟิลล์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืช
 - ง. คาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบสำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืช
16. เมื่อต้มน้ำที่ชายทะเล น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100°C แต่เมื่อต้มน้ำที่เชิงเขาปรากฏว่าน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 95°C และต้มน้ำที่ยอดเขาปรากฏว่าน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 90°C ถ้าเราอยากจะทราบว่าจุดเดือดของของเหลวอย่างอื่นนอกจากน้ำจะอยู่ภายใต้หลักการเดียวกันหรือไม่ สมมติฐานที่สมควรจะเป็นอย่างไร
- ก. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงเมื่อต้มในที่สูงขึ้น
 - ข. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลงจากเดิมแห่งละ 5°C
 - ค. จุดเดือดของของเหลวอย่างเดียวกันจะลดลงจากเดิมแห่งละเท่ากัน
 - ง. จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ถ้าต้มในที่ต่างกัน
17. ข้อใดเป็นความหมายของการตั้งสมมติฐาน
- ก. คำตอบที่เป็นการคาดคะเนอย่างมีเหตุผล
 - ข. การทำนายผลโดยอาศัยข้อมูลที่เกิดขึ้นเป็นประจำ
 - ค. การคาดคะเนคำตอบโดยอาศัยข้อมูลที่จัดกระทำแล้ว
 - ง. การทำนายผลโดยมีการตรวจสอบข้อมูลอย่างละเอียด
18. ข้อใดเป็นการตั้งสมมติฐาน
- ก. น้ำแข็งมีมวลน้อยกว่าน้ำ
 - ข. น้ำเมื่อถูกความร้อนจะกลายเป็นไอน้ำ
 - ค. ไม้สักเป็นไม้ที่ดีที่สุดเหมาะสำหรับปลูกบ้าน
 - ง. เหล็กถ้าผสมกับออกซิเจนจะได้เหล็กออกไซด์
19. จากการสังเกตการลุกไหม้ของเทียนไข นักเรียนจะตั้งสมมติฐานอย่างไรให้สัมพันธ์กับการสังเกต
- ก. เทียนไขเล่มนี้ทำมาจากขี้ผึ้ง
 - ข. เทียนไขเล่มนี้ทำมาจากไขปลาวาฬ
 - ค. เทียนไขลุกไหม้เพราะมีก๊าซออกซิเจน
 - ง. เทียนไขเล่มนี้มีสีเหลืองเนื่องจากร้อนจัด

คำชี้แจง ให้ใช้ข้อมูลจากตารางข้างล่างตอบคำถามข้อ 20

วันที่	ความสูงของต้นถั่วเขียวเป็นเซนติเมตร	
	กระถางที่ไม่ใส่ปุ๋ย	กระถางที่ใส่ปุ๋ย
5	2.10	2.15
10	2.50	2.80
15	2.90	3.40

20. จากข้อมูลในตาราง ข้อใดเป็นเหตุผลที่ดีในการคาดคะเนคำตอบในปัญหาที่ว่า ทำไม 5 วันแรก ต้นถั่วเขียวทั้ง 2 กระถาง จึงมีความสูงใกล้เคียงกันมาก
 - ก. ดินในกระถางที่ไม่ใส่ปุ๋ยยังมีอาหารสมบูรณ์อยู่
 - ข. รากของต้นถั่วเขียวยังไม่สามารถดูดเอาปุ๋ยไปใช้ได้
 - ค. ในระยะ 5 วันแรก อิทธิพลของปุ๋ยยังไม่ปรากฏผล
 - ง. ในระยะวันแรกต้นถั่วเขียวยังไม่ต้องการปุ๋ยในการเจริญเติบโต
21. ในการทดลองที่ว่า "พืชเมื่อได้รับแสงมากจะสูงมาก" ตัวแปรที่เราไม่ควบคุมคือข้อใด
 - ก. ชนิดของพืช
 - ข. ปริมาณแสง
 - ค. ปริมาณของปุ๋ยที่ใส่
 - ง. จำนวนวันในการทดลอง
22. ถ้าต้องการทดสอบว่า "เสียงมีผลต่อจำนวนไข่ของไก่" ตัวแปรตามคือข้อใด
 - ก. เสียง
 - ข. พันธุ์ไก่
 - ค. อาหารไก่
 - ง. จำนวนไข่
23. จากสมมติฐานที่ว่า "พืชที่ปลูกในดินต่างชนิดกันจะเจริญเติบโตแตกต่างกัน" ตัวแปรที่ต้องการทดสอบ (ตัวแปรต้น)คือข้อใด
 - ก. ชนิดของดิน
 - ข. ชนิดของพืชที่ปลูก
 - ค. การเจริญเติบโตของพืช
 - ง. ขนาดของลำต้นหลังปลูก
24. จากสมมติฐานที่ว่า "วัตถุทั้งหลายเมื่อตกอย่างอิสระ วัตถุที่มีน้ำหนักมากกว่าจะตกได้เร็วกว่าวัตถุที่มีน้ำหนักน้อยกว่า" ข้อใดเป็นตัวแปรต้น
 - ก. น้ำหนักวัตถุ
 - ข. เวลาที่วัตถุตก
 - ค. ระยะทางที่วัตถุตก
 - ง. ความเป็นอิสระของวัตถุ

25. ถ้าต้องการทราบว่าน้ำร้อนหรือน้ำเย็นใช้สัปดาห์จากพืชได้ดีกว่ากัน จะต้องทดลองอย่างไร
- ใช้พืชชนิดเดียวกัน ปริมาณน้ำเท่ากันและอุณหภูมิของน้ำต่างกัน
 - ใช้พืชชนิดเดียวกัน ปริมาณน้ำต่างกันและอุณหภูมิของน้ำต่างกัน
 - ใช้พืชต่างชนิดกัน ปริมาณน้ำเท่ากันและอุณหภูมิของน้ำต่างกัน
 - ใช้พืชต่างชนิดกัน ปริมาณน้ำต่างกันและอุณหภูมิของน้ำต่างกัน
26. ในการทำกิจกรรม เพื่อเรียนรู้เรื่องทิศ ข้อใดไม่ใช่ความหมายที่ช่วยให้หาทิศเหนือได้
- ทิศเหนือคือทิศที่อยู่ตรงข้ามกับทิศใต้
 - ทิศเหนือคือทิศที่อยู่ทางขั้วโลกเหนือ
 - ทิศเหนือคือทิศที่ตั้งของวัตถุโบราณต่าง ๆ
 - ทิศเหนือคือทิศที่อยู่ทางซ้ายมือของผู้ที่ยืนหันหน้าไปทางทิศที่ดวงอาทิตย์ขึ้นในตอนเช้า
27. เรากำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเพื่ออะไร
- นำไปสู่การพยากรณ์
 - นำไปสู่การลงข้อสรุป
 - นำไปสู่การปฏิบัติการทดลอง
 - นำไปสู่การปฏิบัติและเพื่อให้เข้าใจตรงกัน
28. ข้อใดจัดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ
- อาชีพ คือ การทำมาหากินเพื่อเลี้ยงชีพ
 - ดาวเคราะห์ คือ ดาวที่เป็นบริวารของดวงอาทิตย์
 - อาหาร คือ สิ่งที่รับประทานแล้วมีประโยชน์แก่ร่างกาย
 - วัตถุที่จมน้ำ คือ วัตถุที่ใส่ลงในน้ำแล้วอยู่ใต้น้ำหมดทุกส่วน
29. ข้อใดจัดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของ "ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์"
- คาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ทำให้ไฟดับ
 - คาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่หนักกว่าอากาศ
 - คาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ช่วยในการสังเคราะห์แสง
 - คาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ละลายในน้ำอุ่นได้ดีกว่าน้ำเย็น
30. ในการทดลองเกี่ยวกับการแทนที่น้ำของวัตถุในถ้วยยูเรก้า จำเป็นต้องเติมน้ำจนเต็มถ้วย ข้อใดเป็นการให้ความหมายที่สามารถปฏิบัติได้เหมือนกัน ของคำว่า "เติมน้ำจนเต็ม"
- เติมน้ำจนเต็มถ้วย
 - เติมน้ำจนเต็มอีกไม่ได้อีกแล้ว
 - เติมน้ำจนล้นออกมาแล้วหยุดเติม
 - เติมน้ำจนล้นออกมาแล้วปล่อยให้ น้ำล้นออกจนหยดสุดท้าย
31. ถ้าจะทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า "แรงดันของน้ำที่ระดับต่างกันไม่เท่ากัน" จะต้องทำอย่างไร
- บรรจุน้ำในถังที่เจาะรูให้น้ำออกได้ 3 ช่อง แล้วเปรียบเทียบกัน
 - ปล่อยน้ำจากที่ระดับต่าง ๆ กัน ระดับละ 1 ครั้ง แล้วเปรียบเทียบกัน
 - ปล่อยน้ำออกจากกระป๋องที่เจาะรูที่ระดับต่างกันให้น้ำออกได้ 3 ช่อง แล้วเปรียบเทียบกัน
 - ปล่อยน้ำออกจากกระป๋องที่เจาะรูให้น้ำออกได้ 3 ช่อง ที่ระดับเดียวกัน แล้วเปรียบเทียบกัน

32. ข้อใดถูกต้องที่สุด เกี่ยวกับความหมายของการทดลอง
- การลองผิดลองถูกเพื่อหาคำตอบ
 - การฝึกใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์
 - การฝึกใช้ตัวแปรอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์
 - การปฏิบัติการเพื่อค้นหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้
33. การวางแผนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติ อยู่ในขั้นตอนใดของการทดลอง
- การปฏิบัติการทดลอง
 - การออกแบบการทดลอง
 - การทดลองก่อนการปฏิบัติจริง
 - การตั้งสมมติฐานของการทดลอง
34. สूरเดช ตัดมะลิมา 8 กิ่ง มีขนาดเท่า ๆ กัน 4 กิ่งแรก นำไปแช่ในน้ำ อีก 4 กิ่งนำไปแช่ในสารละลาย A เพื่อดูการงอกของราก สूरเดชต้องการทดสอบอะไรในการทดลองครั้งนี้
- สาร A ไม่ทำให้รากงอก
 - กิ่งที่แช่ในสาร A รากจะไม่งอก
 - กิ่งที่แช่ในน้ำ รากจะงอกได้ดี
 - ผลการงอกของรากที่แช่ในน้ำและในสาร A
35. อุดมคิดว่าถ้าเพิ่มความดันอากาศในลูกบาสเกตบอลให้มากขึ้น มันจะกระดอนสูงขึ้น เพื่อที่จะทดสอบสมมติฐานนี้ อุดมได้นำลูกบาสเกตบอลมาหลายลูกและสูบลูกและสูบลูกเข้าไปในลูกบาสเกตบอล อุดมจะทำการทดสอบสมมติฐานของเขาอย่างไร
- ปล่อยลูกบาสเกตบอลด้วยแรงที่แตกต่างกันจากระดับเดียวกัน
 - ปล่อยลูกบาสเกตบอลซึ่งบรรจุอากาศที่มีความดันแตกต่างกัน จากระดับเดียวกัน
 - ปล่อยลูกบาสเกตบอลซึ่งบรรจุอากาศที่มีความดันเท่ากันโดยทำมุมต่าง ๆ จากพื้นห้อง
 - ปล่อยลูกบาสเกตบอลซึ่งบรรจุอากาศที่มีความดันเท่ากันจากระดับความสูงที่แตกต่างกัน
36. ผลผลิตข้าวของชาวนาในจังหวัดหนึ่งในปี พ.ศ. 2540 – 2541 เป็นดังนี้

พันธุ์ข้าว	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	
	นาในเขตชลประทาน	นานอกเขตชลประทาน
ข้าวพันธุ์พื้นเมือง	412	200
ข้าวพันธุ์ใหม่	548	350

จากตารางข้อมูล นักเรียนจะสรุปได้ว่อย่างไร

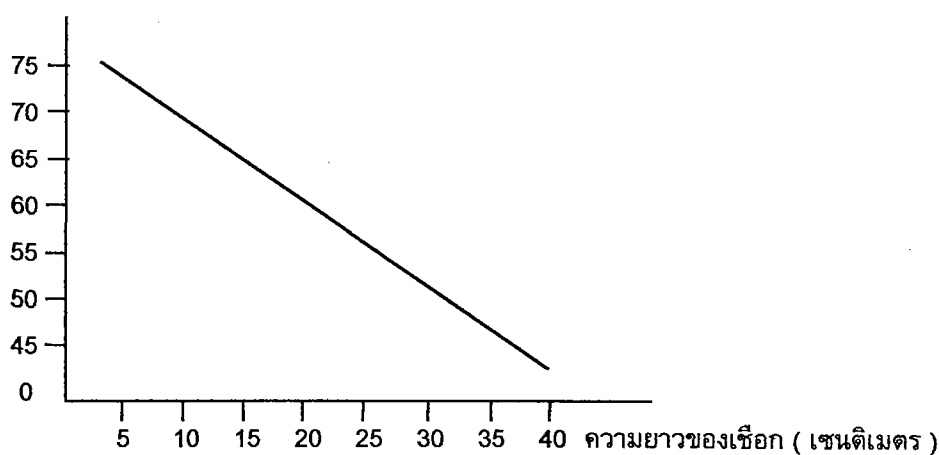
- ข้าวพันธุ์ใหม่ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวพันธุ์พื้นเมือง
- นาในเขตชลประทานใช้น้ำมากกว่านานอกเขตชลประทาน
- นาในเขตชลประทานมีปุ๋ยมากกว่านานอกเขตชลประทาน
- ต้นข้าวนาในเขตชลประทานเจริญเติบโตดีกว่าต้นข้าวนานอกเขตชลประทาน

37. จากข้อมูลในตารางข้างล่าง ข้อใดเป็นการสรุปผลที่ดีที่สุด

ชนิดสัตว์	อาหารที่กิน
ช้าง	พืช
ม้า	พืช
วัว	พืช
เสือ	สัตว์
สุนัข	พืชและสัตว์
แมว	สัตว์
ไก่	พืชและสัตว์
นกกระจอกเทศ	สัตว์
งู	สัตว์

- ก. พืชเป็นผู้ผลิต สัตว์เป็นผู้บริโภค
 ข. สุนัขและไก่อาจกินแต่สัตว์ก็อยู่ได้
 ค. ช้าง ม้า วัว เป็นสัตว์ใหญ่จึงกินพืชเป็นอาหาร
 ง. สัตว์แบ่งได้เป็น 3 พวกคือ กินพืช กินสัตว์ และกินทั้งพืชและสัตว์
38. จากกราฟข้างล่างซึ่งแสดงจำนวนรอบของการแกว่งลูกตุ้มน้ำหนัก ที่มีความยาวของเชือกที่แกว่งต่างกัน นักเรียนจะลงข้อสรุปได้ว่าอย่างไร

จำนวนรอบใน 1 นาที



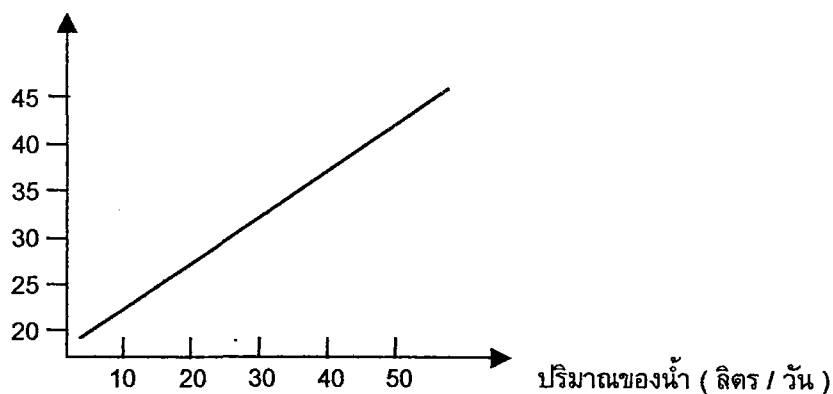
- ก. ในเวลา 1 นาที จำนวนรอบของการแกว่งของลูกตุ้มน้ำหนักแตกต่างกัน
 ข. จำนวนรอบของการแกว่งของลูกตุ้มน้ำหนักมากที่สุดเมื่อเชือกยาว 40 เซนติเมตร
 ค. จำนวนรอบของการแกว่งของลูกตุ้มน้ำหนักเป็นสัดส่วนตรงกับความยาวของเชือก
 ง. ความยาวของเชือกมากขึ้น ทำให้จำนวนรอบของการแกว่งของลูกตุ้มน้ำหนักน้อยลง

39. จากข้อมูลในตารางข้างล่าง ข้อความใดถูกต้องเกี่ยวกับการวัดจำนวนรอบของการแกว่งตุ้มน้ำหนัก โดยให้ความยาวของเชือกที่ผูกตุ้มน้ำหนักต่างกัน

ความยาวของเชือก (ซม.)	จำนวนรอบใน 1 นาที
10	55
15	50
20	45
25	40
30	35

- ก. ตุ้มน้ำหนักแกว่งช้าลงเมื่อเชือกยาวขึ้น
 ข. ตุ้มน้ำหนักแกว่งเร็วขึ้นเมื่อเชือกยาวขึ้น
 ค. ความยาวของเชือกขึ้นอยู่กับความเร็วในการแกว่งของตุ้มน้ำหนัก
 ง. ตุ้มน้ำหนักแกว่งช้าหรือเร็วไม่มีผลต่อความยาวของเชือก
40. มนัสปลูกพืชชนิดเดียวกัน 5 แปลง แต่ละแปลงเขารดน้ำด้วยปริมาณที่ต่างกัน หลังจากนั้น 2 เดือน เขาวัดความสูงของพืชที่ปลูกไว้ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองแสดงในรูปของกราฟข้างล่าง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในการทดลองของมนัส คืออะไร

ความสูงของพืช (เซนติเมตร)



- ก. การเพิ่มปริมาณของน้ำมีผลต่อความสูงของพืช
 ข. การเพิ่มความสูงของพืชมีผลต่อการเพิ่มปริมาณของน้ำ
 ค. การเพิ่มระยะเวลาที่ปลูกและปริมาณน้ำมีผลต่อความสูงของพืช
 ง. การลดความสูงของพืชและระยะเวลาที่ปลูกมีผลต่อการลดปริมาณของน้ำ

%%%%%%%%%

แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เรื่อง.....

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1

2

3

4

5

วันที่ประเมิน

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ได้				หมายเหตุ
	4	3	2	1	
1. การวางแผนการทดลอง					
2. การปฏิบัติการทดลอง					
2.1 ด้านเทคนิคการทดลอง					
2.2 ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง					
2.3 ด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ					
3. การจัดทำรายงานผลการทดลอง					
รวม					

บันทึกเพิ่มเติม.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

1. การวางแผนการทดลอง ประเด็นที่ประเมิน

- 1) มีการปรึกษาหารือ (กับผู้ที่เกี่ยวข้อง) เพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอนการทดลอง
- 2) มีการวางแผนการทดลองได้อย่างเหมาะสม
- 3) มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับผู้ร่วมการทดลองอย่างเหมาะสมและชัดเจน
- 4) มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาขณะทำการทดลองอย่างเหมาะสม

ระดับคะแนนที่ได้

มีพฤติกรรม	4	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	1,2,3,4	ให้ 4 คะแนน
มีพฤติกรรม	3	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	2,3,4	ให้ 3 คะแนน
มีพฤติกรรม	2	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	2,4	ให้ 2 คะแนน
มีพฤติกรรม	1	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	2	ให้ 1 คะแนน

2. การปฏิบัติการทดลอง

2.1 ด้านเทคนิคการทดลอง ประเด็นที่ประเมิน

- 1) ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี เป็นขั้นตอนไม่สับสน
- 2) ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
- 3) อ่านค่าและตรวจสอบได้ถูกต้อง
- 4) ทำการทดลองอย่างระมัดระวังและปลอดภัย

ระดับคะแนนที่ได้

มีพฤติกรรม	4	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	1,2,3,4	ให้ 4 คะแนน
มีพฤติกรรม	3	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	2,3,4	ให้ 3 คะแนน
มีพฤติกรรม	2	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	1,4	ให้ 2 คะแนน
มีพฤติกรรม	1	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	1	ให้ 1 คะแนน

2.2 ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง ประเด็นที่ประเมิน

- 1) ปฏิบัติการทดลองอย่างคล่องแคล่ว
- 2) ปฏิบัติการทดลองอย่างถูกต้องสมบูรณ์
- 3) มีความมั่นใจในขณะปฏิบัติการทดลอง
- 4) ทำการทดลองได้ทันเวลาที่กำหนด

ระดับคะแนนที่ได้

มีพฤติกรรม	4	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	1,2,3,4	ให้ 4 คะแนน
มีพฤติกรรม	3	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	1,2,4	ให้ 3 คะแนน
มีพฤติกรรม	2	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	1,2	ให้ 2 คะแนน
มีพฤติกรรม	1	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	2	ให้ 1 คะแนน

2.3 ด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ ประเด็นที่ประเมิน

- 1) จัดพื้นที่สำหรับการทดลองเรียบร้อยเหมาะสมและเพียงพอ
- 2) จัดวางอุปกรณ์เครื่องใช้ให้ใช้ได้สะดวกขณะทดลอง
- 3) เก็บอุปกรณ์เครื่องใช้หลังทดลองได้ถูกวิธี
- 4) ทำความสะอาดพื้นที่และอุปกรณ์ได้อย่างสะอาดและเรียบร้อย

ระดับคะแนนที่ได้

มีพฤติกรรม	4	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	1,2,3,4	ให้ 4 คะแนน
มีพฤติกรรม	3	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	2,3,4	ให้ 3 คะแนน
มีพฤติกรรม	2	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	2,4	ให้ 2 คะแนน
มีพฤติกรรม	1	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	2	ให้ 1 คะแนน

3. การจัดทำรายงานการทดลอง ประเด็นที่ประเมิน

- 1) จุดประสงค์การทดลอง
- 2) สมมติฐาน
- 3) ผลการทดลอง
- 4) สรุปผลการทดลอง
- 5) คำถามท้ายการทดลอง

ระดับคะแนนที่ได้

เขียนถูกต้อง	5	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	1,2,3,4,5	ให้ 4 คะแนน
เขียนถูกต้อง	4	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	1,2,3,4	ให้ 3 คะแนน
เขียนถูกต้อง	3	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	1,2,4	ให้ 2 คะแนน
เขียนถูกต้อง	2	ข้อ ได้แก่ ข้อที่	2,4	ให้ 1 คะแนน

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

คำชี้แจง

เมื่อนักเรียนเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น จบแล้ว นักเรียนมีความรู้สึกเห็นด้วยต่อข้อความนั้นหรือไม่ เมื่อนักเรียนพิจารณาแล้วให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อข้อความนั้น ๆ (ข้อความละ 1 ช่องเท่านั้น)

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่แน่ ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1.	ความรู้สึกลึกซึ้งต่อการปฏิบัติ วิทยาศาสตร์					
2.	เป็นการฝึกทักษะปฏิบัติ ทำให้คล่องตัวใน การทำการทดลองด้วย	.....	.....	.....	.....	.....
3.	ทำให้มีความละเอียดรอบคอบต่อการ ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ขณะทำการทดลอง	.....	.....	.....	.....	.....
4.	ช่วยสร้างนิสัยรักการค้นคว้า ทดลอง เพื่อ แสวงหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ	.....	.....	.....	.....	.....
5.	กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดการศึกษา ค้นคว้าหาความจริง	.....	.....	.....	.....	.....
6.	การปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองทำให้เกิด การเรียนรู้ได้ดีกว่าครูสาธิต	.....	.....	.....	.....	.....
7.	การเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายผลหรือ สรุปผลการทดลองอย่างอิสระทำให้สับสน และล่าช้า	.....	.....	.....	.....	.....
8.	กิจกรรมการทดลอง มักทำให้เกิดเสียงดัง และห้องเรียนสกปรก เสียเวลาทำความ สะอาด	.....	.....	.....	.....	.....
9.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีกิจกรรมการ เรียนไม่น่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....
10.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทำให้เกิด ความกังวลใจในการทดลอง	.....	.....	.....	.....	.....
	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละ การทดลองใช้เวลาพอเหมาะ	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
11.	<u>การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้</u> <u>บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์</u> บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิด ความกระตือรือร้นในการเรียน					
12.	การเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เสียเวลาโดยเปล่า ประโยชน์					
13.	การเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นการให้ ประสบการณ์ตรง					
14.	การเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์					
15.	การเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความสนใจที่จะ เรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับน้ำสัดชีวภาพที่ ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ชนิดอื่น ๆ					
16.	สนุกสนานเพลิดเพลินกับการเรียน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
17.	ขณะเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ รู้สึกง่วงนอนบ่อยครั้ง					
18.	การเรียนรู้แบบปฏิบัติการทดลองนี้ทำให้ไม่ อยากเข้าเรียน					
19.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มี ความยาก – ง่าย พอเหมาะกับความสามารถ ของนักเรียน					
20.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไม่ส่งเสริม ให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง <u>การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการ</u> <u>วิทยาศาสตร์</u>					
21.	มั่นใจว่าจะนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิด ประโยชน์กับตนเอง					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
22.	การเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ช่วยให้มีความรู้เกี่ยวกับน้ำสกัดชีวภาพและวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นมากขึ้น	.....	.....	.....	.....	.....
23.	ความรู้ที่ได้จากการเรียน ไม่เกี่ยวข้องกับชุมชน ท้องถิ่นของตน	.....	.....	.....	.....	.....
24.	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นประโยชน์ต่อชุมชนและท้องถิ่น	.....	.....	.....	.....	.....
25.	อยากนำความรู้ที่ได้จากการเรียน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ไปเผยแพร่ต่อชุมชนและท้องถิ่น	.....	.....	.....	.....	.....
26.	รู้สึกไม่มั่นใจที่จะนำความรู้จากการเรียน บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ไปใช้	.....	.....	.....	.....	.....
27.	รู้สึกไม่มั่นใจและไม่กล้าถ่ายทอดความรู้จากการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้อื่น	.....	.....	.....	.....	.....
28.	เต็มใจที่จะบอกกล่าวและอธิบายความรู้นี้แก่ผู้ที่มาสอบถามหรือขอความคิดเห็นจากนักเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
29.	อยากมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม	.....	.....	.....	.....	.....
30.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เหมาะสำหรับใช้ในการเรียนการสอน	.....	.....	.....	.....	.....

ภาคผนวก ข

- คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- คะแนนทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระหว่างเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
ทุกบทปฏิบัติการ
- คะแนนเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากเรียนบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัด
ชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น

ตาราง 26 คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

นร.	ทักษะ 1		ทักษะ 2		ทักษะ 3		ทักษะ 4		ทักษะ 5		ทักษะ 6		ทักษะ 7		ทักษะ 8		รวม	
	Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos
1	4	3	3	3	3	4	0	3	3	3	4	3	4	5	5	5	26	29
2	1	3	3	5	2	5	2	2	1	3	1	2	2	3	5	3	17	26
3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	5	29	32
4	3	2	3	4	5	3	1	3	4	2	1	4	3	4	2	3	22	25
5	2	2	3	4	3	3	2	4	4	4	2	3	4	4	4	4	24	28
6	1	2	4	5	3	4	0	4	3	4	1	2	2	2	5	3	19	26
7	2	3	4	5	3	3	2	2	5	3	1	2	4	4	4	5	25	27
8	3	3	1	3	2	3	2	3	4	4	1	2	1	3	2	4	16	25
9	3	4	2	2	2	4	0	2	1	2	1	1	2	2	2	3	13	20
10	2	3	2	3	2	3	1	3	2	4	2	2	1	1	2	4	14	23
11	2	1	2	3	2	3	2	2	2	3	2	1	2	3	1	4	15	20
12	2	4	3	3	3	3	3	3	1	1	2	4	2	4	4	5	20	27
13	1	3	3	2	2	3	0	2	3	2	2	2	0	3	4	5	15	22
14	2	3	2	3	4	4	3	3	4	3	3	3	1	3	5	5	24	27
15	2	2	3	3	2	3	3	3	3	4	0	3	2	2	3	4	18	24
16	2	2	2	3	3	3	0	2	2	2	0	2	3	1	2	3	14	18
17	2	1	4	4	2	3	4	5	1	5	0	1	3	2	4	4	20	25
18	1	1	1	3	1	4	2	2	0	1	1	1	1	3	2	1	9	16
19	2	4	3	4	4	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	4	21	27
20	3	3	3	2	3	4	1	2	3	5	3	2	3	3	5	5	24	26
21	2	4	2	4	3	3	1	3	1	3	0	1	3	2	5	5	17	25
22	3	2	2	3	1	5	1	2	2	3	2	2	1	1	1	2	13	20
23	2	4	2	3	3	3	1	4	2	3	2	2	1	1	1	1	14	21
24	1	3	4	4	3	4	0	2	2	3	1	2	2	2	2	3	15	23
25	1	1	3	4	3	3	3	2	3	5	3	2	2	2	1	3	19	22
26	1	1	2	3	3	3	2	3	2	5	2	1	2	3	3	3	17	22
27	2	2	3	3	4	1	1	4	2	4	0	2	1	1	4	4	17	21
28	1	2	3	5	3	3	1	3	1	3	3	3	2	2	3	3	17	24
29	3	3	3	4	2	3	3	4	3	2	1	5	5	4	4	4	24	29
30	2	3	3	4	3	3	2	2	4	3	2	3	3	5	4	4	23	27
ผลรวม	61	77	82	105	83	100	49	86	74	96	48	70	69	82	95	111	561	727
ค่าเฉลี่ย	2.03	2.57	2.73	3.50	2.77	3.33	1.63	2.87	2.47	3.2	1.6	2.33	2.3	2.73	3.17	3.7	18.7	24.2

ตาราง 27 คะแนนทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

นร.	ข้อ 1	ข้อ 2			ข้อ 3	รวม
		2.1	2.2	2.3		
1	3	3	3	4	3	16
2	3	3	3	4	3	16
3	3	3	3	4	3	16
4	3	3	3	4	3	16
5	3	3	3	4	3	16
6	4	3	3	4	4	18
7	4	3	3	4	4	18
8	4	3	3	4	4	18
9	4	3	3	4	4	18
10	4	3	3	4	4	18
11	4	4	4	4	4	20
12	4	4	4	4	4	20
13	4	4	4	4	4	20
14	4	4	4	4	4	20
15	4	4	4	4	4	20
16	4	4	4	4	4	20
17	4	4	4	4	4	20
18	4	4	4	4	4	20
19	4	4	4	4	4	20
20	4	4	4	4	4	20
21	3	3	3	3	3	15
22	3	3	3	3	3	15
23	3	3	3	3	3	15
24	3	3	3	3	3	15
25	3	3	3	3	3	15
26	3	3	3	3	3	15
27	3	3	3	3	3	15
28	3	3	3	3	3	15
29	3	3	3	3	3	15
30	3	3	3	3	3	15
รวม	105	100	100	110	105	520

เฉลี่ย

3.466667

ตาราง 27 (ต่อ) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3

นักเรียน	ข้อ 1	ข้อ 2			ข้อ 3	รวม	
		2.1	2.2	2.3			
1	4	4	4	4	3	19	
2	4	4	4	4	3	19	
3	4	4	4	4	3	19	
4	4	4	4	4	3	19	
5	4	4	4	4	3	19	
6	4	3	4	3	3	17	
7	4	3	4	3	3	17	
8	4	3	4	3	3	17	
9	4	3	4	3	3	17	
10	4	3	4	3	3	17	
11	4	4	4	4	4	20	
12	4	4	4	4	4	20	
13	4	4	4	4	4	20	
14	4	4	4	4	4	20	
15	4	4	4	4	4	20	
16	4	3	3	3	2	15	
17	4	3	3	3	2	15	
18	4	3	3	3	2	15	
19	4	3	3	3	2	15	
20	4	3	3	3	2	15	
21	3	3	3	3	4	16	
22	3	3	3	3	4	16	
23	3	3	3	3	4	16	
24	3	3	3	3	4	16	
25	3	3	3	3	4	16	
26	3	3	3	4	3	16	
27	3	3	3	4	3	16	
28	3	3	3	4	3	16	
29	3	3	3	4	3	16	
30	3	3	3	4	3	16	เฉลี่ย
รวม	110	100	105	105	95	515	3.433333

ตาราง 27 (ต่อ) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4

นักเรียน	ข้อ 2					รวม	
	ข้อ 1	2.1	2.2	2.3	ข้อ 3		
1	4	3	4	4	3	18	
2	4	3	4	4	3	18	
3	4	3	4	4	3	18	
4	4	3	4	4	3	18	
5	4	3	4	4	3	18	
6	3	3	4	4	3	17	
7	3	3	4	4	3	17	
8	3	3	4	4	3	17	
9	3	3	4	4	3	17	
10	3	3	4	4	3	17	
11	4	4	4	4	4	20	
12	4	4	4	4	4	20	
13	4	4	4	4	4	20	
14	4	4	4	4	4	20	
15	4	4	4	4	4	20	
16	3	3	4	4	2	16	
17	3	3	4	4	2	16	
18	3	3	4	4	2	16	
19	3	3	4	4	2	16	
20	3	3	4	4	2	16	
21	3	3	3	3	4	16	
22	3	3	3	3	4	16	
23	3	3	3	3	4	16	
24	3	3	3	3	4	16	
25	3	3	3	3	4	16	
26	3	3	3	3	3	15	
27	3	3	3	3	3	15	
28	3	3	3	3	3	15	
29	3	3	3	3	3	15	
30	3	3	3	3	3	15	เฉลี่ย
รวม	100	95	110	110	95	510	3.4

ตาราง 27 (ต่อ) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5

นักเรียน	ข้อ 2					รวม	
	ข้อ1	2.1	2.2	2.3	ข้อ 3		
1	4	4	4	4	4	20	
2	4	4	4	4	4	20	
3	4	4	4	4	4	20	
4	4	4	4	4	4	20	
5	4	4	4	4	4	20	
6	3	3	4	4	3	17	
7	3	3	4	4	3	17	
8	3	3	4	4	3	17	
9	3	3	4	4	3	17	
10	3	3	4	4	3	17	
11	4	4	4	3	4	19	
12	4	4	4	3	4	19	
13	4	4	4	3	4	19	
14	4	4	4	3	4	19	
15	4	4	4	3	4	19	
16	4	4	4	4	2	18	
17	4	4	4	4	2	18	
18	4	4	4	4	2	18	
19	4	4	4	4	2	18	
20	4	4	4	4	2	18	
21	3	3	3	3	4	16	
22	3	3	3	3	4	16	
23	3	3	3	3	4	16	
24	3	3	3	3	4	16	
25	3	3	3	3	4	16	
26	3	3	3	4	3	16	
27	3	3	3	4	3	16	
28	3	3	3	4	3	16	
29	3	3	3	4	3	16	
30	3	3	3	4	3	16	เฉลี่ย
รวม	105	105	110	110	100	530	3.533333

เฉลี่ย

3.533333

ตาราง 27 (ต่อ) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 6

นักเรียน	ข้อ 2					ข้อ 3	รวม
	ข้อ 1	2.1	2.2	2.3			
1	3	3	3	4	3	16	
2	3	3	3	4	3	16	
3	3	3	3	4	3	16	
4	3	3	3	4	3	16	
5	3	3	3	4	3	16	
6	3	3	3	3	3	15	
7	3	3	3	3	3	15	
8	3	3	3	3	3	15	
9	3	3	3	3	3	15	
10	3	3	3	3	3	15	
11	4	4	4	4	4	20	
12	4	4	4	4	4	20	
13	4	4	4	4	4	20	
14	4	4	4	4	4	20	
15	4	4	4	4	4	20	
16	3	3	3	4	3	16	
17	3	3	3	4	3	16	
18	3	3	3	4	3	16	
19	3	3	3	4	3	16	
20	3	3	3	4	3	16	
21	3	3	3	3	4	16	
22	3	3	3	3	4	16	
23	3	3	3	3	4	16	
24	3	3	3	3	4	16	
25	3	3	3	3	4	16	
26	4	4	4	4	4	20	
27	4	4	4	4	4	20	
28	4	4	4	4	4	20	
29	4	4	4	4	4	20	
30	4	4	4	4	4	20	เฉลี่ย
รวม	100	100	100	110	105	515	3.433333

ตาราง 28 คะแนนเจตคติตอบทบทวนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

นร.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4
3	5	4	4	5	5	1	1	1	1	5	4	2	4	5	5
4	4	3	3	4	4	5	4	3	2	2	3	5	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5
6	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3
7	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
8	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4
9	4	4	4	5	5	3	4	4	4	2	2	4	4	4	4
10	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	2	4	4	3
11	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5
13	4	3	4	3	2	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
14	4	4	4	5	5	2	4	3	4	4	4	4	4	3	3
15	4	4	4	4	3	2	4	3	2	2	4	5	5	5	3
16	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	4	4
17	4	3	4	4	5	3	2	4	3	3	4	4	4	4	4
18	5	5	5	5	2	1	4	2	4	2	2	4	4	4	4
19	5	4	5	5	3	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4
20	5	5	5	5	2	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4
21	4	5	5	5	4	4	3	3	3	4	4	4	5	5	4
22	5	5	5	5	3	4	4	4	3	5	4	4	5	5	4
23	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4
24	4	4	4	4	4	3	3	5	2	4	4	5	4	4	4
25	3	4	3	4	4	2	2	3	3	4	4	5	4	3	4
26	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	2	4	4	4
27	4	4	4	4	2	4	4	4	2	4	4	3	4	4	4
28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
29	4	4	4	4	4	3	3	5	3	4	4	4	4	5	4
30	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	5	4	4	4
ผลรวม	127	124	126	131	113	104	113	114	102	105	112	119	124	126	119
เฉลี่ย	4.233	4.133	4.2	4.367	3.767	3.467	3.767	3.8	3.4	3.5	3.733	3.967	4.133	4.2	3.967
S.D.	0.49	0.62	0.6	0.55	1.05	1.02	0.88	0.83	0.99	0.96	0.77	0.95	0.62	0.6	0.48
S_i^2	0.24	0.38	0.36	0.3	1.1	1.04	0.77	0.69	0.98	0.92	0.59	0.9	0.38	0.36	0.23

ตาราง 28 (ต่อ)

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	ผลรวม
5	3	5	5	4	4	5	5	4	5	4	1	5	4	4	133
4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	121
5	1	3	5	1	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	116
4	3	4	4	5	3	4	5	3	3	3	2	3	3	3	106
5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	146
4	4	3	4	2	4	4	2	4	4	2	3	3	4	3	102
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	119
4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	111
4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	109
4	4	2	2	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4	4	110
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	117
5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	146
5	2	2	3	3	4	3	3	4	3	3	2	3	4	4	105
5	3	3	4	3	4	4	2	4	3	3	3	3	4	4	109
5	3	5	5	4	4	5	5	4	5	4	1	5	4	4	117
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	2	104
4	4	3	2	4	3	4	4	4	4	2	3	3	3	5	107
2	4	2	4	4	2	2	2	4	2	4	4	4	4	2	99
4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	110
5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	2	4	5	5	4	128
4	3	4	5	4	5	5	4	4	5	3	3	4	4	5	124
5	3	3	3	1	5	4	5	4	4	2	1	5	4	4	118
4	3	4	2	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	131
4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	112
4	2	3	4	5	5	4	5	4	4	2	2	4	4	4	108
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	113
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	115
4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	2	122
4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	3	2	4	4	5	123
4	3	2	4	3	4	4	4	5	5	3	3	4	4	3	114
128	108	111	116	113	121	126	120	125	122	96	93	119	121	117	3495
4.267	3.6	3.7	3.867	3.767	4.033	4.2	4	4.167	4.067	3.2	3.1	3.967	4.033	3.9	3.883
0.63	0.88	0.9	0.81	1.05	0.66	0.65	0.89	0.52	0.85	0.98	1.11	0.84	0.6	0.91	11.34
0.4	0.77	0.81	0.66	1.1	0.44	0.42	0.79	0.27	0.72	0.96	1.23	0.71	0.36	0.83	128.6

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทบาทการวิทยาศาสตร์จากสูตร

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

$$\begin{aligned} \sum s_i^2 &= (0.24+0.38+0.36+0.30+1.10+1.04+0.77+0.69+0.98+0.92+0.59+0.90+0.38+0.36+0.23+0.40 \\ &\quad +0.77+0.81+0.66+1.10+0.44+0.42+0.79+0.27+0.72+0.96+1.23+0.71+0.36+0.83) \\ &= 19.71 \end{aligned}$$

$$\text{แทนค่า } \alpha = \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{19.71}{128.60} \right]$$

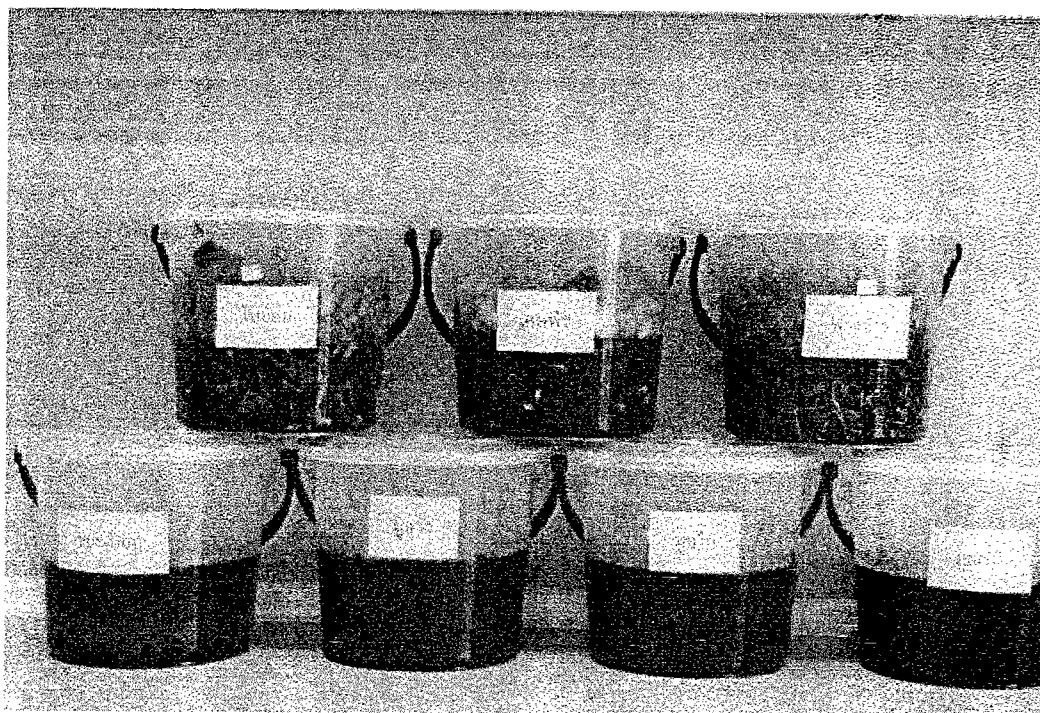
$$= 1.03 [1 - 0.15]$$

$$= 1.03 [0.85]$$

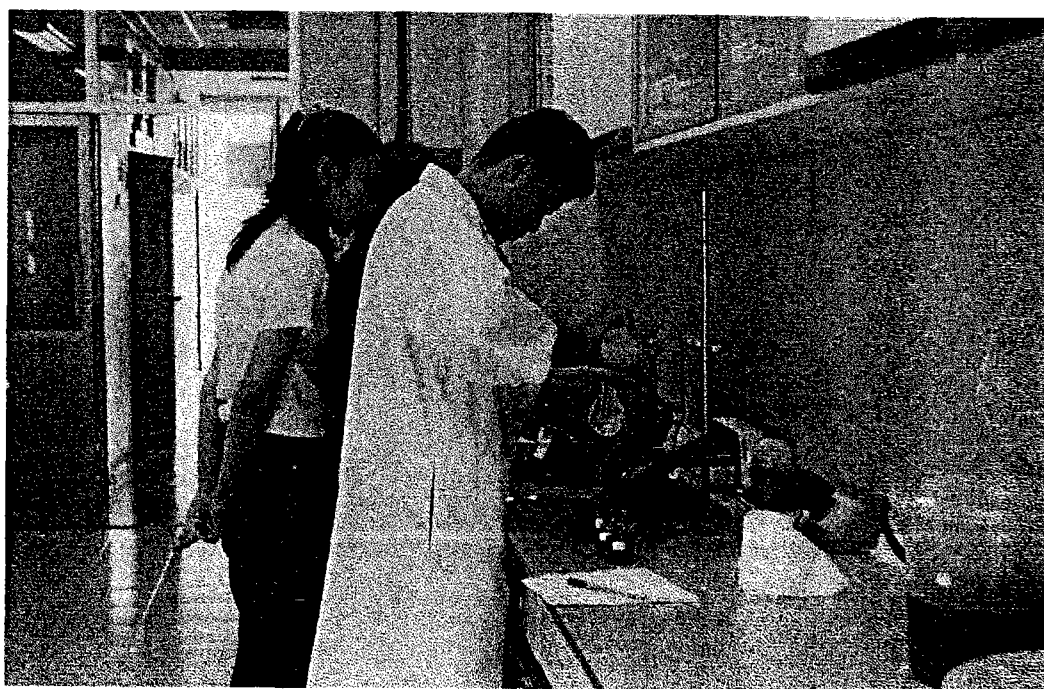
$$= 0.88$$

ภาคผนวก ข

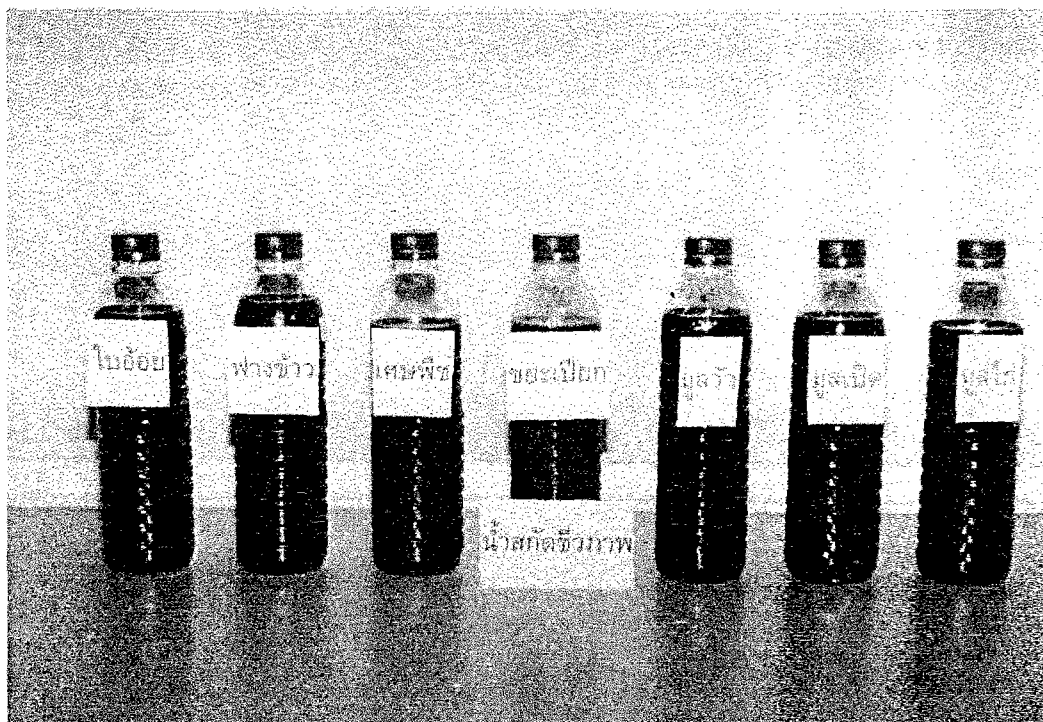
ประมวลภาพประกอบการวิจัย



ภาพประกอบ 1 การทดลองหมักน้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ในห้องปฏิบัติการ



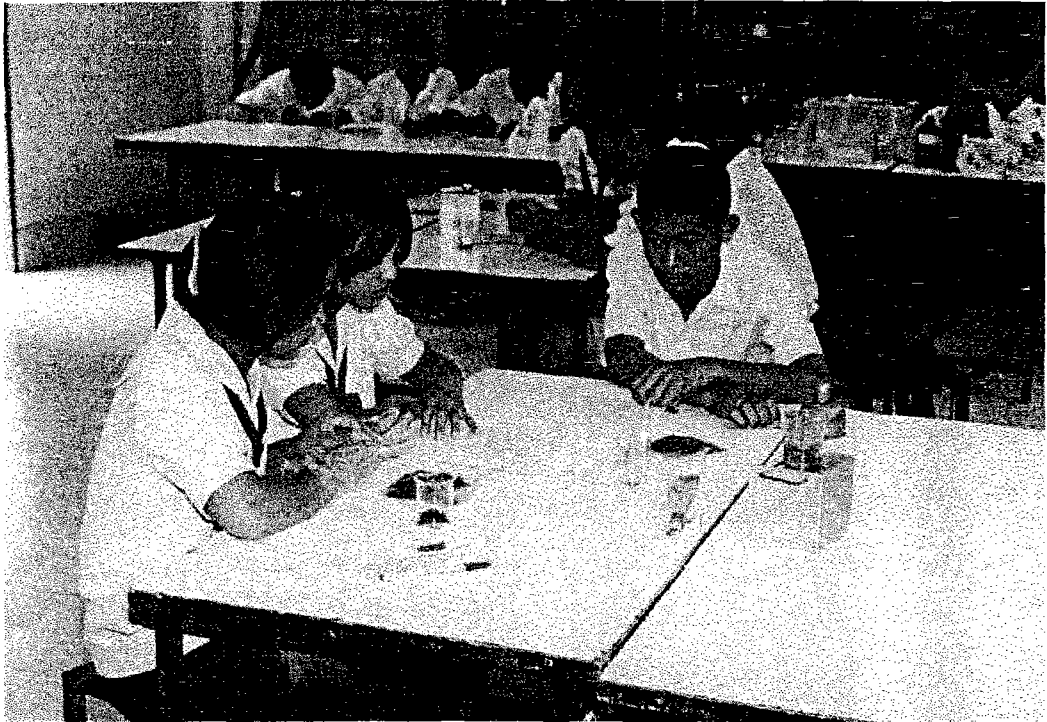
ภาพประกอบ 2 ผู้วิจัยวัดค่า pH ของน้ำสกัดชีวภาพ ในช่วงระหว่างหมักในห้องปฏิบัติการ



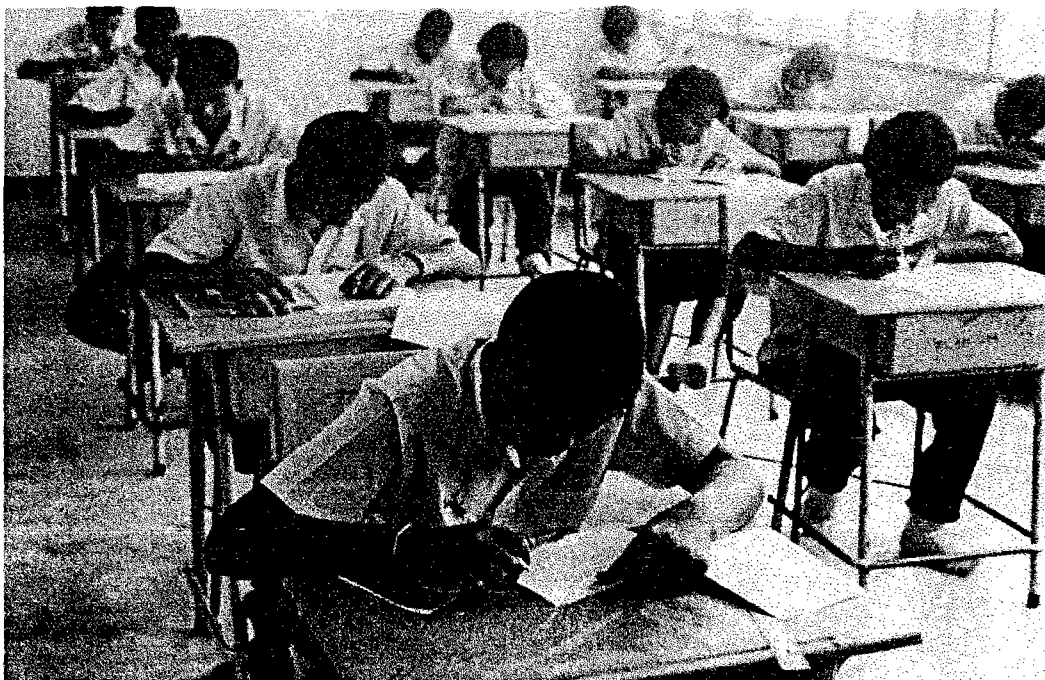
ภาพประกอบ 3 น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ที่ผู้วิจัยทดลองหมักในห้องปฏิบัติการ



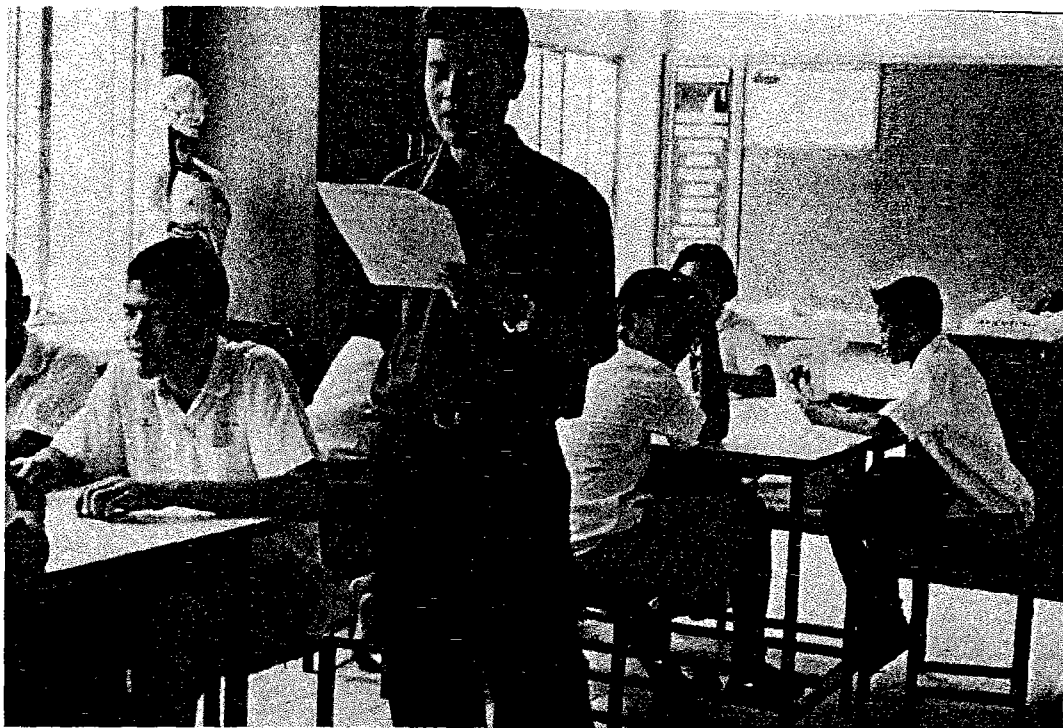
ภาพประกอบ 4 ทดลองใช้ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียน 100 คน



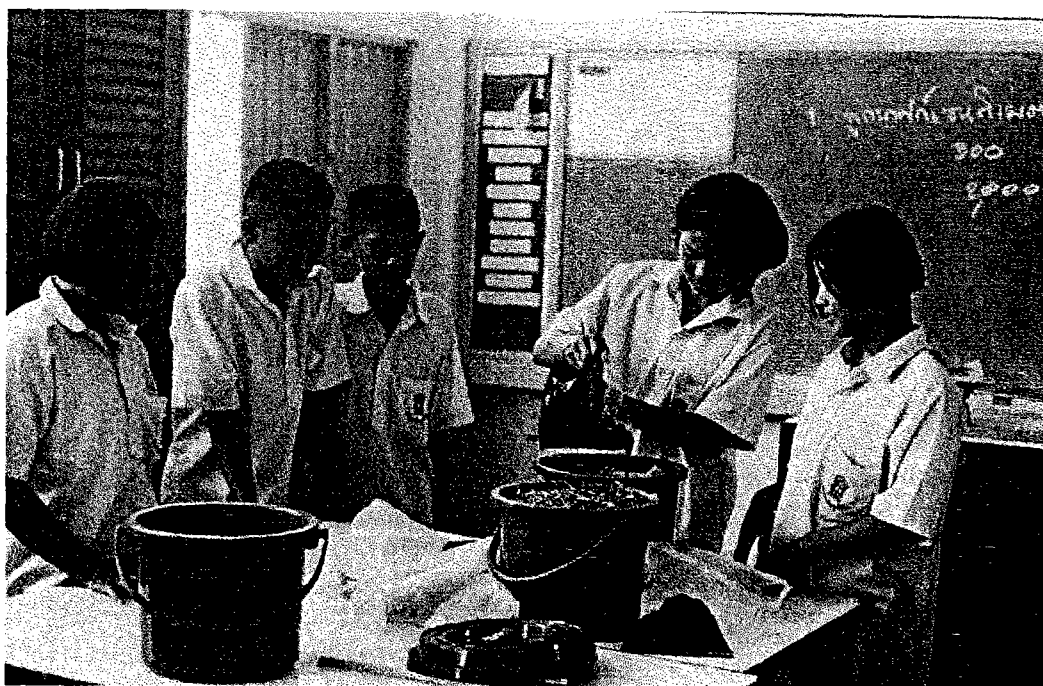
ภาพประกอบ 5 ทดลองใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 9 คน



ภาพประกอบ 6 ทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



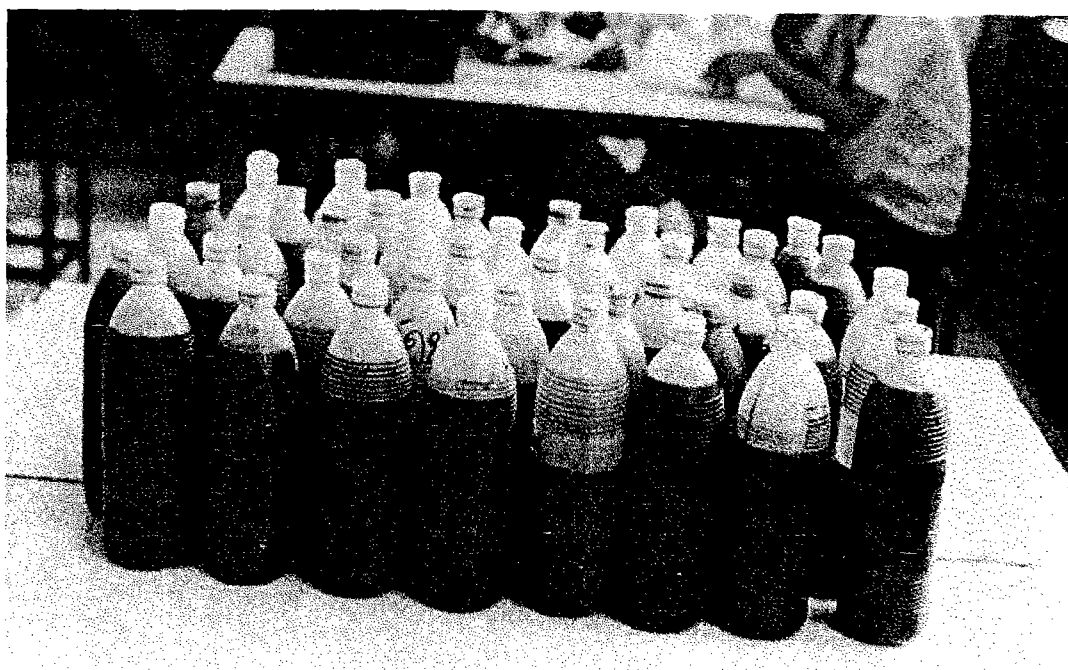
ภาพประกอบ 7 ผู้วิจัยชี้แจงการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



ภาพประกอบ 8 นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์



ภาพประกอบ 9 นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์



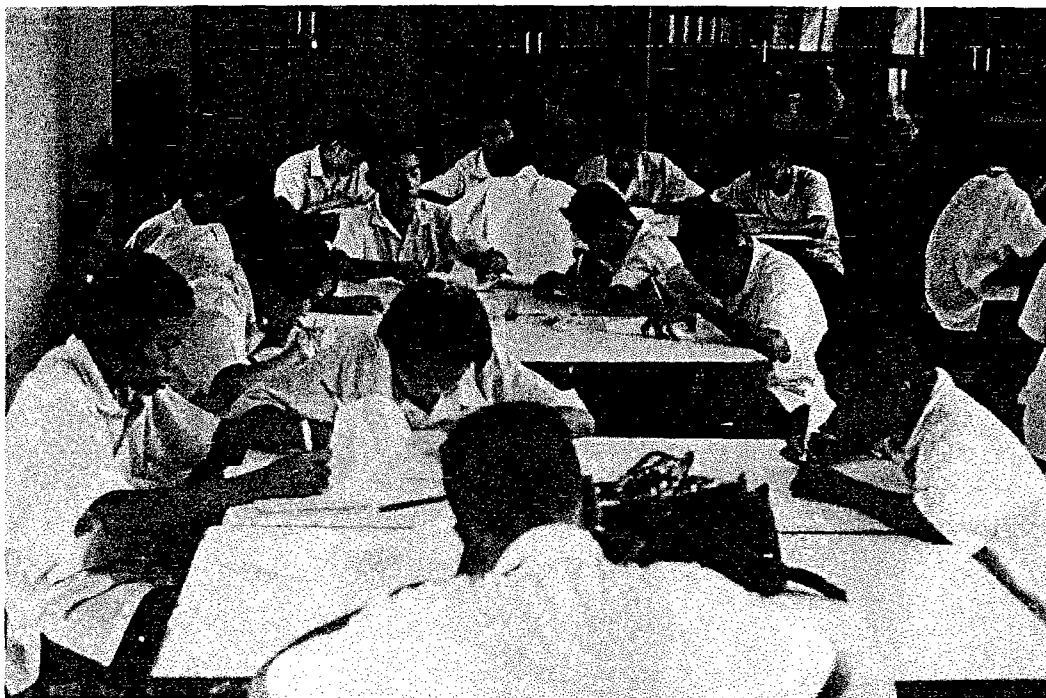
ภาพประกอบ 10 น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดลองหมัก



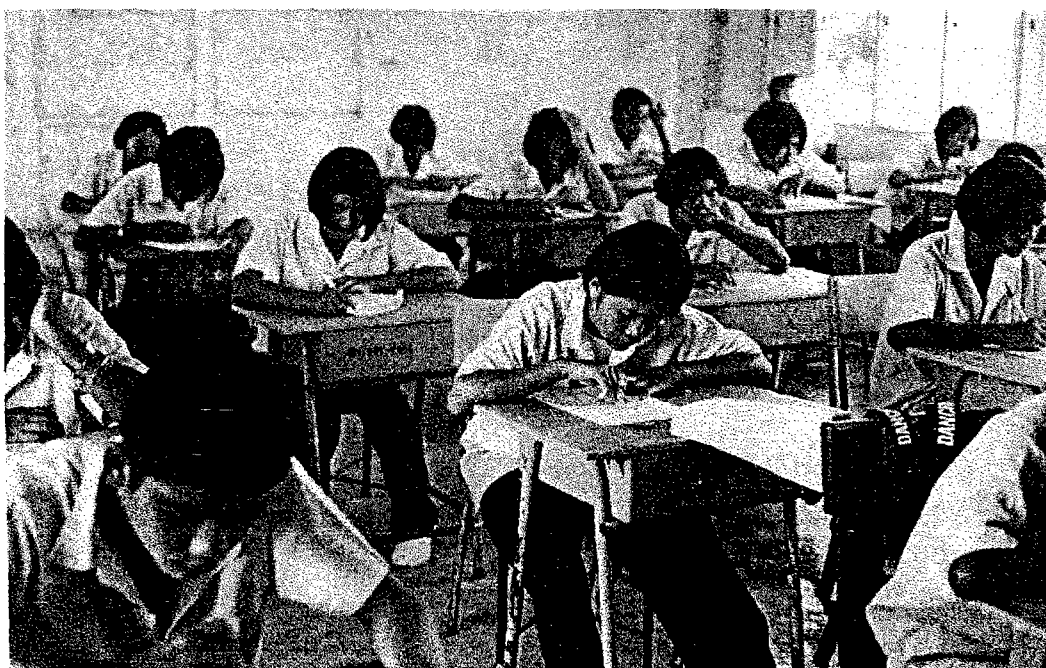
ภาพประกอบ 11 นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์



ภาพประกอบ 12 นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์



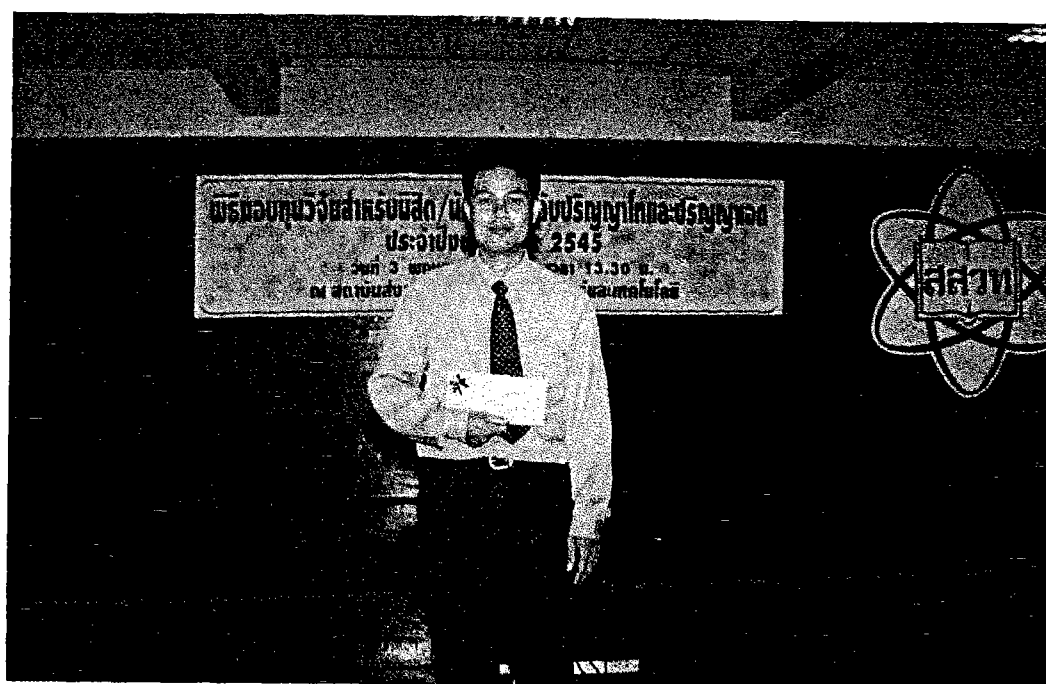
ภาพประกอบ 13 วัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน



ภาพประกอบ 14 ทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



ภาพประกอบ 15 ผู้วิจัยรับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ภาพประกอบ 16 ผู้วิจัยรับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายทวิช แจ่มจำรัส
วันเดือนปีเกิด	5 พฤศจิกายน 2517
สถานที่เกิด	อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	26/1 หมู่ที่ 3 ตำบลเดิมบาง อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี 72120
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี 72180
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2529	ประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนบ้านแหลมสะแก จังหวัดสุพรรณบุรี
พ.ศ. 2532	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนธรรมโชติศึกษาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี
พ.ศ. 2535	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนธรรมโชติศึกษาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี
พ.ศ. 2539	ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) (เกียรตินิยม) จากสถาบันราชภัฏนครปฐม
พ.ศ. 2545	กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ