

การพัฒนารูปแบบปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

พฤษภาคม 2558

การพัฒนารูปแบบปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

เมษายน 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนารูปแบบปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

พฤษภาคม 2558

จันทร์จิรา เทพดนตรี (2558). การพัฒนาบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา สำหรับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยากรทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ:

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม:

รองศาสตราจารย์ ดร.สุณีย์ เหมะประสิทธิ์, อาจารย์ ดร.ณัฏฐิกา ไตจินดา.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา และศึกษาผลของการใช้บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา ในด้าน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนและประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านท่าไม้ลาย อำเภอมือง จังหวัดชุมพร จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 15 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากโรงเรียนบ้านท่าไม้ลายเป็นโรงเรียนที่อยู่ใกล้กับสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่มีการผลิดยางแผ่นดิบโก้น้ำ สดวกต่อการพานักเรียนออกไปศึกษา ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 21 คาบๆ ละ 50 นาที ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group pretest posttest design และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ The McNemar Test (χ^2 - test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนมีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ระดับดี (ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51- 4.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. บทปฏิบัติการมีประสิทธิภาพ 78.56/81.72 ตามเกณฑ์ 80/80 บวกลบ 2.5 ที่กำหนด

DEVELOPMENT OF A PROBLEM-BASED LABORATORY KITS ON
“PARA RUBBER” FOR NINTH-GRADE STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Educational degree in Education Science and Learning Management
at Srinakharinwirot University

April 2015

Janjeera Tapedontree. (2015). *Development of a Problem-Based laboratory Kits On “Para rubber” for Ninth-Grade Students*. Master Thesis, M. Ed. (Educational Science and Learning Management). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Sunee Haemaprasith, Assoc. Prof. Dr.Nanlika Tojinda.

The purpose of this study was to develop from fifteen of ninth-grade students in the first semester of the 2014 academic year of Tamailai School , Muang District, Chumphon Province. They were taught through the Problem-Based laboratory Kits on “Para rubber”. The researcher taught them for 21 periods (50 minutes/ period). The One–Group Pretest- Posttest Design was used in the study. The data was statistically analyzed by The McNemar Test (χ^2 - test).

The results of this study revealed as follows:

1. The students' achievement posttest scores are significantly higher than the students' achievement pretest scores (at the .01 level) and pass the level of criterion (65%).
2. The students' environmental awareness posttest scores are significantly higher than the students' environmental awareness pretest scores (at the .01 level) and pass the quality of “good” level (score 3.51-4.50).
3. The Problem-Based laboratory Kits is attain the efficiency of 78.56/81.72.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาทบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ของ
จันทร์จิรา เทพดนตรี

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.2558

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์)

.....ประธาน
(อาจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุญนาค)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย)

ปริญญาบัตรฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุน
และส่งเสริมปริญญาบัตรของ
“บัณฑิตวิทยาลัย”



ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุณีย์ เหมะประสิทธิ์ สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ ดร.ณัฏฐิกา ไตจินดา สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุณนา รองอธิการบดี วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา ที่ให้ความกรุณาเป็นประธานในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย อาจารย์ผู้สอน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายประถม) ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 9 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุมาพร มุณีแนม อาจารย์คณินันต์ ลิมจิระจร อาจารย์ ดร.สมควร ไขแก้ว อาจารย์บุญเริ่ม ธิวรรณรักษ์ อาจารย์เจริญสุข รุ่งนิลรัตน์ อาจารย์สมโชค พิณวาณิช และอาจารย์ปิยะภรณ์ วงศ์วิวัฒน์ ที่ให้ความกรุณาในการประเมินเครื่องมือวิจัยต่างๆ รวมทั้งให้ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู โรงเรียนสววิทยา โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก โรงเรียนท่าข้ามวิทยา และโรงเรียนบ้านท่ามะปริง ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการจัดหานักเรียน และจัดสถานที่ในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย ตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยต่างๆ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครู โรงเรียนบ้านท่าไม้ลาย ที่อนุญาต และอำนวยความสะดวกในการทดลองใช้บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา ตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการทดลองในครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทุกคน ที่ร่วมดำเนินการทำวิจัย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และปรึกษาหารือร่วมกันมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อบุญญา เทพดนตรี คุณแม่พลับพลึง เทพดนตรี และพี่น้องทุกคน ที่เป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่งและสนับสนุนจนกระทั่งผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษา

หากคุณค่าและประโยชน์อันใดที่เกิดขึ้นจากปฏิญานพันธฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่ ญาติ
ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ล่วงลับไปแล้ว และครูอาจารย์ทุกท่านที่ยังมีชีวิตอยู่ทั้งในอดีตและ
ปัจจุบันที่ได้ให้ความกรุณาอบรมสั่งสอนและเกื้อหนุนมาโดยตลอด

จันทร์จิรา เทพดนตรี



สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
สมมติฐานในการวิจัย.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน.....	9
บทปฏิบัติการ.....	9
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	17
เอกสารเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาการเรียนรู้.....	35
เอกสารเกี่ยวกับยางพารา.....	38
เอกสารเกี่ยวกับความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม.....	50
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	58
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	64
ระยะที่ 1 เตรียมการ.....	64
ระยะที่ 2 สร้างมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
ระยะที่ 3 ดำเนินการวิจัย.....	70
ระยะที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล.....	72
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	81
สรุปผลการทดลอง.....	81
อภิปรายผล.....	82
ข้อเสนอแนะ.....	85
บรรณานุกรม.....	86
ภาคผนวก.....	96
ภาคผนวก ก.	97
ภาคผนวก ข.	99
ภาคผนวก ค.	106
ภาคผนวก ง.	109
ภาคผนวก จ.	113
ภาคผนวก ฉ.	116
ภาคผนวก ช.	138
ภาคผนวก ซ.	179
ภาคผนวก ฌ.	182
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	197

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 สรุปขั้นตอนการเรียนรู้แบบปฏิบัติการตามแนวคิดของนักการศึกษาบางท่าน.....	14
2 สรุปขั้นตอนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของนักการศึกษา บางท่าน.....	25
3 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	31
4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาของมาตรฐานการเรียนรู้ 2.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	35
5 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาการเรียนรู้กับตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ยางพารา.....	37
6 ชื่อและเวลาที่ใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการ.....	66
7 ชื่อและเวลาที่ใช้ทั้งหมดในแต่ละหน่วยย่อยของคู่มือครู.....	67
8 เกณฑ์การให้คะแนนคำตอบของแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม.....	69
9 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	70
10 แบบแผนการทดลอง.....	71
11 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทปฏิบัติการที่คิดจากค่าเฉลี่ยการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ.....	75
12 ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการ เรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด.....	76
13 ค่าเฉลี่ยความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการ เรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด.....	77
14 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน.....	78
15 เปรียบเทียบความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมรายด้านและในภาพรวมก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน.....	79
16 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน.....	80

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17 อำนาจจำแนก (t) และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบวัด ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม.....	107
18 ค่าความยากง่าย(r) ค่าอำนาจจำแนก (p) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	108
19 คะแนนความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	110
20 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	111
21 ความรู้สึต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานของ นักเรียนและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการ เรียนรู้.....	112
22 ประสิทธิภาพ (E_1) ของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา.....	114
23 ประสิทธิภาพ (E_2) ของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา.....	115

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน.....	33
3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน.....	34
4 นาฬิกาสัตว์หน้าดินบ่งชี้คุณภาพน้ำ.....	46
5 กระบวนการสร้างความตระหนัก.....	52
6 กระบวนการสร้างความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม.....	53



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและเป็นสินค้าทางการเกษตรที่ทำรายได้เป็นลำดับต้นๆ ให้แก่ประเทศไทย ส่วนใหญ่นิยมปลูกในภาคใต้ และภาคตะวันออกของประเทศ เมื่อราคายางพาราอยู่ในระดับสูง จึงจูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่ในการปลูกยางพาราเพิ่มมากขึ้น เห็นได้จากพื้นที่ปลูกยางพาราในช่วงปี พ.ศ. 2550-2555 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (กรมควบคุมมลพิษ. 2556: 1) หากไม่มีการจัดการที่เหมาะสม ในอนาคตอาจส่งผลให้ ฝนป่าถูกทำลาย สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ระบบนิเวศเสียสมดุล เกิดมลพิษในดินและแหล่งน้ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากมีการแผ้วถางป่าเพื่อขยายพื้นที่ปลูกยางพารา มีการใช้ปุ๋ยเคมี สารกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชในขั้นตอนของการปลูก และบำรุงรักษาต้นยางพารา ซึ่งทำให้เกิดการตกค้างและแพร่กระจายของสารพิษลงสู่ดินส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์หรือจุลินทรีย์ในดิน และสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ปลูกยางพารา เมื่อถูกชะล้างไหลบ่าลงสู่แหล่งน้ำก็เกิดการสะสมของธาตุอาหารส่วนเกิน บีโอดี (BOD) และปนเปื้อนสารพิษ (กรมควบคุมมลพิษ. 2556: 19-20) นอกจากนี้ยังมีการใช้กรดฟอสฟอริก และกรดแอซิติก ในขั้นตอนของการผลิตยางแผ่นดิบ ซึ่งทำให้เกิดน้ำเสียที่มีสมบัติเป็นกรดปริมาณมากถูกปล่อยทิ้งลงสู่ชั้นดินและแหล่งน้ำ ทำให้เกิดการสะสมของกรดในชั้นดินและแหล่งน้ำด้วย (สำนักงานพัฒนาถ่ายทอดเทคโนโลยี. 2551: ออนไลน์) การจะแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมดังกล่าวให้ได้ผลดีอย่างยั่งยืนในระยะยาว ต้องสร้างความรู้ทั้งในและนอกระบบ (จันทร์จิรา รัตนไพบูลย์. 2549: 10-15) และต้องสร้างความรู้ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา เพื่อให้การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างตรงจุด ทั้งนี้ต้องกระตุ้นให้ผู้เกี่ยวข้องรับรู้ เข้าใจ เกิดความคิดรวบยอด เกิดการเรียนรู้ และเห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การเกิดความตระหนัก (อนุสรณ์ กาลดิษฐ์. 2548: 52) นอกจากนี้ต้องปลูกฝังให้เกิดความรัก ห่วงแหน วิตก ห่วงใย และการปฏิบัติตนที่ถูกต้องเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง (กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. 2542: 35-36)

บุตรหลานของชาวสวนยางพาราถือเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น แม้ว่าส่วนใหญ่จะอยู่ในวัยกำลังศึกษาเล่าเรียน แต่ก็มีหน้าที่รับผิดชอบในหลายขั้นตอนของการปฏิบัติงานในสวนยางพารา ไม่ว่าจะเป็น การใส่ปุ๋ยบำรุงต้นยางพารา กรีดยาง เก็บน้ำยาง หรือแม้กระทั่งการผลิตยางแผ่นดิบที่มีหลายขั้นตอน ที่ต้องใช้ความระมัดระวังและความประณีตอย่างมาก จึงจำเป็นอย่างยิ่งต่อการปลูกฝังให้เกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม

แม้ว่าปัจจุบันหลักสูตรแกนกลางการศึกษา 2551 รายวิชาวิทยาศาสตร์สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตราฐาน ว.2.2 ได้กำหนดตัวชี้วัดที่มุ่งเน้นให้นักเรียน ได้วิเคราะห์ อภิปราย และเสนอแนวทาง ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น แต่ส่วนใหญ่ยังจัดการเรียนรู้เพียงแคในชั้นเรียน และเรียนรู้ ปัญหาสิ่งแวดล้อมในหนังสือแบบเรียน ทำให้นักเรียนเห็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการ ปฏิบัติงานในสวนยางพาราในท้องถิ่นไม่ชัดเจน จึงทำให้นักเรียนไม่เกิดความตระหนักต่อปัญหา สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น

การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และบรรลุตัวชี้วัดตาม หลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551 นั้น การบรรยายเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ เนื่องจาก นักเรียนไม่สนใจอย่างจริงจัง นักเรียนเพียงรับรู้ แต่ขาดการคิด สัมผัส และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จึงไม่เกิดความคิดรวบยอดที่นำไปสู่การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นับเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถสร้างความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ เนื่องจากรูปแบบการจัดกิจกรรมนี้ กระตุ้นความสนใจและความอยากรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียน เข้าถึงความรู้ด้วยการฟัง ดู คิด พูด ปฏิบัติ และแก้ปัญหาด้วยตนเองด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ ประกอบด้วย การนำเข้าสู่บทเรียน พัฒนามโนทัศน์ ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน สร้างผลงาน และประยุกต์ใช้ความรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปบทเรียนตามลำดับ (สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. 2554: 7-8) ซึ่งสิ่งเหล่านี้เองทำให้นักเรียน เกิดความสนใจ เข้าใจเนื้อหาของบทเรียน ตั้งใจเรียน เกิดความคิด รวบยอดเร็วขึ้น ขณะเดียวกันนักเรียนยังได้พัฒนาทักษะด้านต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อีกด้วย (วราวุธ ธีประเสริฐ. 2539: 3) นอกจากกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ก็เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ครูต้องคำนึงถึง เพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะทำให้นักเรียนบรรลุ ตามเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และช่วยให้นักเรียนบรรลุตามเป้าประสงค์ที่ครูกำหนดได้นั้น คือปฏิบัติการซึ่งนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง ด้วยตนเองด้วยการกำหนดปัญหา สังเกตและทดลองเพื่อแก้ไขปัญหา และสรุปผลข้อมูลตามลำดับ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 167-168) และการใช้ปัญหาเป็นฐานที่นักเรียนได้เรียนรู้จากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน มีส่วนร่วมในการกำหนดปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เพื่อแก้ปัญหา สรุปและประเมินค่าคำตอบและนำเสนอผลงานด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกฝน การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ อย่างมีเหตุผล ส่งผลให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจอย่างแท้จริง และจดจำได้นาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น พื้นฐาน. 2555: ออนไลน์) หากผสมผสานรูปแบบการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญและ การจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน แล้วนำปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจาก

กระบวนการทำสวนยางพาราในท้องถิ่นมาใช้จัดการเรียนรู้ นอกจากนักเรียนจะเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นอย่างลึกซึ้งและถ่องแท้แล้ว ยังทำให้การจัดการเรียนรู้ของครูมีประสิทธิภาพเกิดความสำเร็จตรงตามวัตถุประสงค์ และยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

เพื่อให้บุตรหลานชาวสวนยางพาราเกิดความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสวนยางพาราในท้องถิ่น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานเรื่องยางพาราที่ผสมผสานรูปแบบการจัดกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและบทปฏิบัติการโดยนำเอาปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการทำสวนยางพาราในท้องถิ่นมาใช้จัดการเรียนรู้ และสนใจจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านท่าไม้ลาย อ. เมือง จังหวัดชุมพรซึ่งผู้วิจัยเลือกเป็นตัวแทนของบุตรหลานชาวสวนยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ผู้วิจัยคาดหวังว่าหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการดังกล่าวแล้ว จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นและบทปฏิบัติการมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานในประเด็นต่อไปนี้
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียน
 - 2.2 ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ

ความสำคัญของการวิจัย

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติงานในสวนยางพารา ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และแนวทางการป้องกันแก้ไขปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา
2. บทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นทำให้นักเรียนมีความรู้และเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม
3. ได้แนวทางในการสร้างบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน สำหรับครูวิทยาศาสตร์นำไปใช้จัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสในตำบลวังใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 4 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 64 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านท่าไม้ลาย ตำบลวังใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 15 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive selection) โดยเลือกมาจากโรงเรียนขยายโอกาสในพื้นที่ตำบลวังใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ที่อยู่ห่างจากสวนยางพาราเชิงเดียวที่มีการผลิตยางแผ่นดิบใกล้แหล่งน้ำ ไม่เกิน 2 กิโลเมตร

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยทำการทดลองใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 21 คาบ (คาบละ 50 นาที)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เนื้อหาเรื่อง ยางพารา ซึ่งประกอบด้วย 3 หน่วยย่อย คือ 1) รู้ให้ซึ่งถึงรูปแบบการทำสวนยางพารา 2) จากต้นกล้าสู่ยางแผ่น และ 3) การป้องกันแก้ไขปัญหาล้างแฉะจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐาน ว 2.2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

พื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย

พื้นที่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ สวนยางพาราเชิงเดียวของเกษตรกรในตำบลวังใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี ยาปราบศัตรูพืชและผลิตยางแผ่นดิบใกล้กับแหล่งน้ำ และห่างจากโรงเรียนบ้านท่าไม้ลายเป็นระยะทาง 1 กิโลเมตร

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้นคือ การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม
 - 2.2 ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา** หมายถึง ชุดเอกสาร กิ่งชี้แนะแนวทางที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบปฏิบัติการผสมผสานกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้คิด ออกแบบ และดำเนินการทดลองเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา และแก้ไขผลกระทบที่เกิดขึ้นด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำปรึกษา ประกอบด้วย 3 บทปฏิบัติการคือ 1) นักสืบสวนยาง 2) สะเทือนใจภัยน้ำท่วม และ 3) ร่วมใจพิชิตน้ำท่วม โดยแต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย 1) บทนำ 2) แนวทางการทำบทปฏิบัติการ 3) ใบความรู้ 4) แบบรายงานผลการทดลอง และ 5) คำถามท้ายบทปฏิบัติการ

2. **คู่มือครูประกอบการใช้บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา** หมายถึง ชุดเอกสารสำหรับครูใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่องยางพารา และเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนทำบทปฏิบัติการ ประกอบด้วย 3 หน่วยงานย่อย ได้แก่ 1) ฐิติให้ซึ่งถึงรูปแบบการทำสวนยางพารา 2) จากต้นกล้าสู่ยางแผ่น และ 3) การป้องกันแก้ไขปัญหาล้างสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ โดยแต่ละหน่วยงานย่อยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ใบความรู้ ใบงานพร้อมเฉลย บทปฏิบัติการที่ประกอบไปด้วย 1) บทนำ 2) ข้อเสนอแนะสำหรับครู 3) แนวทางการจัดกิจกรรมสำหรับครู 4) แนวคำตอบรายงานผลการทดลอง 5) แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการ และ 6) แบบประเมิน

3. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา ของนักเรียน วัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูมปรับปรุงใหม่ แต่เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้มุ่งเน้นด้านความคิดสร้างสรรค์มากนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของนักเรียน เพียง 5 ด้าน

3.1 **ความจำ (Remembering)** หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุนได้ และบอกชื่อได้ เช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้

3.2 ความเข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง เช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้

3.3 การประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา เช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้

3.4 การวิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบาย ลักษณะการจัดการ เช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้

3.5 การประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิเคราะห์ ตัดสิน เช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้

สำหรับเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การผ่านที่ ร้อยละ 65 ซึ่งเป็นเกณฑ์การผ่านในระดับค่อนข้างดีของทุกรายวิชาสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลายที่กระทรวงศึกษาธิการ (2554ก: 22) กำหนด

4. ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม หมายถึง การรู้ประจักษ์ชัดในเรื่อง ผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขั้นตอนการปฏิบัติงานในสวนยางพารา จนนำไปสู่การแสดงออกทางด้าน พฤติกรรมที่เหมาะสมต่อการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบวัดความตระหนัก ต่อสิ่งแวดล้อมแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ วัดพฤติกรรม ที่แสดงออก 4 ด้าน ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแนวคิดของ กิตติภูมิ มีประดิษฐ์ (2542: 35-36) ดังนี้

4.1 ความรู้ที่ชัดเจนและซาบซึ้ง หมายถึง เข้าใจอย่างถ่องแท้ในเรื่อง ผลกระทบ ของการปฏิบัติงานในสวนยางพาราที่ส่งผลต่อทรัพยากรดินและน้ำ รู้ว่าการกระทำใดก่อให้เกิดผลดี และผลเสียต่อทรัพยากรดินและน้ำ

4.2 ความรักและห่วงแหน หมายถึง รักและห่วงแหน ทรัพยากรดินและน้ำ ที่ได้รับผลกระทบจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา มีความรู้สึกที่ดีต่อการรักษาทรัพยากรดินและน้ำ

4.3 ความวิตกกังวลและห่วงใย หมายถึง รู้สึกเป็นห่วงและกังวลถึงปัญหาจากการ ปฏิบัติงานในสวนยางพาราที่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรดินและน้ำ ที่เกิดขึ้นและที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ในอนาคต

4.4 การปฏิบัติที่ถูกต้องเหมาะสม หมายถึง การกระทำที่ถูกต้องเกี่ยวกับการ ปฏิบัติงานในสวนยางพาราที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรดินและน้ำ และแก้ไขการกระทำ ที่ไม่ถูกต้องในการปฏิบัติงานในสวนยางพารา

สำหรับเกณฑ์การประเมินความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การผ่านที่ช่วง ค่าเฉลี่ย ระหว่าง 3.5-4.52 ซึ่งอยู่ในระดับดี ตามเกณฑ์การแปลผลของบุญชม ศรีสะอาด (2554: 209)

5. ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน หมายถึง บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของบทปฏิบัติการไว้ที่ระดับ 80/80

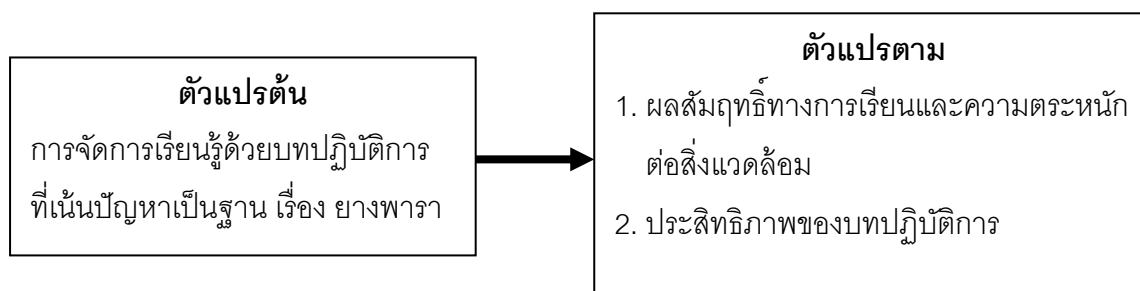
80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน คิดเป็นร้อยละจากการทำปฏิบัติการทดลอง การทำรายงานผลการทดลอง และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน คิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการ และการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

สำหรับการยอมรับประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ถือค่าความแปรปรวนร้อยละ 2.5 คือ ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 2.5 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520: 134-136)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ฝึกการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการทดลอง กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะนิสัยใฝ่รู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เรียนรู้ได้ดี เข้าใจ และจดจำได้นาน (ภพ เลหาไพบุลย์. 2542: 171; ทิศนา แชมมณี. 2555: 336) ซึ่งจากงานวิจัยของ วารีย์ บุญลือ (2550: 70) พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และจากงานวิจัยของบาศรีและคนอื่นๆ (Basri; et al. 2011: 36-41) และ กอคเมน (Gokmen. 2008: 43-45) พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานขึ้นที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบทปฏิบัติการผสมผสานกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน และใช้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานในสวนยางพาราในท้องถิ่นของนักเรียน มาใช้จัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ซึ่งสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดดังแสดงในภาพประกอบ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 65
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน มีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมผ่านเกณฑ์ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51- 4.50)
4. บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอตามหัวข้อ
ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน
2. เอกสารเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาการเรียนรู้
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับยางพารา
4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม
5. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

1.1 บทปฏิบัติการ

1.1.1 ความหมาย

สำหรับความหมายของบทปฏิบัติการ มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการ หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ด้วยการสังเกต ทดลอง และสรุปหาความจริง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษา (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2556: 348; พันศักดิ์ สายแสงจันทร์. 2544: 18)

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายที่เกี่ยวข้องกับ บทปฏิบัติการพอสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ทฤษฎี ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่กำหนด ผ่านการสังเกต ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล อภิปรายผล และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา (บุญชม ศรีสะอาด. 2541: 68; โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม. 2550: 7; อภรณ์ ใจเที่ยง. 2553: 159; ทิศนา แหม่มณี. 2555: 333)

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมการทดลอง เตรียมขั้นตอน และกระบวนการในการทดลองให้เป็นอย่างดี นักเรียนเพียงปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดในหนังสือปฏิบัติการ โดยมีครูเป็นผู้ควบคุมดูแล

(Kelly; & Finlayson. 2007: 347; citing Domin. 1999)

จากความหมายของบทปฏิบัติการที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการ หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามขั้นตอน ด้วยการสังเกต ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองด้วยตนเอง โดยครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำปรึกษา บ้างก็มีหน้าที่ควบคุมดูแล

1.1.2 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

สำหรับจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการคือ การส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรง ด้วยการลงมือปฏิบัติ นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และฝึกทักษะทางสังคมจากการทำงานกลุ่ม (ดวงเดือน เทศวานิช. 2530: 120; ภาพ เลหาไพบูลย์. 2542: 167; โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม. 2550: 7; อภรณ์ ใจเที่ยง. 2553: 156)

2. จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการคือ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิด ความสนใจ เจตคติ ความพึงพอใจ ความมีใจกว้าง ความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถทางสติปัญญา ตลอดจนความสามารถทางการปฏิบัติ (ธนวรรณ โสมน้อย. 2548: 18; อ้างอิงจาก Anderson. 1976: 60-79; Hofstein & Lunetta. 1982: 203)

จากจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้แบบปฏิบัติการคือ การมุ่งเน้นให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ผ่านกระบวนการทดลองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มด้วยการเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงและทำงานเป็นขั้นตอนตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา และการแสวงหาความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนอกจากจะทำให้ นักเรียนจดจำได้นานแล้ว ยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิด ความสนใจ เจตคติ ความพึงพอใจ ความมีใจกว้าง ความอยากรู้อยากเห็นในวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถทางสติปัญญา ตลอดจนความสามารถทางการปฏิบัติอีกด้วย

1.1.3 รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

สำหรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการมีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้สามารถสรุปหลักๆ ได้ดังนี้

1. ทำตามบทปฏิบัติการหรือแบบฝึกหัดคือ รูปแบบการทดลองที่มุ่งเน้นให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนของครู หรือตามตำราที่อธิบายวิธีการพร้อมทั้งบอกข้อสรุปไว้แล้ว นักเรียนเพียงปฏิบัติตามคำอธิบายในแต่ละขั้นตอน มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในข้อเท็จจริง หรือมโนคติ เน้นการตรวจสอบหลักการ กฎ และทฤษฎี

2. กึ่งชี้แนะแนวทางคือ รูปแบบการทดลองที่ถือได้ว่าเป็นทางสายกลางระหว่างการทดลองเชิงวิทยาศาสตร์กับการทดลองเชิงฝึกหัด โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้คิดออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองด้วยตนเอง ส่วนครูอยู่ในฐานะที่ปรึกษาและให้คำแนะนำช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ซึ่งเหมาะกับวัยของนักเรียน

3. ทดลองแบบแท้จริงคือ รูปแบบการทดลองที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดขั้นสูงด้วยการให้นักเรียนกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง (ภาพ เลาน์ไพบูลย์. 2542: 169; สุณีย์ เหมะประสิทธิ์. 2543: 87-88; สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531: 586-587)

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างบทปฏิบัติการแบบกึ่งชี้แนะแนวทาง ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหา คิดออกแบบ และวางแผนการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา

1.1.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

สำหรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ดังนี้

สุวิมล เขียวแก้ว (2527: 85) ได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ครูกำหนดปัญหา
2. ครูเสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูล หรือการใช้ตามทีระบุไว้ในแบบเรียน
3. นักเรียนลงมือปฏิบัติการ เพื่อรวบรวมข้อมูลตามวิธีการที่ได้รับการเสนอแนะ
4. นักเรียนจัดทำตารางแสดงข้อมูล เขียนกราฟ ตามทีระบุไว้ในบทปฏิบัติการ
5. นักเรียนตอบคำถามของครู โดยใช้ข้อมูลจากการทดลอง
6. นักเรียนและครูช่วยกันรวบรวมคำตอบ เพื่อสรุปเป็นมโนคติที่สำคัญ หรือเนื้อหาของสิ่งที่ศึกษา

ดวงเดือน เทศวานิช (2530: 120) ได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ขั้นนำเป็นการนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดแรงจูงใจ ผู้สอนชี้แจงจุดมุ่งหมาย เสนอแนะสิ่งที่จะทำการทดลอง อธิบายวิธีการทดลอง หรือแจกคำแนะนำในการทดลอง ครูอาจมีการสาธิตการทดลองที่นำไปสู่ปัญหาที่ใช้ในการศึกษา

2. ขั้นทดลอง นักเรียนทำการทดลองเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล ทดลองในปัญหาเดียวกันหรือปัญหาที่แตกต่างกัน โดยครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา

3. เสนอผลการทดลองและสรุป หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้วให้นักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลร่วมกัน โดยครูคอยให้คำแนะนำ หรือนักเรียนและครูช่วยกันสรุปผล

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 168-169) ได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา เป็นการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากความต้องการเสาะแสวงหาคำตอบ

2. ขั้นทดลองและสังเกต เป็นการดำเนินการทดลองและสังเกตผลการทดลองว่ามีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้นบ้าง

3. ขั้นสรุปผลการทดลอง เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลองและการสังเกต

ทศนา เขมมณี (2555: 333-334) ได้กล่าวเกี่ยวกับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ครูและนักเรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง
2. ครูให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง ให้ขั้นตอนและรายละเอียดในการทดลองแก่นักเรียน

3. นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง

4. นักเรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองและสรุปการเรียนรู้

6. ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการข้างต้นพบว่า มีบางขั้นตอนเหมือนกันและบางขั้นตอนแตกต่างกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการของ นักการศึกษาดังกล่าว ดังตาราง 1 และได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการไว้ 3 ขั้นตอน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา ดังนี้

1. กำหนดปัญหา นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาในการทดลอง
2. ทดลองและบันทึกผล นักเรียนดำเนินการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บันทึกผล และจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
3. อภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้ นักเรียนนำผลการทดลองที่ได้มาอภิปรายและสรุป ร่วมกันในกลุ่ม แล้วอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อสรุปหลักการและความคิดรวบยอดที่ได้จากการทดลอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา



ตาราง 1 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการตามแนวคิดของนักการศึกษาบางท่าน

นักการศึกษา				ผู้วิจัย
สุวิมล เขียวแก้ว (2527)	ดวงเดือน เทศวานิช (2530)	ภาพ เลหาไพบูลย์ (2542)	ทิตินา แซมมณี (2555)	
1. กำหนดปัญหา 2. เสนอแนะวิธีการเก็บข้อมูล 3. ทดลองและเก็บข้อมูล 4. บันทึกผลและจัดกระทำข้อมูล 5. ตอบคำถามจากการทดลอง 6. รวบรวมคำตอบและสรุป	1. นำเข้าสู่บทเรียน 2. ทดลอง 3. เสนอผลการทดลองและสรุป	1. กำหนดปัญหา 2. ทดลองและสังเกต 3. สรุปผลการทดลอง	1. กำหนดปัญหาและสมมติฐาน 2. ทำความเข้าใจเนื้อหาและขั้นตอนการทดลอง 3. ทดลองและบันทึกผล 4. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง 5. อภิปรายผลและสรุปการเรียนรู้ 6. ประเมินผลการเรียนรู้	1. กำหนดปัญหา 2. ทดลองและบันทึกผล 3. อภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้

1.1.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ

สำหรับประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติการทดลอง
2. นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ ทำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้
3. นักเรียนได้เรียนรู้จากของจริงผ่านกระบวนการต่างๆ ได้พิสูจน์ ทดสอบเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง เข้าใจและจดจำได้นาน
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง
5. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเชื่อจากการพิสูจน์ด้วยการทดลอง
6. ฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต และคิดอย่างมีเหตุผล
7. ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และการเรียนวิทยาศาสตร์ (ดวงเดือน เทศวานิช. 2530: 119; โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม. 2550: 9; ทิศนา แหมมณี. 2555: 336)

1.1.6 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับบทปฏิบัติการ

กานต์วี ใจงาม (2545: 72) ได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การผลิตแก๊สไฮโดรเจนจากพืชในท้องถิ่น แบบกำหนดแนวทางและศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอุ้มทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพด้านความรู้ 79.16/82.79 มีประสิทธิภาพด้านทักษะปฏิบัติ 85.54/86.70 และนักเรียนร้อยละ 75 มีความพึงพอใจในการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผ่องฤดี พวงประดิษฐ์ (2546: 67) ได้พัฒนาบทปฏิบัติการ เรื่อง การย้อมด้ายฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากใบพืชตามความนิยมของท้องถิ่น แบบกำหนดแนวทาง และศึกษาผลของการใช้บทปฏิบัติการกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านตาตุมวง อำเภอวิเศษ จังหวัดสกลนคร ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ เรื่อง การย้อมด้ายฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากใบพืชตามความนิยมของท้องถิ่น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในระดับปานกลาง มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะด้านการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก

พรยมล บัวศรี (2546: 84-93) ได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 แบบกำหนดแนวทาง เพื่อศึกษา 1) ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ 2) ผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และ 3) เจตคติของนักเรียนต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี ผลการศึกษาพบว่า บทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 77.5/79.33 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีผลการเรียนด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีผลการเรียนด้านทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าระดับดี

อรทัย ศรีสมชัย (2547: 61-68) ได้พัฒนาบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษาในโรงเรียน เพื่อศึกษา 1) ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ 4) ความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษาในโรงเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนิคมสงเคราะห์ ตำบลจปร. อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่า บทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 86.48/87.87 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษาในโรงเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และมีความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

อัมพร กรุดวงศ์ (2548: 110-124) ได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จังหวัดนครปฐม แบบกำหนดแนวทางเพื่อศึกษา 1) ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ 2) ผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และ 3) เจตคติของนักเรียนต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลการศึกษาพบว่า บทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 78.25/79.50 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน มีผลการเรียนด้านความรู้ ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นสูงขึ้นตามลำดับและสูงกว่าระดับดี

ศุภพงษ์ คล้ายคลึง (2548: 43) ได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แบบมุ่งเน้นให้นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบ จากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลและนำมาสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมกุฏเมืองราชวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ระยอง เขต 2 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีคะแนนการประเมินทักษะการทดลองหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.1.7 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวกับบทปฏิบัติการ

เคลลี และฟินเลย์สัน (Kelly; & Finlayson. 2007: 347) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการแบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักศึกษาเคมีชั้นปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมกับการทำบทปฏิบัติการ โดยให้นักศึกษาเป็นผู้สร้างเป้าหมายในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการพัฒนาทักษะการทำงานกลุ่ม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการรูปแบบเดิม

ทูอิสซุซ (Tuysuz. 2010: 37-53) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในประเทศตุรกี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการเสมือนจริงที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมแฟลช(Flash) จำนวน 16 ปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการแบบเดิม

จากงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบ่งได้ 3 รูปแบบคือ แบบทดลองอย่างแท้จริง แบบกึ่งชี้แนะแนวทาง และแบบทำตามบทปฏิบัติการ ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่ทำการศึกษาโดยใช้บทปฏิบัติการแบบกำหนดแนวทาง การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการทดลอง เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สูงกว่าระดับดี มีทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนได้พัฒนาทักษะการทำงานกลุ่มอีกด้วย

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)

1.2.1 ความหมาย

สำหรับความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้ พอสรุปดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ให้นักเรียนค้นคว้าและแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2553: 333; วัลลี สัตยาชัย. 2547: 16-17)

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดของทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญญาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (Context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะ

ในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาที่เรียน
(สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2545: 1)

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน ควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนคิด ดำเนินการเรียนรู้ กำหนดวัตถุประสงค์ และเลือก แหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษา (ศศิธร เวียงวะลัย. 2556: 15)

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสรวคนิยมที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของ นักเรียน มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาและศึกษาค้นคว้าเพื่อแก้ไขปัญหา นักเรียนเป็นผู้คิด กำหนดวัตถุประสงค์ดำเนินการเรียนรู้ และเลือกแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ปรึกษา

1.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำหรับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มี นักการศึกษาบางท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน คือ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรวคนิยม (Constructivism) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้าง ความรู้จากความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (Context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตาม ศาสตร์ในสาขาวิชาที่นักเรียน ซึ่งการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้สร้างความรู้ใหม่ (กาญจนา จันทร ประเสริฐ. ม.ป.ป: 5; วิทยาลัยนครราชสีมา. 2556: 35-36)

1.2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำหรับลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีนักการศึกษา หลายท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง (student-centered learning)

1.2 การเรียนรู้เกิดขึ้นในกลุ่มนักเรียนที่มีขนาดเล็ก

1.3 ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (guide)

1.4 ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้

1.5 ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจมี คำตอบได้หลายคำตอบ หรือแก้ไขปัญหาก็ได้หลายทาง (ill- structure problem)

1.6 นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ๆ ด้วยตนเอง
(self-directed learning)

1.7 ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ
(authentic assessment) ของนักเรียน (วิทยาลัยนครราชสีมา. 2556: 36; สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2545: 1)

2. ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น
ตัวกระตุ้น

2.2 ปัญหาที่นำมาใช้ในการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้
ในชีวิตจริง

2.3 นักเรียนเรียนรู้โดยการนำตนเอง ค้นหา และแสวงหาความรู้เพื่อตอบปัญหา
ด้วยตนเอง

2.4 นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยเพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้และข้อมูล
ร่วมกัน

2.5 การเรียนรู้มีลักษณะบูรณาการความรู้และทักษะกระบวนการต่างๆ เพื่อให้
นักเรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด

2.6 ความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้จะได้มาหลังจากผ่านกระบวนการจัดการ
เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น

2.7 การประเมินผลเป็นการประเมินจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการ
ปฏิบัติงาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2555: ออนไลน์; สำนักงานเลขาธิการ
สภาการศึกษา. 2550: 2)

3. ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดปัญหา

3.2 มีการเรียนรู้ที่มีลักษณะบูรณาการความรู้

3.3 มีการจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนคิด โดยครูเป็นผู้
ให้คำแนะนำปรึกษา (Utecht. 2003: 7; citing Torp; & Sage. 2002)

จากลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า
ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) คือ การเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็น
ศูนย์กลาง มีสถานการณ์หรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ปัญหาที่นำมาใช้เป็นปัญหาที่พบ
เห็นได้ในชีวิตประจำวันหรือมีโอกาสเกิดขึ้นจริง เป็นปัญหาที่คลุมเครือ มีหลายคำตอบ นักเรียนเป็นผู้

แก้ปัญหาโดยการแสวงหาคำตอบด้วยตนเองและหาคำตอบเป็นกลุ่มย่อย มีการบูรณาการความรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะด้านต่างและจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนคิด และมีการ ประเมินผลตามสภาพจริงจากความสามารถในการปฏิบัติของนักเรียน ความรู้ของนักเรียนเกิดขึ้น ภายหลังจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้ว

1.2.4 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำหรับลักษณะสำคัญของปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มี นักการศึกษาบางท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และเกิดจากประสบการณ์ของนักเรียน หรือ นักเรียนมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น
2. เป็นปัญหาที่พบบ่อยๆ มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบเพียงพอสำหรับการค้นคว้า
3. เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจน ตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน คลุมเครือ สร้างคำถามหรือเกิดความสงสัยในใจของนักเรียน
4. เป็นปัญหาที่เป็นประเด็นข้อขัดแย้ง ข้อถกเถียงในสังคม ยังไม่มีข้อยุติ
5. ปัญหาอยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่นักเรียนอยากรู้ แต่ไม่รู้
6. เป็นปัญหาที่สร้างความเดือดร้อนเสียหาย เกิดโทษภัย และเป็นสิ่งที่ไม่ดี ไม่พึงปรารถนาในสังคม
7. เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่า จริง ถูกต้อง แต่นักเรียนไม่เชื่อว่าจริง ไม่สอดคล้อง กับความคิดของนักเรียน
8. เป็นปัญหาที่อาจมีคำตอบหรือมีแนวทางในการแสวงหาคำตอบได้หลายทาง ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา
9. เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องสำรวจ ค้นคว้า และรวบรวม ข้อมูลหรือทดลองก่อนถึงจะได้คำตอบ
10. เป็นปัญหาที่ส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะ (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2553: 335; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550: 3-4)

1.2.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำหรับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีนักการศึกษากล่าวไว้หลายท่านดังนี้

อานุกาพ เลชะกุล (ม.ป.ป. 4) กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. เมื่อนักเรียนได้รับโจทย์ปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาเพื่อให้เกิดความกระจ่างชัดในโจทย์ปัญหา เพื่อให้เข้าใจตรงกัน
2. การจับประเด็นข้อมูลที่สำคัญหรือระบุปัญหาในโจทย์
3. ระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ปัญหา อภิปราย หาคำอธิบายแต่ละประเด็นปัญหาว่าเป็นอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร ความเป็นมาอย่างไร โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมเท่าที่นักเรียนมีอยู่
4. ตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบของปัญหาในประเด็นต่างๆ พร้อมจัดลำดับความสำคัญของสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยมีเหตุผล
5. นักเรียนประเมินว่ามีความรู้เรื่องอะไรบ้าง มีเรื่องอะไรที่ยังไม่รู้หรือขาดความรู้ และความรู้อะไรที่จำเป็นต้องใช้เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
6. ค้นคว้าหาข้อมูลและศึกษาเพิ่มเติมจากทรัพยากรการเรียนรู้ต่างๆ เช่น หนังสือตำรา วารสาร สื่อการเรียนรู้ต่างๆ ศึกษาในห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน อินเทอร์เน็ต หรือปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาสาขาเฉพาะ เป็นต้น พร้อมทั้งประเมินความถูกต้อง
7. นำข้อมูลหรือความรู้ที่ได้มาสังเคราะห์อธิบาย พิสูจน์สมมติฐาน และประยุกต์ให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหา พร้อมสรุปเป็นแนวคิดหรือหลักการ

ชวาร์ท และคนอื่นๆ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2555: 337; อ้างอิงจาก Schwartz; et al. 2001: 2) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. เนิ้ปัญหา
2. สำนวญความรู้เกี่ยวกับปัญหาที่มีในสมาชิกทุกคนของกลุ่ม
3. ตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และทดสอบสมมติฐานที่ตั้ง
4. ระบุสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหา
5. แบ่งกลุ่มย่อยเพื่อค้นคว้าหาข้อมูลในการแก้ปัญหา
6. รวบรวมความรู้ที่ได้จากกลุ่มย่อยมาใช้แก้ปัญหา
7. หากยังแก้ปัญหาไม่ได้ให้ดำเนินการในข้อ 3-6 ใหม่จนกว่าจะแก้ปัญหาได้
8. สรุปความรู้ที่ได้ทั้งทางด้านเนื้อหาและกระบวนการ

กลุ่ม กรไกร (2556: 5-6) กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า อาจแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของปัญหาที่ศึกษา และในขั้นที่ 1 - 3 อาจใช้เวลาเป็นชั่วโมง ซึ่งขั้นตอนต่างๆประกอบด้วยภาระงาน และกิจกรรมดังนี้

1. การระบุปัญหา (Definition) ซึ่งอาจใช้เวลาประมาณ 10 นาที โดยนักเรียนจะร่วมกันทำกิจกรรมดังนี้
 - 1.1 แต่งตั้งประธานกลุ่ม และเลขานุการกลุ่มแล้วอภิปรายเบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหาที่ครูนำเสนอเพื่อจุดประกายความคิด
 - 1.2 ระบุความรู้สึกของสมาชิกที่มีต่อปัญหาดังกล่าว
 - 1.3 ระบุวิธี และจัดทำรายการวิธีที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา
2. การวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) ซึ่งอาจใช้เวลาประมาณ 30 นาที โดยนักเรียนจะร่วมกันทำกิจกรรมต่อไปนี้
 - 2.1 ระดมสมองหรือระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาของแต่ละวิธี ให้ระบุและจัดทำรายการไว้
 - 2.2 วิเคราะห์คำอธิบาย หรือรายละเอียดในการตีความหมายของแต่ละวิธีที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
 - 2.3 จัดลำดับของวิธีการที่น่าจะนำมาใช้แก้ปัญหาได้โดยเรียงลำดับความเป็นไปได้
3. การกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา (Research Aims) ซึ่งอาจใช้เวลาประมาณ 15 นาที โดยนักเรียนจะร่วมกันทำกิจกรรมต่อไปนี้
 - 3.1 กำหนดสมมติฐานในการแก้ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการสืบสอบค้นคว้าเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
 - 3.2 ระบุสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ คือ ความรู้หรือข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
 - 3.3 ระบุภาระงานที่จะต้องปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้หรือข้อมูลนั้น แล้วแบ่งหน้าที่สมาชิกในการสืบสอบค้นคว้าตามภาระงานนั้น
 - 3.4 กำหนดวิธีการติดต่อสื่อสารระหว่างสมาชิกในช่วงเวลาที่แต่ละคนปฏิบัติหน้าที่ตามภาระงานของตน
4. ลงมือแก้ปัญหา (Research) ซึ่งอาจใช้เวลาแตกต่างกันไปคือ อาจใช้เวลา 1-3 ชั่วโมง หรือนานเป็นสัปดาห์ โดยนักเรียนจะร่วมกันทำกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

4.1 สืบสอบ หรือค้นหาความรู้ หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

4.2 นำความรู้ หรือข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์ หรือสรุปให้สมบูรณ์ตามภาระงานที่ตนได้รับมอบหมายพร้อมจัดทำแหล่งอ้างอิง หรือที่มาของความรู้หรือข้อมูลสำหรับการค้นคว้าต่อไป

5. สรุป หรือสังเคราะห์ผลการแก้ปัญหา (Synthesis) ซึ่งอาจใช้เวลา 1-2 ชั่วโมง โดยนักเรียนจะร่วมกันทำกิจกรรมดังต่อไปนี้

5.1 ร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับปัญหาที่ร่วมกันแก้ไข

5.2 นำความรู้ที่แต่ละคนได้รับมาสังเคราะห์ร่วมกันว่าสิ่งที่ได้มานั้นช่วยแก้ปัญหาได้หรือไม่

5.3 สรุปผลการแก้ปัญหาของกลุ่ม

5.4 สะท้อนความคิดในเชิงของการเรียนรู้ที่ได้รับจากกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้ปฏิบัติ

กราฟ และโคลมอส (Graaff; & Colmos. 2003: 659) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. อธิบายแนวคิดหรือหลักการ
2. กำหนดปัญหา
3. วิเคราะห์ปัญหา
4. หาคำอธิบายปัญหา
5. กำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้
6. สืบค้นข้อมูล
7. รายงานผลและทดสอบข้อมูลใหม่

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานข้างต้นพบว่า มีบางขั้นตอนเหมือนกัน และบางขั้นตอนแตกต่างกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักการศึกษาดังกล่าว ดังตาราง 2 และได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ขั้นตอน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา นักเรียนระบุปัญหาในการเรียนรู้จากสิ่งที่นักเรียนสนใจ
2. วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนร่วมมือกันวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ เพื่อหาแนวทางในการค้นหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหา
3. ศึกษาค้นคว้าและแก้ไขปัญหา นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องการรู้ วิธีการค้นหาความรู้ และดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่นักเรียนกำหนด

4. วิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ ร่วมกันทบทวนปัญหา นำความรู้ที่ได้ของแต่ละคนในกลุ่มมาสังเคราะห์เพื่อดูว่าเพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาหรือไม่

5. สรุปผลการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละคนสรุปผลการแก้ปัญหว่าข้อมูลมีความเหมาะสมต่อการแก้ปัญหาหรือไม่และสรุปผลการแก้ปัญหของกลุ่ม แล้วนักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

6. นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบของค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย โดยให้นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันประเมินผลงาน



ตาราง 2 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของนักการศึกษาบางท่าน

นักการศึกษา				ผู้วิจัย
ชวาร์ทซ์ และคนอื่นๆ (Schwartz; et al. 2001)	กราฟ และโคลมอส (Graaff; & Colmos.2003)	ชอุ่ม กรไกร (2556)	อานุกาพ เลชะกุล (ม.ป.ป.)	
1. เติบโตปัญหา 2. สำรวจความรู้เกี่ยวกับปัญหาของทุกคนในกลุ่ม 3. ตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน 4. ระบุสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติม 5. แบ่งกลุ่มย่อยเพื่อค้นคว้าหาข้อมูล 6. รวบรวมความรู้ที่ได้จากกลุ่มย่อยมาใช้แก้ปัญหา 7. สรุปความรู้ที่ได้	1. อธิบายแนวคิดหรือหลักการ 2. กำหนดปัญหา 3. วิเคราะห์ปัญหา 4. หาคำอธิบายปัญหา 5. กำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ 6. สืบค้นข้อมูล 7. รายงานผล	1. ระบุปัญหา 2. วิเคราะห์ปัญหา 3. กำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา 4. ลงมือแก้ปัญหา 5. สรุปหรือสังเคราะห์ผลการแก้ปัญหา	1. ทำความเข้าใจปัญหา 2. จับประเด็นสำคัญหรือระบุปัญหาในโจทย์ 3. วิเคราะห์ปัญหา 4. ตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบของปัญหา 5. ประเมินความรู้ที่จำเป็น 6. ค้นคว้าหาข้อมูล พร้อมทั้งประเมินความถูกต้อง 7. สังเคราะห์และประยุกต์ให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหา พร้อมสรุปเป็นแนวคิดหรือหลักการ	1. กำหนดปัญหา 2. วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา 3. ศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหา 4. วิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ 5. สรุปผลการแก้ปัญหา 6. นำเสนอและประเมินผลงาน

1.2.6 การประเมินผลการเรียนรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีนักการศึกษาบางท่านกล่าวไว้ดังนี้

ศิริพันธ์ ศิริพันธ์ และยุพาวรรณ ศรีสวัสดิ์ (2554: 106-107) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้ ในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต้องประเมินหลายๆ ด้าน สรุปได้ดังนี้

1. การประเมินความก้าวหน้า เป็นการประเมินผลนักเรียนขณะเรียนโดยดูข้อมูลที่นักเรียนหามาว่า สอดคล้องกับปัญหาเพียงไรและการประยุกต์ความรู้ที่หามาได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง
2. การประเมินผลสรุป จะประเมินเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนรู้ในชุดการเรียนนั้น โดยประเมินความรู้ในด้านเนื้อหา กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ และทักษะ
วอเตอร์ และแม็คคราเคน (ชอุ่ม กรไกร. 2556: 5-6; อ้างอิงจาก Waters; & McCracken. 2008: 1) กล่าวถึงการประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในส่วนของการประเมินระหว่างการเรียนรู้ว่าสามารถประเมินได้โดยใช้หลัก 3 ประการ ดังนี้
 1. ประเมินเนื้อหา (Content) คือ ประเมินว่าเนื้อหาใดหรือเนื้อหาในลักษณะใดที่มีความเหมาะสมและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนมากที่สุด
 2. ประเมินการเรียนรู้ (Learning) คือ ประเมินว่าการร่วมกันเรียนรู้ และกระบวนการเรียนรู้ในลักษณะใดที่ส่งเสริมและสนับสนุนให้การเรียนรู้ดำเนินไปได้อย่างราบรื่นมากที่สุด
 3. ประเมินความเสมอภาคในการเรียนรู้ (Equity) คือ ประเมินว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นกับนักเรียนทุกคนอย่างเท่าเทียมกันหรือไม่

จากการประเมินผลการเรียนรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ต้องประเมินเนื้อหาว่าเหมาะสมกับนักเรียนหรือไม่ เนื้อหาดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงใด กระบวนการเรียนรู้แบบใดที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และส่งเสริมให้การเรียนรู้ดำเนินไปอย่างราบรื่นได้มากที่สุด ทั้งนี้ต้องประเมินผลสรุปด้วยเพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนมีความรู้ในด้านเนื้อหา กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ ทักษะมากน้อยเพียงใด และนักเรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างเท่าเทียมกันหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2.7 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำหรับข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีนักการศึกษาบางท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสรุปดังนี้

1.1 นักเรียนได้พัฒนาทักษะในการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง

1.2 นักเรียนคุ้นเคยกับการค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง และมีวิธีคิดในลักษณะของการตั้งสมมติฐานอยู่เสมอ

1.3 นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การปฏิบัติ และการให้เหตุผลผ่านกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบบูรณาการ

1.4 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความตระหนักถึงบทบาทความรับผิดชอบต่อแผนการเรียนของตนเอง

1.5 นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต จากการมีส่วนร่วมในการอภิปราย แสวงหาความรู้ ไตร่ตรอง และสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้

1.6 นักเรียนได้พัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมและพัฒนาทักษะทางสังคมจากการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย (กาญจนา จันทรประเสริฐ, ม.ป.ป: 18; ศิริพันธ์ ศิริพันธุ์; และ ยุพาวรรณ ศรีสวัสดิ์, 2554: 109)

2. ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือ ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะวิธีการทางการวิจัย (Utecht. 2003: 7)

จากข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความตระหนักต่อแผนการเรียนรู้ของตนเอง นักเรียนรู้จักวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะในการทำงานกลุ่ม การแก้ปัญหา การให้เหตุผลผ่านกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พัฒนาวิธีการทางการวิจัยของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยในการค้นคว้าหาความรู้ และมีวิธีคิดในลักษณะการตั้งสมมติฐานอยู่เสมอ

1.2.8 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ทรงธรรม พลัฒา และสุเทพ อ่วมเจริญ (2553: 96) ได้ศึกษาพัฒนาการทางการเรียนรู้ เรื่อง ความปลอดภัยในชีวิต กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนนาาคดีอนุสรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ ปีการศึกษา 2553 จำนวน 54 คนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สุภามาส เทียนทอง (2553: 79) ได้ศึกษาพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน ในปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนบ้านเขาช้าง อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

อุมาพร ชัยปรีชา (2554: 76-84) ได้ศึกษาพัฒนาการทางการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้เครื่องมือวิจัยอันได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบวัดความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี

นางวรรณภา ชื่นนอก (2554: 1) ได้ศึกษาพัฒนาการทางการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 22 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนทุ่งโพธิ์วิทยา อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนจำนวน 21 คน จากจำนวนนักเรียน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 95.46 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อมร เรื่องไพศาล, ประวิต เอราวรรณ์ และมนูญ ศิวารมย์ (2555: 319) ได้ศึกษาการประยุกต์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 60 คนของโรงเรียนบ้านผึ้ง อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ($P < .008$) แต่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ธัญรัช วิภาติภูมิประเทศ (2556: 43) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในวิชาการศึกษาเพื่อสร้างพลเมือง โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตจำนวน 57 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาการศึกษาเพื่อสร้างพลเมือง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โดยใช้เครื่องมือในการวิจัย คือ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และแบบวัดความตระหนักในความเป็นพลเมือง ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่ผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีระดับความตระหนักในความเป็นพลเมืองใน ภาพรวมและรายด้าน ได้แก่ ด้านการพึ่งตนเองและรับผิดชอบต่อตนเอง การเคารพสิทธิผู้อื่น การเคารพ ความแตกต่าง การเคารพหลักความเสมอภาค การเคารพกติกา/กฎหมาย และความรับผิดชอบต่อ สังคมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

1.2.9 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน

กอคเมน (Gokmen. 2008: 43-45) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานในด้านทัศนคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 95 คน ในเมืองนีเด ประเทศตุรกี ทำการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (TRD) กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาความเสื่อมของสภาพแวดล้อมใน ทะเลสาบมานยาสา (PBL1) และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาความเสื่อมของเขื่อน อัดคายา ในเมืองนีเด (PBL2) และทำการวัดทัศนคติต่อสิ่งแวดล้อม 3 ด้าน คือ ด้านพื้นฐานด้านความ ตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ด้านความตระหนักในความรับผิดชอบต่อแต่ละบุคคล และด้านทัศนคติ พื้นฐาน ด้วยแบบสอบถามทัศนคติต่อสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่ม PBL2 มีพื้นฐาน ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ทัศนคติทั่วไปที่มีต่อการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีทัศนคติต่อ สิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ด้านมากกว่ากลุ่ม PBL1

วิตต์ และรอกก์ (Witte; & Rogg. 2012: online) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ แรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 จำนวนทั้งหมด 531คน ใน 15 โรงเรียนของเขตฟลานเดอร์ ประเทศเบลเยียม ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยการ ทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบปรนัย และแบบวัดพฤติกรรมแบบ มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามแบบของลิเคิร์ต (Likert scale) จำนวน 16 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแรงจูงใจในการ เรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้นกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย

คิน เฮง หว่อง และริชาร์ดเดย์ (Kin Hang Wong; & Day. 2009: 625-642) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์และความหนาแน่น กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวนทั้งหมด 75 คน ในประเทศฮ่องกง ทำการศึกษาโดยแบ่งนักเรียนเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 37 คน และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายจำนวน 38 คน มีการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ที่วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูม (Bloom 1956) ในด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร นักเรียนเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านความเข้าใจและการประยุกต์ใช้มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย และช่วยให้นักเรียนจดจำความรู้ได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย นอกจากนี้ยังพบอีกว่า เมื่อทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระยะเวลาช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเรียนรู้ขั้นสูงด้วย

บาศรี และคนอื่นๆ (Basri; et al. 2011: 36-41) ได้ศึกษาการส่งเสริมความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม กับนักศึกษาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเคบังชาน ประเทศมาเลเซีย แบ่งนักศึกษาเป็นกลุ่มเล็ก จำนวน 3-5 คน ให้นักศึกษาได้เรียนรู้ด้วยประเด็นทางสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์หลักของการศึกษาเพื่อให้นักเรียนเข้าใจพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับมลพิษสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถส่งเสริมให้นักศึกษาวิศวกรรมโยธาเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และตระหนักต่อวิชาชีพ และมีจรรยาบรรณต่อการดูแลรับผิดชอบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมด้วยวิศวกรรมโยธา

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความตระหนัก และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคมสูงขึ้นได้ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระยะเวลาช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเรียนรู้ขั้นสูงด้วย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบมุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะทางการเรียนรู้ ฝึกทักษะการคิด แก้ปัญหา การให้เหตุผลผ่านกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการปฏิบัติการ นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบอีกว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการและการใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมด้วย

ดังนั้น ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการและการใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน และทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์เปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนรู้ ดังตาราง 3 เพื่อปรับและประยุกต์ใช้เป็นขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

ตาราง 3 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน

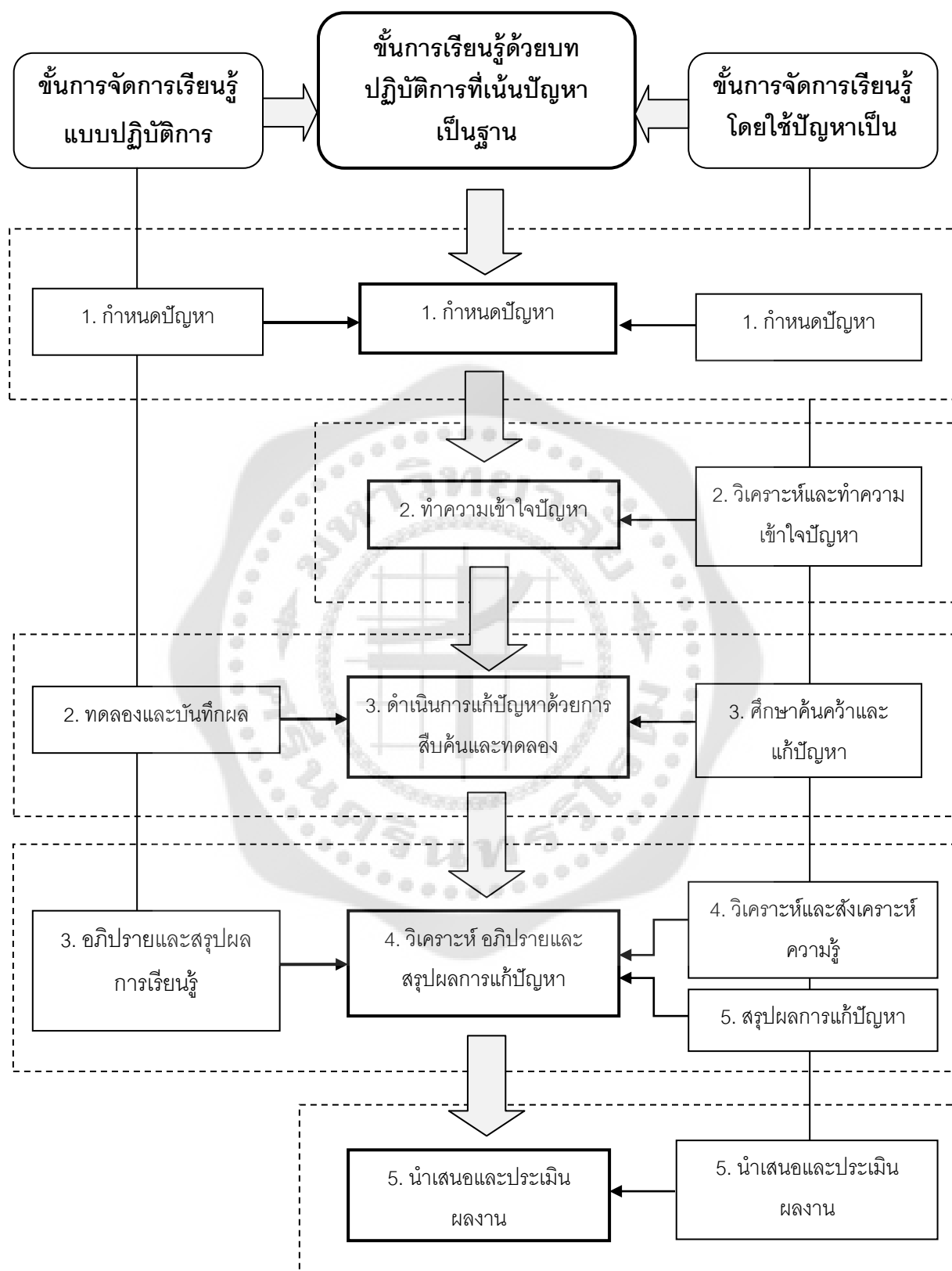
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
1. กำหนดปัญหา นักเรียนและครูร่วมกันกำหนดปัญหาในการทดลอง	1. กำหนดปัญหา นักเรียนระบุปัญหาในการเรียนรู้จากสิ่งที่นักเรียนสนใจ
-	2. วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้เพื่อหาแนวทางในการค้นหาคำตอบเพื่อแก้ไขปัญหา
2. ทดลองและบันทึกผล นักเรียนดำเนินการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลและจัดทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง	3. ศึกษาค้นคว้าและแก้ไขปัญหานักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องการรู้และวิธีการค้นหาความรู้และดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่นักเรียนกำหนด
3. อภิปรายและสรุปผลการเรียนรู้ นักเรียนนำผลการทดลองที่ได้มาอภิปราย และสรุปร่วมกันในกลุ่มแล้วอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อสรุปหลักการ และความคิดรวบยอดที่ได้จากการทดลองโดยครูคอยให้คำแนะนำ	4. วิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ ร่วมกันทบทวนปัญหา นำความรู้ที่ได้ของแต่ละคนในกลุ่มมาสังเคราะห์เพื่อดูว่าเพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ 5. สรุปผลการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละคนสรุปผลการแก้ปัญหาว่าข้อมูลมีความเหมาะสมต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ และสรุปผลการแก้ปัญหาของกลุ่ม แล้วนักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง
	6. นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้ นำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย และนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันประเมินผลงาน

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะเห็นได้ว่ามีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน ผู้วิจัยจึงผนวกขั้นตอนที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กันเข้าด้วยกันเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

1. กำหนดปัญหา
2. ทำความเข้าใจปัญหา
3. ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยการสืบค้นและทดลอง
4. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปผลการแก้ปัญหา
5. นำเสนอและประเมินผลงาน

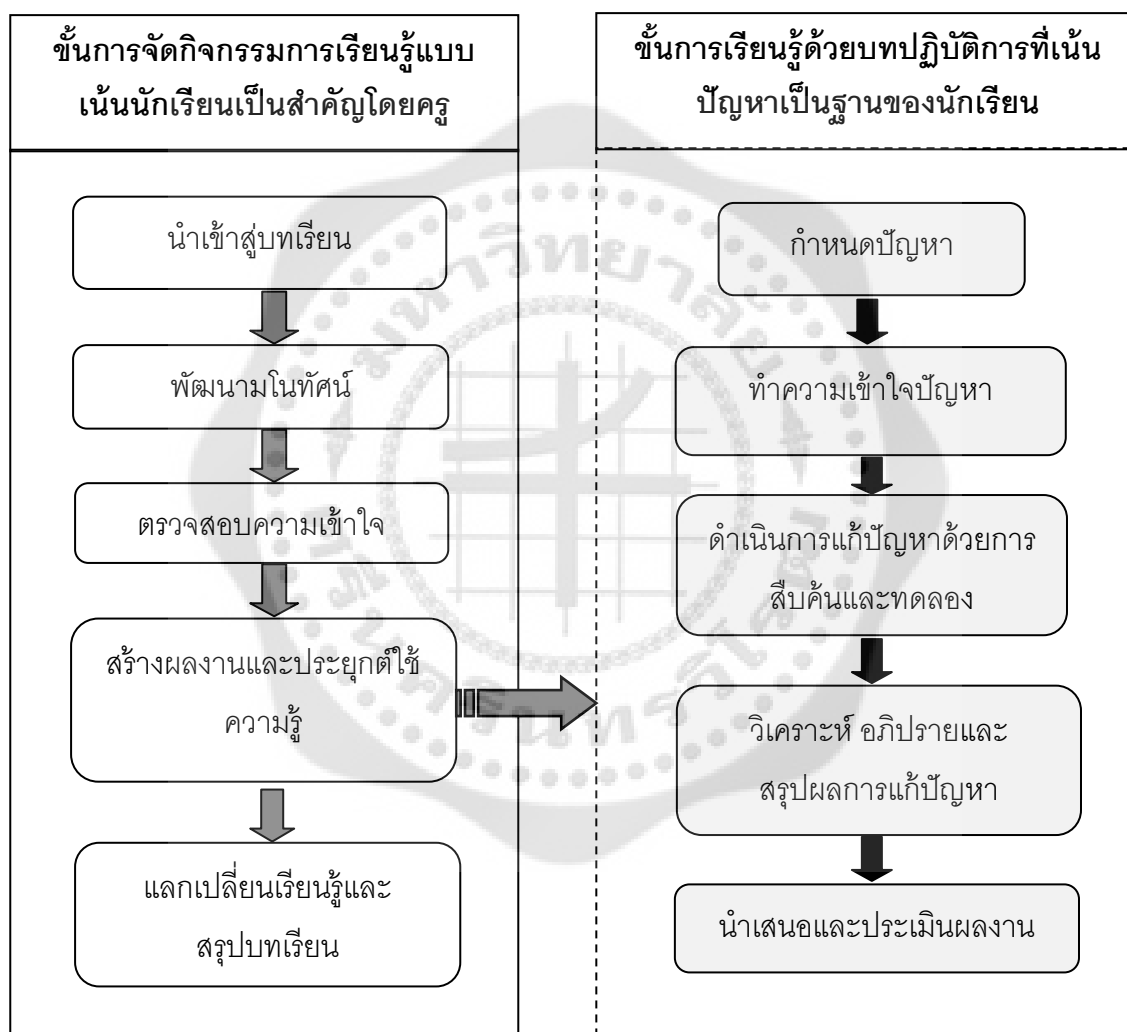
ดังแสดงในภาพประกอบ 2





ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานของนักเรียน

เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้ของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ตามแนวคิดของ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2554: 7-8) ที่ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) นำเข้าสู่บทเรียน 2) พัฒนามโนทัศน์ 3) ตรวจสอบความเข้าใจ 4) สร้างผลงานและประยุกต์ใช้ความรู้ และ 5) แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปบทเรียน ดังแสดงในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

2. เอกสารเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาการเรียนรู้

2.1 มาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 24-29) ได้ระบุมาตรฐานการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

2.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้อง

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 24-29) ได้ระบุตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของมาตรฐานการเรียนรู้ 2.2 สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังรายละเอียดในตาราง 4

ตาราง 4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาของมาตรฐานการเรียนรู้ 2.2 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1.วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นและเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา	- สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นเกิดจากการกระทำของธรรมชาติและมนุษย์ - ปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้นควรมีแนวทางในการดูแลรักษาและป้องกัน
2.อธิบายแนวทางการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ	- ระบบนิเวศจะสมดุลได้จะต้องมีการควบคุมจำนวนผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้สลายสารอินทรีย์ ให้มีปริมาณสัดส่วนและการกระจายที่เหมาะสม - การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนและการดูแลรักษาสภาพแวดล้อมเป็นการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ

ตาราง 4 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
3. อภิปรายการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน	- การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่าด้วยการใช้ซ้ำ นำกลับมาใช้ใหม่ ลดการใช้ผลิตภัณฑ์ใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดเดิม ซ่อมแซมสิ่งของเครื่องใช้ เป็นวิธีการใช้ทรัพยากร ธรรมชาติอย่างยั่งยืน
4. วิเคราะห์และอธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติควรคำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงบนพื้นฐานของทางสายกลาง และความไม่ประมาท โดยคำนึงถึงความพอประมาณ ความมีเหตุผลและการเตรียมตัวให้พร้อมที่จะรับผลกระทบ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
5. อภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อมและเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา	- ปัญหาสิ่งแวดล้อม อาจเกิดจากมลพิษทางน้ำ มลพิษทางเสียง มลพิษทางอากาศ มลพิษทางดิน - แนวทางการแก้ปัญหามีหลายวิธี เริ่มจากศึกษาแหล่งที่มาของปัญหา เสาะหากระบวนการในการแก้ปัญหา และทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหานั้น

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. หน้า 28-29.

2.3 เนื้อหาการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาในการเรียนรู้ประกอบบทปฏิบัติการที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาการเรียนรู้กับตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ยางพารา

เนื้อหาการเรียนรู้	ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง
รู้ให้ซึ่งถึงรูปแบบการทำสวนยางพารา - ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และ รูปแบบการทำสวนยางพารา - การตั้งสมมติฐานและตัวแปรที่นำไปสู่การทดลอง - ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการแก้ไขปัญหา จากการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว	ว 2.2 ม.3/3 อภิปรายการใช้ทรัพยากร อย่างยั่งยืน ว 2.2 ม.3/4 วิเคราะห์และอธิบายการใช้ ทรัพยากรธรรมชาติตามปรัชญาเศรษฐกิจ พอเพียง ว 2.2 ม.3/1 วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น และเสนอแนวทาง ในการแก้ไขปัญหา
จากต้นกล้าสู่ยางแผ่น - การปฏิบัติงานในสวนยางพารา - มลพิษทางสิ่งแวดล้อม และเครื่องมือตรวจวัด คุณภาพน้ำและดิน - ผลกระทบจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ	ว 2.2 ม.3/1 วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นและเสนอแนวทาง ในการแก้ไขปัญหา
การป้องกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจาก กระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ - น้ำทิ้งจากกระบวนการทำยางแผ่นดิบ - ปฏิกริยาสะเทินและสารที่ปรับสภาพกรดให้เป็น กลาง - การใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนกับการแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางแผ่น ดิบ	ว 2.2 ม.3/2 อธิบายแนวทางการรักษาสมดุล ของระบบนิเวศ ว 2.2 ม.3/5 อภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อมและ เสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา ว 2.2 ม.3/6 อภิปรายและมีส่วนร่วมในการดูแล และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

3.เอกสารเกี่ยวกับยางพารา

3.1 รูปแบบของการปลูกยางพารา

สำหรับรูปแบบของการปลูกยางพารา กรมวิชาการเกษตร (2540: 32-33) กล่าวไว้ดังนี้

1. เชิงเดี่ยวหรือแบบสวนยางคือ การปลูกยางพาราในลักษณะสวนยางพารา ปลูกยางพาราเพียงอย่างเดียว เป็นวิธีการที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมทำโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการน้ำยางไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากยางพารา จากการสำรวจเมื่อปีพ.ศ. 2540 สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตรประเมินว่าประเทศไทยมีสวนยางพาราประมาณ 1,088,000 สวน กระจายอยู่ในพื้นที่ 36 จังหวัดทั่วประเทศและสามารถแบ่งขนาดของสวนออกเป็น 3 ขนาดดังนี้

1.1 สวนยางขนาดเล็กคือ สวนยางที่มีเนื้อที่ระหว่าง 2-50 ไร่ สวนยางขนาดดังกล่าว มีประมาณ 1,012,000 ไร่ หรือคิดเป็น 93.01% ของพื้นที่สวนยางทั้งหมด โดยมีขนาดสวนเฉลี่ย 13 ไร่

1.2 สวนยางขนาดกลางคือ สวนยางที่มีเนื้อที่ระหว่าง 51-250 ไร่ สวนยางขนาดกลางปัจจุบันมีประมาณ 73,000 ไร่ หรือคิดเป็น 6.71 % ของพื้นที่สวนยางทั้งหมด โดยมีขนาดสวนเฉลี่ย 60 ไร่

1.3 สวนยางขนาดใหญ่คือ สวนยางที่มีเนื้อที่มากกว่า 250 ไร่ ปัจจุบันมีประมาณ 3,000 สวน หรือ 0.28 % ของพื้นที่สวนยางทั้งหมด โดยมีขนาดสวนเฉลี่ย 395 ไร่

การปลูกยางพาราในรูปแบบสวนยางพาราดังกล่าว ส่วนใหญ่ปลูกโดยเฉลี่ยประมาณ 50-70 ต้นต่อไร่ ทั้งนี้เพื่อให้มีผลผลิตน้ำยางได้มากที่สุดและเพื่อความสะดวกในการกรีดยางและเก็บน้ำยาง

2. ป่ายางคือ การปลูกยางพารารูปแบบแรกที่มีการนำยางพาราเข้ามาปลูกในประเทศไทย ปลูกโดยใช้เมล็ดส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ Tjir 1 ซึ่งมีต้นกำเนิดจากประเทศอินโดนีเซีย การปลูกยางในรูปแบบนี้ เป็นการปลูกยางแทนป่าไม้โดยเฉพาะป่าบกโดยการโค่นล้มพืชพันธุ์เก่า รวมทั้งไม้ยืนต้นที่บังร่มเงาแล้วทำการปลูกยางพาราโดยใช้เมล็ดหรือต้นกล้าเพาะจากเมล็ด ปลูกไปตามจุดต่างๆ ภายในพื้นที่แบบไม่เป็นแถวเป็นแนว ปล่อยให้ยางเจริญเติบโตแข่งกับพืชชนิดอื่นๆ เพื่อการบริโภคภายในครัวเรือน เช่น มันเทศ ข้าว เป็นต้น เมื่อต้นยางโตขึ้นพืชยืนต้นชนิดอื่นก็โตตาม และเมื่อเกษตรกรเห็นว่ายางสามารถกรีดยางได้ก็ทำการกรีดยาง ขณะเดียวกันไม้ยืนต้นที่เห็นว่าสามารถใช้ประโยชน์ด้านที่อยู่อาศัยได้ก็ตัดไปทำที่อยู่อาศัย ไม้ยืนต้นที่ให้ผล เช่น สะตอ เนียง ก็เก็บไปใช้ประโยชน์ด้านการบริโภค ชาวบ้าน

เรียกรูปแบบการปลูกยางแบบนี้ว่า “ป่ายาง” ซึ่งเป็นการปลูกยางในระยะเริ่มแรกพร้อมๆ กับการแสดงความเป็นเจ้าของหรือกรรมสิทธิ์ในที่ดินดังกล่าวซึ่งเดิมเป็นป่าธรรมชาติ

3.2 พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยางพารา

กรมวิชาการเกษตร (2550: 29-31) กล่าวว่า ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการปลูกยาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางภาคใต้ และบางจังหวัดของภาคตะวันออกซึ่งเป็นแหล่งปลูกยางเดิม ต่อมาได้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางไปยังแหล่งปลูกยางใหม่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือซึ่งมีสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยต่อการปลูกยาง เช่น การขาดความชื้น อุณหภูมิต่ำ ลมแรง ประกอบกับในแหล่งปลูกยางดังกล่าวมีสภาพพื้นที่เป็นที่สูงลาดชัน ความลึกของดิน โครงสร้างเนื้อดิน การระบายน้ำ และสมบัติทางเคมีของดินต่ำ แต่ยางพารามีคุณสมบัติสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี จากการทดสอบการปลูกยางเมื่อปี พ.ศ. 2521 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีปริมาณน้ำฝนและการกระจายตัวของฝนน้อยกว่าทางภาคใต้ พบว่าต้นยางเจริญเติบโตเป็นที่น่าพอใจและจากการทดสอบการปลูกยางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือเปรียบเทียบกับภาคใต้ พบว่าต้นยางในภาคใต้เปิดกรีดได้เร็วกว่าประมาณ 6 เดือน โดยต้นยางที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเปิดกรีดได้เมื่ออายุ 7 ½ ปี ให้ผลผลิตยางเฉลี่ย 221 กิโลกรัม ต่อไร่ ผลผลิตทางภาคเหนือเฉลี่ย 260 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนผลผลิตภาคใต้เฉลี่ย 285 กิโลกรัมต่อไร่ แต่โดยทั่วไปผลผลิตยางในแปลงเกษตรกรเป็นเพียงร้อยละ 67 ของผลผลิตทางวิชาการ ทั้งนี้พบว่าการให้ผลผลิตของต้นยางไม่ว่าจะเป็นผลผลิตน้ำยาง หรือเนื้อไม้ขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ประการคือ พันธุ์ยาง ความเหมาะสมของพื้นที่ และการจัดการสวนยาง ฉะนั้นในการปลูกสร้างสวนยางนอกจากการพิจารณาเลือกพันธุ์ยางและการจัดการสวนยางที่ถูกต้องแล้ว ยังต้องพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกยางด้วย โดยต้องพิจารณาปัจจัยทางดินและปัจจัยทางภูมิอากาศดังนี้

1. ปัจจัยทางดิน

1.1 เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันไม่เกิน 35 องศา ถ้าความลาดชันเกินกว่า 15 องศา จำเป็นต้องทำขั้นบันได

1.2 หน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร มีการระบายน้ำดี ไม่มีชั้นหิน หรือชั้นดินดาน

1.3 ระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่าระดับผิวดินมากกว่า 1 เมตร

1.4 เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงร่วนทราย ไม่เป็นดินเกลือหรือดินเค็ม

1.5 ไม่เป็นพื้นที่นาหรือที่ลุ่มน้ำขัง สีของดินควรมีสีสม่ำเสมอตลอดหน้าตัดดิน

1.6 ดินไม่มีชั้นกรวดอัดแน่นหรือแผ่นหินแข็งในระดับสูงกว่า 1 เมตร เพราะจะทำให้ต้นยางไม่สามารถใช้น้ำในระดับรากแขนงในฤดูแล้งได้ และหากช่วงแล้งยาวนานจะมีผลทำให้ต้นยางตายจากยอด

1.7 ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร หากสูงเกินกว่านี้อัตรา
การเจริญเติบโตของต้นยางจะลดลง

1.8 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 4.5-5.5 ไม่เป็นดินต่าง

2. ปัจจัยทางภูมิอากาศ

2.1 ปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,250 มิลลิเมตรต่อปี

2.2 มีจำนวนวันฝนตก 120-150 วันต่อปี

การปลูกยางในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร
ได้พิจารณาปัจจัยด้านภูมิอากาศ โดยเฉพาะด้านอุทกวิทยาเป็นเกณฑ์เบื้องต้น แล้วนำไปประเมิน
ความเหมาะสมของพื้นที่ร่วมกับแผนที่ความเหมาะสมของดิน นำมาจัดแบ่งเขตภูมิอากาศสำหรับ
ยางพาราตามสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย 6 เขต คือ

เขตที่ 1 ปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี เป็นพื้นที่ที่ไม่แนะนำให้ปลูก
ยางพารา

เขตที่ 2 ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1,000-1,200 มิลลิเมตรต่อปี มีช่วงฤดูแล้งประมาณ
5 เดือนมีศักยภาพในการปลูกยางพาราต่ำ

เขตที่ 3 ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปี มีช่วงฤดูแล้งประมาณ
3-4 เดือนเป็นเขตที่เหมาะสมปานกลางสำหรับยางพารา การกระจายตัวของน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญต่อ
ผลผลิตยาง

เขตที่ 4 เป็นเขตที่เหมาะสมมากสำหรับยางพารา มีปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง
1,500-2,200 มิลลิเมตรต่อปี มีช่วงฤดูแล้งประมาณ 1-3 เดือน ปัจจัยด้านอุทกวิทยาไม่เป็นขีดจำกัด

เขตที่ 5 เป็นเขตที่มีปริมาณน้ำฝนสูงมาก ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 2,300-3,000
มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นขีดจำกัดต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตยาง

เขตที่ 6 เป็นเขตที่มีปริมาณน้ำฝนสูงมากเกินไป จนเป็นขีดจำกัดที่รุนแรงสำหรับยางพารา
ทั้งในด้านโรคและการเก็บเกี่ยวผลผลิต

3.3 ผลกระทบจากการปฏิบัติงานในสวนยางพาราต่อสิ่งแวดล้อม

สำหรับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา
กรมควบคุมมลพิษ (2556: 19-20) กล่าวไว้ดังนี้

1. ดินเสื่อม เนื่องจากพื้นที่ที่ใช้ปลูกยางพาราส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ
และธาตุอาหารบางส่วนถูกนำออกจากดินในรูปของน้ำยาง โดยน้ำยาง 1 ตัน สูญเสียธาตุไนโตรเจน
20 กิโลกรัม ฟอสเฟต 5 กรัม โพแทสเซียม 25 กิโลกรัม แมกนีเซียม 5 กิโลกรัม รวมทั้งธาตุอื่นๆ เช่น
แคลเซียม เหล็ก แมงกานีสและทองแดง ทำให้ดินขาดความสมดุลของธาตุอาหาร

2. การปนเปื้อนของสารเคมีทางการเกษตร การใช้ปุ๋ยเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชในสวนยางพารา ทำให้เกิดการตกค้างและแพร่กระจายในดิน ซึ่งจะทำลายสิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์หรือจุลินทรีย์ในดิน และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ปลูกยางพารา เช่น สารกำจัดวัชพืชที่ออกฤทธิ์กับพืชที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชชั้นต่ำด้วย สารกำจัดแมลงก็มีผลต่อแมลงที่เป็นประโยชน์ต่อระบบนิเวศดังเช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน

3. การปนเปื้อนของสารมลพิษทางน้ำ เนื่องจากพื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทยต้องอาศัยน้ำฝน ดังนั้นมลพิษจึงเกิดจากการไหลบ่าของน้ำดินในพื้นที่ปลูกยางพารา ซึ่งมีการใส่ปุ๋ยและใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชส่งผลทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ ทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพธรรมชาติได้ ชนิดของสารมลพิษที่สำคัญคือ

3.1 สารอินทรีย์ในรูปบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD)

3.2 ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) เป็นธาตุอาหารหลักจากพื้นที่เกษตรกรรมที่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพในแหล่งน้ำ โดยมีแหล่งที่มาจากหลายแห่งเช่น ปุ๋ยเคมีที่อยู่ในรูปแบบเม็ดและน้ำ ปุ๋ยคอก เศษซากพืชโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว และน้ำในระบบชลประทาน

3.2.1 ไนโตรเจน (N) ส่งผลให้พืชน้ำเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว

3.2.2 ฟอสฟอรัส (P) ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะในรูปของฟอสเฟตเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิด Eutrophication ทั้งในน้ำจืดและน้ำกร่อย

3.4 การตรวจวัดผลกระทบที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา

1. การตรวจวัดผลกระทบต่อแหล่งน้ำ

สำหรับการตรวจวัดผลกระทบต่อแหล่งน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (2547: 19-26) ได้กำหนดแนวทางในการตรวจวัดทางกายภาพ ดังนี้

1.1 การวัดความโปร่งแสงของแหล่งน้ำโดยใช้ Secchi Disc คือ การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยการวัดความขุ่น/ความโปร่งแสงของแหล่งน้ำ เป็นการตรวจสอบการส่องผ่านของแสงในแหล่งน้ำ เนื่องจากความขุ่น/ความโปร่งแสงของแหล่งน้ำ มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและการละลายของออกซิเจนในแหล่งน้ำ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

1. Secchi Disc ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. สีขาวสลับดำซึ่งสามารถจัดทำ Secchi Disc แบบง่ายๆ เองได้ คือ หาไม้/ฟิวเจอร์บอร์ด/แผ่นโลหะตัดให้เป็นวงกลมขนาด 30 ซม. แล้วแบ่งทาสีขาวและสีดำให้เหมือนแผ่น Secchi Disc เจาะรูตรงกลางแล้วร้อยเชือก

2. เชือกที่มีการทำสัญลักษณ์บอกระยะทางซึ่งอาจเป็นการพันสี หรือการติดเทปกาวยุทธะ 50 เซนติเมตร เป็นต้น

3. ที่ถ่วงน้ำหนัก เช่น แท่งโลหะ หิน เป็นต้น

วิธีการตรวจวัด

1. หย่อน Secchi Disc ที่ผูกเชือกและมีน้ำหนักถ่วงลงน้ำในแนวตั้ง หย่อนลงไปจนกว่าจะมองไม่เห็น
2. อ่านความลึกจากสัญลักษณ์บนกระยะทางที่ทำไว้บนเส้นเชือก
3. ค่อยๆ ดึง Secchi Disc ขึ้นมาจนมองเห็น Secchi Disc ครั้งแรก
4. อ่านความลึกจากสัญลักษณ์บนกระยะทางที่ทำไว้บนเส้นเชือก
5. นำความลึกที่อ่านได้ทั้ง 2 ครั้งมาเฉลี่ยกัน แล้วบันทึกเป็นค่าความโปร่งแสง

ข้อเสนอนแนะ

1. ควรให้แผ่น Secchi Disc อยู่ในร่มเงาของเรือขณะอ่านค่าเพื่อป้องกันการสะท้อนของแสงที่จะส่องเข้าตาซึ่งอาจเกิดการผิดพลาดในการวัดได้
2. ควรถ่วงน้ำหนักให้ดี ระวังการลอยตามกระแสน้ำของ Secchi Disc ในกรณีน้ำไหลแรง
3. หากวัดจากสะพานอาจทำให้การอ่านค่าผิดพลาดได้

การแปลผล

หากสามารถวัดความโปร่งแสงได้มากก็แสดงว่าน้ำนั้นมีความใสมาก ซึ่งมีประโยชน์ต่อสัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำมาก แต่ถ้าหากน้ำมีค่าความขุ่นมากเท่าไรก็แสดงว่าน้ำนั้นมีตะกอนมาก เนื่องจากความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ ซึ่งจะเป็นตัวลดการส่องผ่านของแสงลงไปใ้ในแหล่งน้ำ สารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำมาจากวัตถุต่างๆ มากมาย อันได้แก่ โคลน ผุ่นแพลงก์ตอน ไปจนถึงของเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากน้ำเสียของโรงงาน โดยเอกสารวิชาการสถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ ฉบับที่ 75/2530 เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด ได้กำหนดค่าของแข็งทั้งหมดโดยการตรวจวัดด้วย Secchi Disc เท่ากับ 30-60 ซม.

1.2 การวัดอุณหภูมิ น้ำ คือ การวัดค่าความร้อนของแหล่งน้ำซึ่งมีอิทธิพลโดยตรงและโดยอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในน้ำซึ่งมีผลต่อคุณภาพแหล่งน้ำนั้นๆ ด้วย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

เทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะ ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ชนิดแอลกอฮอล์ และชนิดปรอท โดยทั่วไปนิยมใช้ชนิดแอลกอฮอล์ เนื่องจากเมื่อแตกแล้วมีความเป็นพิษน้อยกว่าชนิดปรอท อย่างไรก็ตามเพื่อป้องกันการแตกของเทอร์โมมิเตอร์ อาจเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบที่มีพลาสติก

หรือโลหะห่อหุ้มกันกระแทก

วิธีการตรวจวัด

1. ตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่องมือ เทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะ
ควรตรวจสอบสภาพของของเหลวในกระเปาะว่ายังใช้งานได้หรือไม่
2. วัดอุณหภูมิในอากาศก่อนวัดในน้ำ โดยให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์สัมผัส
กับอากาศประมาณ 3-5 นาที แล้วจึงอ่านค่า ไม่ควรให้เทอร์โมมิเตอร์สัมผัสแสงแดดโดยตรงเพราะอาจ
ทำให้อ่านค่าได้สูงกว่าความเป็นจริงได้ บันทึกอุณหภูมิในอากาศที่วัดได้
ในแบบบันทึก
3. วัดอุณหภูมิในน้ำ โดยแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ หากน้ำต้นสามารถวัดในน้ำ
ได้โดยตรงให้ตรวจวัดโดยวิธีที่ 1 หากจะต้องเก็บตัวอย่างน้ำขึ้นมาให้ตรวจวัดโดยวิธีที่ 2 ซึ่งมีขั้นตอน
ของแต่ละวิธีดังนี้

วิธีที่ 1 กรณีน้ำต้นสามารถวัดในน้ำได้โดยตรง ให้จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงใน
น้ำให้ลึกอย่างน้อย 4 นิ้ว หรือหากลำนน้ำต้นมากๆ ให้จุ่มที่ความลึกประมาณ $1/2$ ของความลึกของลำ
น้ำ คอยอ่านค่าอุณหภูมิเมื่อของเหลวหยุดนิ่งคงที่ (ประมาณ 3-5 นาที) ถ้าเป็นไปได้ให้อ่านค่าอุณหภูมิ
ขณะที่กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ ยังคงจุ่มอยู่ในน้ำ หากไม่ได้ก็ควรรีบดึงเทอร์โมมิเตอร์ขึ้นจากน้ำและ
อ่านค่าอย่างรวดเร็วควรทำซ้ำอีกครั้งแล้วนำอุณหภูมิทั้ง 2 ครั้งมาเฉลี่ยและบันทึกค่าอุณหภูมิที่ได้ลงใน
แบบบันทึก

วิธีที่ 2 กรณีเก็บตัวอย่างน้ำขึ้นมาวัดอุณหภูมิ ให้เก็บตัวอย่างน้ำอย่างน้อย
5 ลิตร เพื่อให้แน่ใจว่าอุณหภูมิที่ได้ไม่มีผลจากเทอร์โมมิเตอร์และอากาศ (น้ำที่เก็บขึ้นมายังสามารถ
นำไปวัดพารามิเตอร์อื่นๆได้อีก) จุ่มเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะลงในน้ำอย่างรวดเร็ว (ลึกประมาณ
4 นิ้ว) คอยอ่านค่าอุณหภูมิเมื่อของเหลวหยุดนิ่งคงที่ (ประมาณ 3-5 นาที) ถ้าใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบ
มิเตอร์ก็ต้องรอให้ตัวเลขบนจอหยุดนิ่งก่อนจึงอ่านค่า ถ้าเป็นไปได้ให้อ่านค่าอุณหภูมิขณะที่กระเปาะ
ของเทอร์โมมิเตอร์ยังคงจุ่มอยู่ในน้ำ หากไม่ได้ก็ควรรีบดึงเทอร์โมมิเตอร์ขึ้นจากน้ำและอ่านค่าอย่าง
รวดเร็ว ควรทำซ้ำอีกครั้งแล้วนำอุณหภูมิทั้ง 2 ครั้งมาเฉลี่ยและบันทึกค่าอุณหภูมิที่ได้ลงในแบบบันทึก
ทำความสะอาดเทอร์โมมิเตอร์ด้วยน้ำกลั่นและเช็ดให้แห้งก่อนเก็บ

ข้อควรระวัง

1. ระวังการอ่านค่าตัวเลขจากเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดได้
ควรฝึกให้ชำนาญก่อน
2. ตรวจสอบสภาพความพร้อมและความถูกต้องของเทอร์โมมิเตอร์ ก่อนนำ
ไปใช้งาน เช่น หากไปวัดในน้ำเย็นอุณหภูมิที่อ่านได้จะต่ำ และหากไปวัดในน้ำร้อนอุณหภูมิที่อ่านได้

ก็ควรจะสูง เป็นต้น เมื่อใช้งานเสร็จแล้วควรทำความสะอาดให้ดีให้แห้งและนำไปเก็บไว้ในกล่องกัน
กระแทกแตกหัก

ข้อแนะนำ

ในการตรวจวัดอุณหภูมิ น้ำควรวัดจากน้ำในบริเวณร่มเงาของต้นไม้

การแปลผล

อุณหภูมิเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญตัวหนึ่งซึ่งได้ถูกระบุให้เป็นพารามิเตอร์ใน
มาตรฐานคุณภาพน้ำต่างๆ ของประเทศไทย โดยกำหนดไว้ว่าอุณหภูมิของน้ำในแหล่งน้ำนั้น ไม่ควร
มีค่ามากกว่าอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติ 3°C ซึ่งโดยปกติประเทศไทยจะมีค่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง
 $28^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น หรือลดลงอย่างมากผิดปกติ อาจเกิดจากการระบายน้ำจากโรงงาน
อุตสาหกรรม และหากอุณหภูมิที่ตรวจวัดมีค่าสูงกว่า 40°C จะเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของ
สัตว์น้ำและพืชน้ำ

1.3 การตรวจวัด pH ของแหล่งน้ำโดยใช้ชุดทดสอบ (Test Kit) คือ การวัดความ
แตกต่างของความเข้มข้นระหว่างสารตัวอย่างกับสีมาตรฐาน โดยอาศัยหลักการของ Bee's Law ที่ว่า
หากสารที่ต้องการตรวจวัดมีปริมาณมากขึ้น จะทำให้เกิดสีเข้มยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้มีการดูดกลืนแสง
ได้ดี วิธีเปรียบเทียบสีสามารถเปรียบเทียบสีที่เกิดขึ้นได้ทั้งการมอง หรือใช้โอเลโทโรนิกส์แปลงค่า
ออกมา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

1. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ เช่น ถังน้ำ ขวดน้ำ เป็นต้น
2. ชุดทดสอบ (Test Kits) ซึ่งมีหลายแบบ เช่น แบบกระดาศ หรือ

แบบเติมสารเคมี

วิธีการตรวจวัด

1. เก็บตัวอย่างน้ำจากกึ่งกลางความลึกของแหล่งน้ำ
2. กรณีที่เป็นแบบกระดาศ: จุ่มกระดาศปลายด้านที่มีแผ่นสารเคมี

ติดอยู่ลงในน้ำตัวอย่าง ดึงขึ้นแล้วสะบัดเบาๆ เพื่อให้ น้ำส่วนเกินออกจากกระดาศ รอประมาณ
1-2 นาทีแล้วนำไปเทียบสีมาตรฐาน

3. กรณีที่เป็นแบบเติมสารเคมี: นำน้ำตัวอย่างใส่ลงในขวดทดสอบใส่สารเคมี
ที่ใช้ในการทดสอบสารนั้นๆ ในขวดทดสอบ การตรวจวัดสารตัวอย่างแต่ละชนิดจะใช้สารเคมีที่แตกต่าง
กันไป และอาจใช้สารเคมีมากกว่า 1 ชนิดหรือชุดทดสอบของบางบริษัทได้บรรจุสารเคมีในหลอดดูด
พลาสติกเมื่อจะใช้ก็ดูดหลอดดูดน้ำตัวอย่างเข้าไปเพื่อไปทำปฏิกิริยากับสารเคมีในหลอดจากนั้นรอ
เวลาประมาณ 2-3 นาที จึงสังเกตความเปลี่ยนแปลงของสีของสารตัวอย่าง

4. ควรตรวจวัดซ้ำอีกครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย และบันทึกผล

การแปลผล

อ่านค่าความเข้มข้นของสีมาตรฐานที่ใกล้เคียง หรือเป็นสีเดียวกันกับผลที่ได้จากน้ำตัวอย่าง ขณะการประเมินสีอยู่ควรมีกระดาษสีขาวเป็นพื้นหลังของหลอด เพื่อให้มองเห็นความแตกต่างของสีได้ง่าย หากพบว่าสีของน้ำตัวอย่างอยู่ระหว่างสีมาตรฐานสองสี อาจจะใช้ค่าเฉลี่ย หรือหากสีของน้ำตัวอย่างเข้าใกล้สีใดมากกว่ากันก็ให้ถือว่าน้ำตัวอย่างมีค่าความเข้มข้นเท่า นั้น การอ่านค่าความเข้มข้นหากอ่านได้ค่ามากแสดงว่าน้ำมีความสกปรกมาก แม้ว่าวิธีนี้จะไม่สามารถเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานได้ แต่ก็สามารถเทียบเคียงได้อย่างคร่าวๆ รวมทั้งเป็นค่าที่เตือนว่าควรมีการตรวจวัดวิธีการมาตรฐานต่อไป

ข้อเสนอแนะ

วิธีนี้ไม่เหมาะสมกับน้ำที่มีสีหรือความขุ่น เช่น น้ำที่มีสารอินทรีย์มากจะมีสีน้ำตาลหรือเหลือง หรือน้ำที่มีการเจริญของแพลงก์ตอนก็จะมีสีเขียว เป็นต้น ซึ่งสีเหล่านี้ อาจทำให้การอ่านค่าผิดพลาดได้ และไม่ควรใช้กับน้ำบริเวณปากแม่น้ำหรือน้ำทะเล เพราะเกลือในน้ำจะทำให้การอ่านค่าผิดพลาดได้

การตรวจวัดคุณภาพน้ำนอกจากจะใช้ตัวชี้วัดทางกายภาพ เคมี และแบคทีเรียในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแล้ว ยังสามารถใช้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สหราชอาณาจักรขนาดใหญ่ สัตว์หน้าดิน พืชน้ำ และปลา เป็นต้น เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำร่วมได้อีกทางหนึ่ง

สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเพชรบุรี (2553: ออนไลน์) ได้กำหนดแนวทางในการวัดคุณภาพของแหล่งน้ำทางชีวภาพดังนี้

สัตว์หน้าดิน

เนื่องจากสัตว์หน้าดินมีความหลากหลายและแพร่กระจายในบริเวณกว้าง สามารถเคลื่อนที่ได้น้อย และไวต่อการถูกรบกวน ดังนั้นจึงได้รับผลกระทบโดยตรงจากมลพิษและแม้เวลาผ่านไปก็ยังคงตรวจสอบผลกระทบที่มีต่อแหล่งน้ำบริเวณนั้นๆ ได้ เนื่องจากสัตว์หน้าดินสามารถฟื้นตัวได้ช้า นอกจากนี้แล้วยังมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหาร เนื่องจากเป็นผู้ผลิตหรือผู้บริโภคในระดับต่างๆ จึงมีผลต่อความทุกข์ของผู้บริโภคในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นชนิดและจำนวนของสัตว์หน้าดินจึงสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพแหล่งน้ำได้ สามารถแบ่งชนิดของสัตว์หน้าดินที่พบกับคุณภาพน้ำได้ 4 ระดับ คือ

1. **คุณภาพน้ำดีมาก** สัตว์ที่พบมากที่สุดได้แก่ ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว และตัวอ่อนแมลงเกาะหิน

2. **คุณภาพน้ำดี** สัตว์ที่พบมากที่สุด ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ

3. **คุณภาพน้ำปานกลาง** สัตว์ที่พบมากที่สุด ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงปอ กุ้ง

และปูน้ำจืด

4. **คุณภาพน้ำไม่ดี** สัตว์ที่พบมากที่สุด ได้แก่ หนอนแดง ไข่เดือนน้ำจืด

โดยสามารถดูเปรียบเทียบจากนาฬิกาสัตว์หน้าดิน โดยจำนวนสัตว์หน้าดินที่พบมากที่สุดจะบอกถึงคุณภาพน้ำว่าอยู่ระดับใด ดังแสดงในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 นาฬิกาสัตว์หน้าดินบ่งชี้คุณภาพน้ำ

ที่มา: สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเพชรบุรี. (2553). *การตรวจวัดคุณภาพน้ำอย่างง่ายสำหรับชุมชน*. (ออนไลน์).

2. การตรวจวัดผลกระทบต่อดิน

สำหรับการตรวจวัดค่า pH ของดิน คลังความรู้สู่ความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์ (2555: ออนไลน์) ได้กำหนดแนวทางในการตรวจวัดดังนี้

การตรวจวัด pH ของดิน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

1. กระดาษลิตมัส
2. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

3. นำยาตรวจสอบความเป็นกรด-เบส

วิธีการตรวจวัด

1. ใช้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินหรือสีแดง โดยนำกระดาษลิตมัสทดสอบกับสารที่สงสัย ถ้าเป็นกรดจะเปลี่ยนกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง และถ้าเป็นเบสจะเปลี่ยนกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
2. ใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ โดยนำกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ทดสอบกับสารแล้วนำไปเทียบกับแผ่นสีที่ข้างกล่อง
3. ใช้ยาตรวจสอบความเป็นกรด-เบส เช่น สารละลายบรอมไทมอลบลู จะให้สีฟ้าอ่อนในสารละลายที่มี pH มากกว่า 7 และให้สีเหลืองในสารละลายที่มี pH น้อยกว่า 7

การแปลผล

สภาพ ความเป็นกรด-ด่างของดินนั้นสามารถตรวจวัดได้ ปกติเรามักใช้บอกความเป็นกรด-ด่างด้วยค่าที่เรียกว่า พีเอช หรือนิยมเขียนสัญลักษณ์เป็นภาษาอังกฤษ pH ช่วงของพีเอชของดินโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่างประมาณ 3.0-7.0 ค่า pH 7.0 บอกถึงสภาพความเป็นกลางของดิน กล่าวคือ ดินมีตัวที่ทำให้เป็นกรดและตัวที่ทำให้เป็นด่างอยู่เป็นปริมาณเท่ากันพอดี ค่าที่ต่ำกว่า 7.0 เช่น 6.0 บอกสภาพความเป็นกรดของดิน ในกรณีนี้เมื่อดินมี pH 6.0 เราก็จะทราบว่าดินเป็นกรดอย่างอ่อน มีสภาพเป็นกรดมากกว่าดินที่มี pH 7.0 (เป็นกลาง) สิบเท่า ค่า pH ของดินยิ่งลดลงเท่าใด สภาพความเป็นกรดก็ยิ่งรุนแรงขึ้นเท่านั้น ดินที่มี pH 5.0 จะเป็นกรดมากกว่า pH 6.0 สิบเท่าและมากเป็น 100 เท่าของดินที่มี pH 7.0 แต่ละค่าของ pH ที่ต่างกันหนึ่งหน่วยจะบอกความเป็นกรดที่แตกต่างกันสิบเท่า เช่นเดียวกับดินที่มี pH สูงกว่า 7.0 ก็จะเป็นด่างของดิน ยิ่งมีค่าสูงกว่า 7.0 เท่าใด ความเป็นด่างก็ยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น

สำหรับการตรวจอุณหภูมิของดิน กระทรวงศึกษาธิการ (2554ช: 18-19) กล่าวเกี่ยวกับการตรวจวัดไว้ดังนี้

การตรวจวัดอุณหภูมิของดิน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

เทอร์โมมิเตอร์

วิธีการตรวจวัด

1. วัดอุณหภูมิของดินชั้นบน โดยเสียบเทอร์โมมิเตอร์ลงในดินลึกประมาณ 5-6 เซนติเมตร อ่านค่าและบันทึกผล
2. วัดอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร โดยขุดหลุมกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร ลึกประมาณ 25 เซนติเมตร เสียบเทอร์โมมิเตอร์ด้านข้างหลุมที่

ระดับความลึก 20 เซนติเมตร

3.4 แนวทางการป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา

บุปผา ชื่นแสงจันทร์ (2556: 2) กล่าวถึงแนวทางการป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา ไว้ดังนี้

1. ให้ความรู้ความเข้าใจกับเกษตรกรในด้านสิ่งแวดล้อมและการปลูกยางพารา อย่างยั่งยืน
2. การรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ความเข้าใจในการใช้ปุ๋ยและสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องและปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
3. หน่วยงานที่มีหน้าที่ในเรื่องของการบังคับใช้กฎหมายจะต้องดำเนินการอย่างเข้มงวด และเคร่งครัดเกี่ยวกับสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มที่จัดเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ตาม พ.ร.บ.วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 โดยห้ามมิให้มีการใช้ การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือมีไว้ในครอบครอง และควบคุมโดยการห้ามประกอบกิจการใดๆ เพื่อไม่ให้เกิดการลักลอบขายและซื้อสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชดังกล่าว

3.5 แนวทางการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา

สำหรับแนวทางการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา ได้มีนักการศึกษาบางท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนการใช้ปุ๋ยเคมี
2. ให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในสวนยางตามความต้องการของดิน ซึ่งเกษตรกรจะต้องเก็บตัวอย่างดินมาทำการวิเคราะห์เพื่อดูปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนที่จะทำการปลูกยางพารา ทั้งนี้ เพื่อให้เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้องตามความต้องการของยางพารา เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ และลดต้นทุนในการซื้อปุ๋ย
3. ส่งเสริมให้เกษตรกรใช้สมุนไพรไล่แมลงหรือสารชีวภาพให้มากขึ้นเพื่อลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยการให้ความรู้แก่เกษตรกรในการป้องกันอันตรายจากการใช้สารเคมี เพื่อความปลอดภัยในสุขภาพอนามัยของผู้ผลิตและผู้บริโภค รวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
4. ส่งเสริมให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืนเพื่อสิ่งแวดล้อม
5. ส่งเสริมการปลูกพืชคลุมดินในสวนยางพาราเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ
6. ส่งเสริมการปลูกยางพาราแบบวนเกษตร โดยปลูกยางพาราพันธุ์ดีร่วมกับไม้ป่า ยืนต้น 15 ต้นต่อไร่ เพื่อรักษาสมดุลธรรมชาติให้มีความหลากหลายทางชีวภาพและมีไม้ไว้ใช้สอย
7. ส่งเสริมภูมิปัญญาชาวบ้านในการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร

8. ในการผลิตยางแผ่นดิบควรมีระบบบำบัดน้ำเสียอย่างง่าย ดังนี้

8.1 บ่อดักยาง โดยใช้ท่อบ่อซีเมนต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 ซม. สูง 50 ซม. หรือขนาดที่เหมาะสมวางต่อกันในแนวตั้งจำนวน 3 ลูก และโบกปูนปิดก้นท่อ เพื่อดักเศษยางที่เหลือจากการผลิตยางแผ่น

8.2 บ่อดกตะกอน โดยใช้ท่อบ่อซีเมนต์เช่นเดียวกับบ่อดักยาง โดยให้วางห่างกัน 2 เมตร ต่อท่อระบายน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว จากบ่อดักไปยังบ่อดกตะกอนให้ระยะห่างจากปากบ่อดักถึงแนวศูนย์กลางท่อ 10 ซม. และต่อท่อหรือทำรางระบายน้ำจากบ่อดกตะกอนไปยังบ่อดิน โดยมีระยะห่างจากปากท่อถึงแนวศูนย์กลางท่อ 15 ซม.

8.3 บ่อดี้ง เป็นบ่อที่รองรับน้ำจากบ่อดกตะกอน ทำหน้าที่บำบัดและลดปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจน โดยอาศัยการทำงานของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น จุลินทรีย์ สาหร่ายและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ควรเป็นบ่อดินที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 3 ม. x 4 ม. ลึกไม่เกิน 1.5 ม. เพื่อให้จุลินทรีย์ในดินทำการย่อยสลายสารอาหารต่างๆในน้ำเสียและให้แสงแดดสามารถส่องถึง อีกทั้งยังได้รับออกซิเจนที่ละลายบนผิวน้ำอีกบางส่วน

8.4 น้ำหมักชีวภาพเป็นสารละลายที่ได้จากการผสมระหว่างกากน้ำตาล (ทำหน้าที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์) กับ EM(จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ) หรือใช้กากน้ำตาลผสมกับเปลือกผลไม้ แล้วหมักทิ้งไว้ให้น้ำหมักมาใช้รดพื้นหรือในแหล่งที่เกิดน้ำเสียเพื่อลดกลิ่นเหม็นในน้ำ (นุชนารถ กังพิศดาร. 2556: 136-139; บุญผา อุ่นแสงจันทร์. 2556: 2)

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับยางพารา

วีระชาติ อินทร์ทอง (2551: 69) ได้ศึกษาการบำบัดซัลเฟตในน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้น โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างปูนขาว แกลบ และเถ้าไม้ยาง ผลการศึกษาพบว่า แกลบ 1 กรัม สามารถลดซัลเฟตได้ 200.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ปูนขาวสามารถลดซัลเฟตลงได้ 238.73 กรัมต่อลิตร และเถ้าไม้ยาง 1 กรัม สามารถลดซัลเฟตลงได้ 395.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า เถ้าไม้ยางพารามีประสิทธิภาพในการลดปริมาณซัลเฟตได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับปูนขาวและแกลบ

วิวัฒน์ แก้วดวงเล็ก (2553: 188-202) ได้ศึกษาการใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบ: กรณีศึกษา อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง ผลการประเมินความสำเร็จของทางเลือกในการลดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบด้วยหลักเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งพิจารณาในมิติประสิทธิภาพ มิติสิ่งแวดล้อม และมิติเศรษฐกิจ พบว่า การดำเนินการร่วมกัน ระหว่างการปรับปรุงกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบให้สอดคล้องกับสถาบันวิจัยยาง ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อลดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบ และการนำของเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบนำกลับไปใช้ซ้ำหรือใช้ใหม่ ทำให้

ลดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบได้มากที่สุด ดังนั้นจึงควรมีการกำหนดนโยบายและมาตรการส่งเสริมให้มีการนำเทคโนโลยีสะอาดไปใช้ในการผลิตยางแผ่นดิบ

ศิริจิต พุ่มหว่า (2554: 88-93) ได้ศึกษาผลการใช้สารเคมีในสวนยางพาราต่อมลภาวะในดินและน้ำ อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน 2) วิเคราะห์คุณภาพของน้ำบ่อบาดาลและน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ ผลการศึกษาพบว่าสภาพดินเป็นกรด น้ำบาดาลมีความเป็นกรดอยู่ในช่วงต่ำกว่าเกณฑ์อนุโลมสูงสุดและพบธาตุแมงกานีสละลายในน้ำมีค่าสูงกว่าเกณฑ์อนุโลมสูงสุด

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับยางพาราข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การใช้สารเคมีในสวนยางพาราทำให้เกิดมลพิษต่อดินและแหล่งน้ำ และกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณมากแต่น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบก็สามารถบำบัดได้ด้วยการใช้ถ้ำลอยและการใช้เทคโนโลยีสะอาด

4. เอกสารเกี่ยวกับความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม

4.1 ความหมายของความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม

มีผู้ศึกษาและแปลความหมายของคำว่า Awareness ไว้หลายคำ ได้แก่ ความสำนึก ความรู้ประจักษ์ชัด ความประจักษ์แจ้ง การรับรู้ เป็นต้น ในงานวิจัยฉบับนี้ใช้ความหมายของ Awareness ว่า ความตระหนัก สำหรับความหมายของคำว่า ความตระหนัก มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวไว้พอสรุปได้ว่า ความตระหนัก หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดที่เกิดขึ้นภายในจิตใจ อันเกิดจากความรู้และความสำนึกต่างๆที่ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมอย่างยั่งยืนและถูกต้องเหมาะสม ความตระหนักจะเกิดขึ้นเมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้น (เพ็ญจันทร์ ธาตุไพบูลย์. 2546: 23; นงลักษณ์ วงศ์ถนอม. 2547: 11; อนุสรณ์ กาลดิษฐ์. 2548: 51; ฌลลิกา โตจินดา. 2556: 30-31)

ส่วนความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสภาวะทางจิตใจที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งคำว่าสิ่งแวดล้อมนั้น หมายถึง สิ่งที่อยู่รอบตัวเราทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น สิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม สิ่งที่ได้เห็นได้ด้วยตาเปล่าและไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า สิ่งที่คุณและโทษ (ราชภัฏสวนดุสิต. 2551: 1) ในการที่จะให้บุคคลเรียนรู้และมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจึงต้องผสมผสานศาสตร์หลายแขนงให้กลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกันที่เรียกว่า สหวิทยาการ อันประกอบด้วยสิ่งแวดล้อม 4 มิติ ซึ่งได้แก่ ทรัพยากรธรรมชาติ เทคโนโลยี ของเสีย/มลพิษสิ่งแวดล้อมและสังคมสิ่งแวดล้อม (ฌลลิกา โตจินดา. 2556: 7) ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมจึงเป็นความรู้สึกสำนึก รับรู้ และเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการรับรู้ประจักษ์ชัดใน เรื่องสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลมาจากความรู้

เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติ เทคโนโลยี ของเสีย/มลพิษสิ่งแวดล้อมและสังคมสิ่งแวดล้อมซึ่งสอดคล้องกับ กิตติภูมิ มีประดิษฐ์ (2542: 35) ที่กล่าวว่า ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม หมายถึง การรู้ประจักษ์ชัดในเรื่องสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ทางสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องตามหลักการ

4.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม

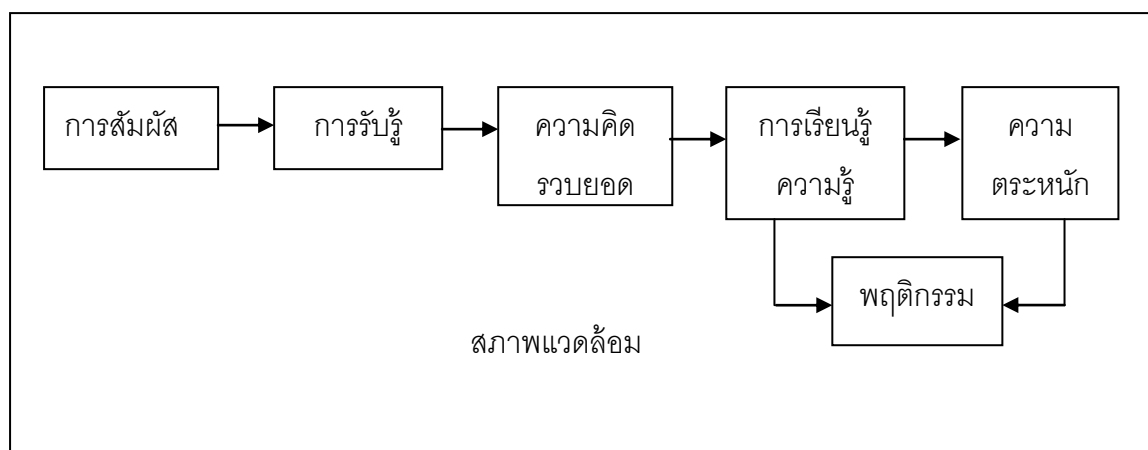
สำหรับปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนัก มีนักการศึกษาบางท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตระหนักคือ ปัจจัยด้านความรู้สึกรู้ หรืออารมณ์ที่สัมพันธ์กับปัจจัยด้านความรู้ โดยที่ความรู้ที่นั้นอาจมาจากประสบการณ์ในการรับรู้ การสัมผัส และการใช้จิตไตร่ตรองคิดหาเหตุผล ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการจำแนกหรือการรำลึกมากนัก นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านระยะเวลาในการสัมผัสกับสิ่งเร้า ความเคยชิน ความใส่ใจและเห็นคุณค่าของสิ่งเร้าเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย (อนุสรณ์ กาลดิษฐ์. 2548: 52; อ้างอิงจาก ประสาท อิศรปริดา. 2523: 177; รัชนก ทุมชาติ. 2551: 22; อ้างอิงจาก ทนงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ. 2534: 22-23)

4.3 กระบวนการสร้างความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม

สำหรับกระบวนการสร้างความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม มีนักการศึกษาบางท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. กระบวนการสร้างความตระหนักประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้คือ
 1. ขั้นสังเกต
 2. ขั้นวิเคราะห์วิจารณ์
 3. ขั้นสรุป (ญาดา พินิตพิณกุล. 2539: 63; ทิศนา แหมมณี. 2554: 125)

2. ความตระหนักจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลสัมผัสกับสิ่งเร้าในสภาพแวดล้อมแล้วเกิดการรับรู้ (Perceptions) ขึ้นและนำไปสู่การเกิดความคิดรวบยอด การเรียนรู้ ความตระหนัก ตามลำดับ การเรียนรู้และความตระหนักจะนำไปสู่การกระทำ หรือแสดงเป็นพฤติกรรม โดยมีกระบวนการสร้างความตระหนัก (อนุสรณ์ กาลดิษฐ์. 2548: 52) ดังแสดงในภาพประกอบ 5

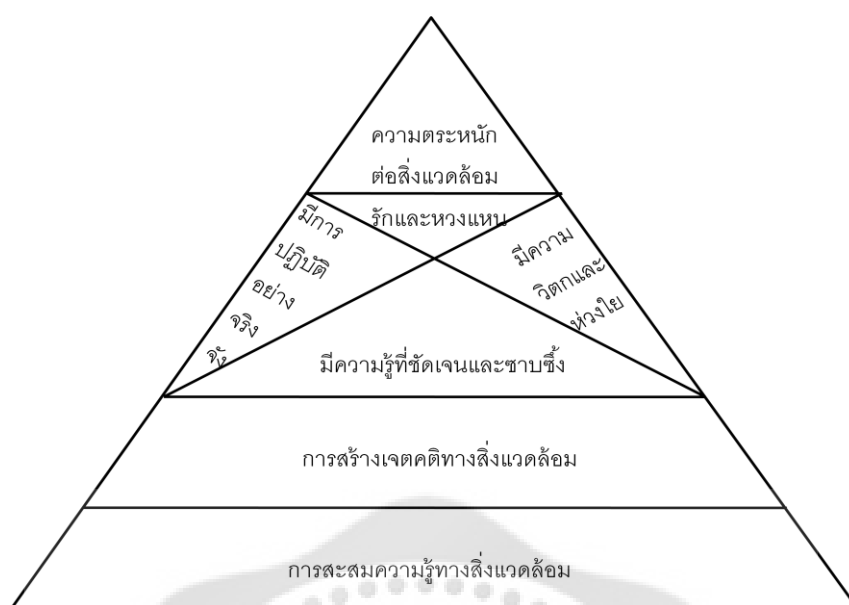


ภาพประกอบ 5 กระบวนการสร้างความตระหนัก

ที่มา: อนุสรณ์ กาลดิษฐ์. (2548). *การศึกษาความรู้และความตระหนักของนักศึกษาที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร*. หน้า 52. (อ้างอิงจาก Carter V. Good. (1973). *Dictionary of Education*. p. 54.)

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างความตระหนักข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า กระบวนการสร้างความตระหนักเป็นผลของกระบวนการทางปัญญา ที่เกิดจากความเข้าใจ ความคิดรวบยอด ที่นำไปสู่การเรียนรู้และเกิดความตระหนักในที่สุด ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้คือ 1) สังเกต โดยให้นักเรียนได้สังเกตข้อมูลที่ยากให้นักเรียนสนใจ เอาใจใส่ และเห็นคุณค่าด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของนักเรียน 2) อภิปราย ให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์ เพื่อหาสาเหตุ ผลดีผลเสียที่จะเกิดขึ้นในระยะสั้นและระยะยาว ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหา และ 3) สรุป ให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญและความจำเป็นของปัญหาและพร้อมที่จะดำเนินการแก้ไขปัญหาเหล่านั้นให้ลุล่วง

สำหรับการสร้างความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากการเรียนรู้แล้วนักเรียนจะต้องเกิดความรู้สึกขัดแย้งในสิ่งแวดล้อมด้วย ซึ่งมีขั้นตอนของการเกิดความรู้สึกขัดแย้งดังนี้คือ 1) มีความรู้ที่ชัดเจนและซาบซึ้งเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม 2) มีความรักและห่วงใยในสิ่งที่เข้าใจอย่างถ่องแท้ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม 3) มีความวิตกกังวลถึงสิ่งที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม 4) มีการปฏิบัติอย่างจริงจังเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมจนฝังแน่นเป็นนิสัย (กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. 2542: 35-36) ซึ่งสามารถสรุปเป็นกระบวนการดังแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 กระบวนการสร้างความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม

ที่มา: กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. (2542). *มนุษย์อุตสาหกรรมและสภาพแวดล้อม*. หน้า 36.

นอกจากนี้การเรียนรู้และใช้สื่อที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนออกไปศึกษาสิ่งแวดล้อมในชุมชน สถานประกอบการ หรือโรงงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสืบค้นและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ฝึกให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิจัย และแก้ปัญหาจากเรื่องราวที่ได้อ่านหรือฟัง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างตรงไปตรงมาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสิ่งแวดล้อมของชุมชน สิ่งเหล่านี้ก็สามารถสร้างความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมให้แก่นักเรียนได้ (Seremia. 2011: online)

4.4 การวัดความตระหนัก

สำหรับการวัดความตระหนักนั้น ชาวาล แพร์ตกุล (อนุสรณ์ กาลดิษฐ์. 2548: 52; อ้างอิงจาก ชาวาล แพร์ตกุล. 2526: 201) กล่าวว่า ต้องมีหลักการและวิธีการทดสอบเทคนิคเฉพาะ จึงจะวัดความรู้และอารมณ์ดังกล่าวออกมาให้เที่ยงตรงและเชื่อมั่นได้เนื่องจากความตระหนักเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับการรู้สึกลึกซึ้งกว่าสิ่งนั้นมีอยู่ จำแนกและรับรู้ (Recognitive) ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ละเอียดอ่อนเกี่ยวกับด้านความรู้สึกและอารมณ์ สำหรับเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้สึกและอารมณ์นั้นมีหลายประเภทด้วยกัน ซึ่งจะได้นำมากล่าวไว้ดังนี้คือ

1. วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) อาจเป็นการสัมภาษณ์ชนิดที่มีโครงสร้างแน่นอน (Structured Item) โดยสร้างคำถามและคำตอบให้เลือกเหมือน ๆ กับแบบสอบถามชนิดเลือกตอบและคำถามจะต้องตั้งไว้ก่อน มีการเรียงลำดับก่อนหลังไว้อย่างดี หรืออาจเป็นแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Item) ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์ที่มีไว้แต่หัวข้อใหญ่ๆ ให้ผู้ตอบมีเสรีภาพในการตอบมากๆ และคำถามก็เป็นไปตามโอกาสที่อำนวยในขณะที่สนทนากัน

2. แบบสอบถาม (Questionnaire) อาจเป็นชนิดเปิด หรือปิด หรือผสมระหว่างเปิดกับปิดก็ได้

3. แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) เป็นเครื่องมือวัดชนิดที่ให้ตรวจสอบว่าเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย หรือ มี-ไม่มี สิ่งที่กำหนดตามรายการอาจอยู่ในรูปของการทำเครื่องหมายตอบ หรือเลือกว่าใช่-ไม่ใช่ ก็ได้

4. มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เครื่องมือชนิดนี้เหมาะสำหรับ วัดอารมณ์ และความรู้สึกที่ต้องการทราบความเข้ม (Intensity) ว่ามีมากน้อยเพียงไรในเรื่องนั้น

5. การใช้ความหมายภาษา (Semantic Differential Technique : S.D.) เทคนิคการจัดโดยใช้ความหมายของภาษาของ ชาลส์ ออสกู๊ด เป็นเครื่องมือที่วัดได้ครอบคลุมมากชนิดหนึ่ง เครื่องมือวัดชนิดนี้ ประกอบด้วย เรื่องซึ่งถือเป็น “สัปดาห์” และจะมีคุณศัพท์ที่ตรงข้ามกันเป็นคู่ ๆ ประกอบสัปดาห์นั้นหลาย ๆ คู่ แต่ละคู่จะมี 2 ขั้ว ช่องจะห่างระหว่าง 2 ขั้วนี้ บ่งชี้ด้วยตัวเลขถ้าใกล้เคียงใดมากก็จะมีลักษณะตามคุณศัพท์ของขั้วนั้นมาก คุณศัพท์ที่ประกอบเป็นขั้ว 2 ขั้วนี้ แยกออกเป็น 3 พวกใหญ่ ๆ คือ พวกที่เกี่ยวกับการประเมินค่า (Evaluation) พวกที่เกี่ยวกับศักยภาพ (Potential) และพวกที่เกี่ยวกับกิจกรรม (Activity)

แครทโฮล และคนอื่น ๆ (รัชนก ทุมชาติ. 2551: 31; อ้างอิงจาก Krathwohl; et al. 1973: 101-103) ได้กล่าวถึงแนวคิดในการวัดความตระหนักว่า พฤติกรรมที่จะใช้วัดจะต้องเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสำนึกที่แสดงว่านักเรียนตระหนักในปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือ กิจกรรมต่างๆ ความตระหนักนี้จะต้องใช้สติปัญญาเข้ามาเกี่ยวข้องอย่างมาก ซึ่งสิ่งที่สำคัญในการวัดความตระหนัก คือ การสร้างข้อสอบถามสถานการณ์ที่แสดงถึงความตระหนัก ต้องปราศจากการชี้นำหรือชักนำโดยตรงจากผู้ให้การวัดว่ามีสิ่งของหรือปรากฏการณ์นั้นอยู่ การสร้างแบบวัดความตระหนักสามารถสรุปเป็นข้อๆได้ดังนี้

1. การวัดความตระหนักจะต้องวัดพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสำนึกโดยการรับรู้หรือการยอมรับว่ามีสิ่งนั้น หรือเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้น

2. การที่นักเรียนจะมีความตระหนักในเรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้น นักเรียนจะต้องมีความรู้หรือเคยรู้จักสิ่งนั้นมาก่อน แม้จะเป็นการรู้จักอย่างผิวเผินก็ตาม

3. ขอบเขตของความตระหนักมีตั้งแต่ความตระหนักอย่างผิวเผินจนถึงความตระหนักอย่างลึกซึ้ง

4. ความตระหนักที่เกิดขึ้นจะเริ่มจากความตระหนักอย่างผิวเผินก่อน แล้วจึงจะเกิดความตระหนักที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

5. ในการสร้างแบบวัดความตระหนัก สถานการณ์ที่สร้างเพื่อให้เกิดความตระหนักเกิดขึ้นจะต้องไม่มีการชี้แนะ หรือชักนำโดยตรงจากผู้ให้การวัดว่ามีสิ่งของหรือมีปรากฏการณ์นั้นอยู่

จากแนวคิดการวัดความตระหนักดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดความตระหนักเป็นการวัดพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึก อารมณ์ และความสำนึก การวัดความตระหนักสามารถวัดได้ด้วยการใช้แบบสอบถาม แบบตรวจรายการ มาตราวัดอันดับคุณภาพ การใช้ความหมายภาษา ซึ่งสิ่งที่สำคัญของการวัดความตระหนักคือ ผู้ให้การวัดจะต้องไม่ชี้แนะหรือชักนำว่ามีสิ่งของหรือปรากฏการณ์นั้นอยู่ ซึ่งแบบวัดความตระหนักจะต้องวัดพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสำนึกโดยการรับรู้ว่ามีสิ่งนั้นหรือเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้น นักเรียนที่ได้รับการวัดความตระหนักจะต้องมีความรู้หรือเคยรู้จักสิ่งนั้นมาก่อน ขอบเขตของการวัดความตระหนักมีตั้งแต่ผิวเผินจนถึงลึกซึ้ง และสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการวัดความตระหนักจะต้องไม่มีการชี้แนะ หรือชักนำจากผู้ให้การวัดว่ามีสิ่งของ หรือปรากฏการณ์ที่จะวัดความตระหนักอยู่

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักในประเทศ

วารีย์ บุญลือ (2550: 70) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนจุฬารัตน์ราชวิทยาลัย จำนวน 30 คน ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นแบบชี้แนะแนวทาง ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหา และทำการทดลองด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอน ที่กำหนดไว้ในบทปฏิบัติการ ครูทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางหรือเป็นที่ปรึกษา ผลการศึกษาพบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.38/80.50 2) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

ขวัญตา ทองใบ, บังอร พานทอง และสุนันทา มั่นสมงคล (2553: 2-11) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนักต่อการอนุรักษ์ป่าชายเลน ของนักเรียนโรงเรียนหลวงพ่อบานคลองด่านอนุสรณ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 34 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ เรื่อง ป่าชายเลน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความตระหนักและแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนัก

ต่อการอนุรักษ์ป่าชายเลนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมอยู่ในระดับดี

รวีวรรณ อินทรวงศ์ศักดิ์ (2556: 107-108) ได้ศึกษาความตระหนักต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเมืองใหม่ (ชลอราษฎร์รังสฤษดิ์) จำนวน 39 ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยแอนิเมชัน เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในภาพรวมไม่แตกต่างกับก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อแอนิเมชัน เรื่องปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับมากที่สุด

สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ และคนอื่นๆ (2556: 165-173) ได้ศึกษา ความรู้ความเข้าใจ ความตระหนัก เจตคติ ทักษะ การมีส่วนร่วม และความพึงพอใจของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายเยาวชนรักษ์น้ำท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ที่พัฒนามาจากโครงการวิจัยชุด “โปรแกรมสิ่งแวดล้อมศึกษา” เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยดำเนินการจัดค่ายเยาวชนรักษ์น้ำท้องถิ่นจำนวน 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 จัดขึ้นที่อำเภอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ครั้งที่ 2 และ 3 จัดขึ้นที่อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก ซึ่งครั้งที่ 1 เป็นการศึกษาผลการใช้โปรแกรมสิ่งแวดล้อมศึกษา ครั้งที่ 2 เป็นการนำโปรแกรมสิ่งแวดล้อมศึกษามาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ และครั้งที่ 3 เป็นการนำตัวแทนเยาวชนที่ผ่านค่ายเยาวชนรักษ์น้ำท้องถิ่นครั้งที่ 1 และ 2 มาร่วมเป็นผู้ช่วยวิทยากร และมีการขยายเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือชุดตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น แบบประเมินโปรแกรมสิ่งแวดล้อมศึกษา “ค่ายเยาวชนรักษ์น้ำท้องถิ่น” ที่มีรายการประเมิน 5 ด้านได้แก่ ด้านความรู้ความเข้าใจ ความตระหนัก เจตคติ ทักษะและการมีส่วนร่วม และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนของโรงเรียนเครือข่ายคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในจังหวัดนครนายกได้แก่ โรงเรียนภัทรพิทยาคารย์ โรงเรียนปิยชาติพัฒนา และโรงเรียนปากพลีวิทยาคาร และโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่ คือ โรงเรียนอมก๋อยวิทยา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมค่ายเยาวชนรักษ์น้ำท้องถิ่น มีความรู้ความเข้าใจ ความตระหนัก เจตคติ ทักษะ และการมีส่วนร่วมสูงกว่าก่อนเข้าค่ายทุกครั้ง และมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมค่ายเยาวชนรักษ์น้ำท้องถิ่นอยู่ในระดับดีมาก

4.6 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความตระหนัก

ซีติน และนิเซนซี (Cetin; & Nisanci. 2010: 1-17) ได้ศึกษาความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 89 คนในภาคฤดูใบไม้ผลิของปีการศึกษา 2551-2552 ที่สุ่มมาจาก 91 โรงเรียน ในเมืองบาลีเคเซอร์ ประเทศตุรกี ทำการศึกษาโดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิชาชีววิทยาลัทธิสุตรใหม่จำนวน 2 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 45 คน และกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้ด้วยหลักสูตรเก่า มีจำนวนนักเรียน 44 คน วัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการทดลองด้วยแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม 3 รูปแบบ ประกอบด้วย แบบสอบถาม(EAQ) แบบกึ่งสังเกต และแบบกึ่งสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

เซนกุปตา แดส และมาจิ (Sengupta; Das; & Maji. 2010: 1-5) ได้ศึกษาความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ ศิลปะ และการสื่อสารระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเมืองโกลกาตา โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเมืองโกลกาตา รัฐเบงกอล ประเทศอินเดีย จำนวน 360 คน เป็นนักเรียนชาย 180 คน นักเรียนหญิง 180 คน ทำการศึกษาโดยใช้แบบสอบถามแบบลิเคิร์ต (Likert) จำนวน 48 ข้อ แบ่งเป็นด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม จำนวน 21 ข้อ และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมจำนวน 27 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า ความตระหนักมีความสำคัญมากต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม แต่เพศไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม และนักเรียนที่เรียนรายวิชาที่ต่างกันก็มีพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน โดยนักเรียนที่เรียนศิลปะ มีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมและแสดงออกซึ่งพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมมากกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์

เคนเคิร์ท และคนอื่นๆ (Cankurt; et al. 2008: 2) ได้ศึกษาความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของประชากรในประเทศญี่ปุ่น ด้วยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างจำนวน 975 คนจาก 25 เมืองของประเทศญี่ปุ่น โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อใช้อ้างอิงแนวคิดเกี่ยวกับความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมและเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของบางบุคคลในด้านปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคม และความตระหนักต่อประเด็นทางสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า ผู้หญิงมีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าผู้ชาย คนที่มีการศึกษาสูงกว่ามีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าคนที่มีการศึกษาต่ำกว่า และคนที่ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางสิ่งแวดล้อมมีความตระหนักต่อปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมมากกว่าคนที่ไม่ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางสิ่งแวดล้อม

จากงานวิจัยเกี่ยวกับความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมในประเทศและต่างประเทศสรุปได้ว่า เพศ อายุ ระดับการศึกษา ความรู้ แรงจูงใจ เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้เกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมสามารถทำได้โดยการใช้แบบสอบถาม และการ

สัมภาระส่วนใหญ่แล้วจะศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ ชุดกิจกรรม และค่ายเยาวชน สามารถส่งเสริมให้เกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมได้

5. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาบางท่านได้นิยามความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลมาจากการสั่งสมประสบการณ์ทางการเรียน การจัดกิจกรรมทางการเรียน การฝึกทักษะ ซึ่งผู้ที่ได้รับประสบการณ์ทางการเรียนสามารถกระทำสิ่งนั้นได้ และทำได้ดีเมื่อได้รับประสบการณ์มากขึ้น เป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้จากการสังเกตและวัด ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่างๆ (ปานใจ ชัยวรศิลป์. 2549: 16; ศุภพงษ์ คล้ายคลึง. 2548: 27)

5.2 ลำดับชั้นในการวัดผลสัมฤทธิ์

ชวลิต ชูกำแหง (2550: 90-93) กล่าวถึงลำดับชั้นของการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ว่ายังคงมีลำดับชั้น 6 ชั้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุน บอกรายได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้
2. เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้
3. ประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้
4. วิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบาย ลักษณะการจัดการ ตัวอย่างเช่น นักเรียน สามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้
5. ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิจาร์ณ ตัดสิน ตัวอย่าง เช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้
6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผน ผลิต ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2551: 204-213) กล่าวถึงลำดับชั้นของการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดแบบเก่าของบลูมว่ามี 6 ชั้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ความรู้ การวัดความรู้หรือวัดระดับความจำ เป็นการวัดความสามารถของนักเรียน

ในการระลึกเรื่องราว หรือสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว เช่น คำศัพท์ นิยาม ข้อเท็จจริง หลักการ หรือกลวิธีในการแก้ปัญหา

2. ความเข้าใจ การวัดระดับความเข้าใจนั้น คำถามที่ใช้วัดจะต้องเป็นคำถามที่ได้นำเรื่องราวซึ่งเคยเรียนรู้อย่างไร แล้วมาใช้แก้ปัญหาตามเงื่อนไขต่างๆที่กำหนดขึ้น สิ่งสำคัญคือจะต้องมีลักษณะที่ทำให้นักเรียนระลึกถึงความรู้ที่จำเป็นซึ่งเคยเรียนมาแล้วมาใช้แก้ปัญหา โดยแบ่งย่อยเป็น 3 ระดับดังนี้ คือ

2.1 ระดับการแปลความ เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในการถอดความของเรื่องราว หรือข้อความให้เป็นสัญลักษณ์ใหม่ที่ไม่เหมือนเดิม หรือสามารถที่จะระลึกข้อความ หรือสัญลักษณ์ที่เปลี่ยนไปว่ามีความหมายอย่างไร

2.2 การตีความ เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในการนำข้อมูลจากเรื่องราวที่อ่านมาวินิจฉัย เพื่ออธิบายว่าเรื่องราวนั้นเป็นอย่างไร หรือเพื่อเป็นการสรุปข้อความในเรื่องราวมากกว่าการแปลความ การตีความสามารถอธิบายความหมายได้นอกเหนือจากข้อความที่ปรากฏในข้อความ สามารถบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆได้ และสามารถรวบรวมข้อความที่สำคัญจากบทความได้ด้วย

2.3 การขยายความ เป็นการวัดความสามารถที่จะต้องใช้สมรรถภาพทางสมองในระดับที่สูงขึ้นไปจากการแปลความ และการตีความ มีลักษณะเป็นการพิจารณาแนวโน้ม หรือแนวทางการเปลี่ยนแปลงที่จะเป็นไปได้ โดยพิจารณาจากสภาพการรับรู้ข้อความในการสื่อสารที่ตนได้รับ

3. การนำไปใช้ มีลักษณะของการวัดคล้ายกับระดับความเข้าใจตรงที่ให้นักเรียนนำเรื่องราวที่ได้เรียนมาแล้วมาใช้แก้ปัญหา และต่างกันตรงที่คำถามนั้นจะช่วยให้ นักเรียนตัดสินใจว่าจะใช้อะไรแก้ปัญหาเรื่องราวหรือความรู้ที่เคยเรียนมา โดยคำถามในระดับนี้สามารถตรวจสอบว่านักเรียนสามารถเลือกเอาความรู้ที่เหมาะสมที่สุดมาใช้แก้ปัญหาใหม่ๆได้อย่างถูกต้องหรือไม่

4. การวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการวิเคราะห์โดยวิธีต่อไปนี้

4.1 ชี้ให้เห็นความคลาดเคลื่อนในเรื่องราวต่างๆ เช่น ความขัดแย้ง ความคลาดเคลื่อนในการอนุมาน หรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการตีความ

4.2 ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์หรือจำแนกประเภทของเรื่องราวต่างๆ เช่น ข้อเท็จจริง ข้อสมมติฐาน แนวความคิด ฯลฯ ในเรื่องราวต่างๆ

5. การสังเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการนำเอาหน่วยความรู้ย่อยๆ มาผสมผสาน หรือมาจัดระเบียบใหม่เพื่อให้เกิดเป็นโครงสร้างขึ้นมาใหม่ที่แปลกกว่าเดิม ชัดเจนกว่าเดิม

และมีคุณภาพดีด้วย นักเรียนจะมีความรู้ในระดับนี้ จะต้องมีความสามารถในการมองเรื่องราวต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางและหลายแง่มุม รู้จักพลิกแพลงปรับปรุงของเดิมให้แปลกใหม่กว่า

6. การประเมินผล เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินใจคุณค่าของแนวความคิด ผลผลิต และวิธีการ ฯลฯ ได้ตามจุดมุ่งหมาย พร้อมกับสามารถแสดงเหตุผลที่ถูกต้องและเหมาะสม สำหรับการตัดสินใจนั้นๆ

สรุปว่า ลำดับขั้นการวัดด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูมแนวเก่าและแนวใหม่นั้นมีความใกล้เคียงกัน ต่างกันที่แนวคิดเก่า มีขั้นสังเคราะห์ ส่วนแนวคิดใหม่มีขั้นความคิดสร้างสรรค์

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้มุ่งเน้นด้านความคิดสร้างสรรค์มากนัก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ตามแนวคิดของบลูมปรับปรุงใหม่เพียง 5 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ และประเมินค่า

5.3 หลักการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

5.3.1 หลักของการสร้างตัวคำถาม (Stem)

สำหรับขั้นตอนของการสร้างคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์มีนักการศึกษาบางท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. ตัวคำถามมีความหมายสมบูรณ์ เขียนด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย สั้น ชัดเจน ไม่ต่อความ หรือถามหลายประเด็น
2. ใช้ประโยคบอกเล่าในการถาม หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธ หากจำเป็นต้องใช้ควรขีดเส้นใต้
3. หากต้องใช้ศัพท์เทคนิคควรมีภาษาอังกฤษกำกับหรือแปลความหมายไว้ด้วย
4. อาจมีการใช้รูปภาพประกอบเพื่อให้เข้าใจได้ง่าย ถามคำถามให้ลึกและไม่แนะนำคำตอบ (ผดุงชัย ภูพัฒน์. ม.ป.ป: 3-5; เตือนใจ เกศษา. 2544: 190 -191)

5.3.2 หลักการสร้างตัวเลือก (Alternative)

สำหรับหลักการสร้างตัวเลือกในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์มีนักการศึกษาบางท่านกล่าวไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1. ควรมีตัวเลือกหลายตัวโดยที่ตัวเลือกทุกตัวในข้อเดียวกันจะต้องมีความเป็นเอกพันธ์
2. มีโอกาสถูกและมีความยากง่ายพอๆกัน
3. ภาษาที่ใช้ไม่ควรตรงกับข้อคำถาม
4. เรียงตัวเลือกตามหลักการและเหตุผล

5. ตัวเลือกที่ถูกควรมีตัวเลือกเดียวและไม่ควรรนำตัวเลือกปลายเปิดมาใช้หากจำเป็นต้องใช้ควรใช้ให้เหมาะสม

6. ควรมีจำนวนตัวเลือกที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้น (วิราพร พงศ์อาจารย์. 2542: 70-76; เตือนใจ เกศษา. 2544: 192 -195)

5.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

สำหรับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2550: 2-3) กล่าวไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นการประเมินเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา

2. ศึกษาทฤษฎี วิธีการ เอกสารหลักสูตร และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้เครื่องมือสำหรับการประเมิน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (General Achievement Test หรือ GAT)

3. กำหนดกรอบโครงสร้างและรูปแบบของการวัด โดยคณะกรรมการซึ่งประกอบด้วย ครูศึกษานิเทศก์ นักวิชาการ นักวัดผล และผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา

4. สร้างข้อสอบโดยคณะกรรมการ ซึ่งประกอบด้วยครู ศึกษานิเทศก์ นักวิชาการ นักวัดผล และผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาตามกรอบโครงสร้างและรูปแบบที่กำหนด ข้อสอบทุกข้อที่สร้างขึ้นจะได้รับการวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณลักษณะที่ดีและได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยคณะกรรมการทุกข้อ

5. นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดลองในภาคสนาม (Try out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ให้ได้ตัวแทนของสังกัดและขนาดโรงเรียน

6. วิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบโดยนำผลที่ได้จากผลทดสอบมาวิเคราะห์ประมวลผลเพื่อหาค่าสถิติต่างๆ เช่น ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น เป็นต้น โดยนำค่าสถิติที่ได้มาใช้พิจารณาเพื่อปรับปรุงและพัฒนาข้อสอบให้ได้ข้อสอบที่ดีมีคุณภาพ ข้อสอบที่ใช้ได้จะต้องมีค่าสถิติดังนี้

6.1 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80

6.2 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

6.3 ตัวลวงทุกตัวจะต้องมีจำนวนคนเลือกตอบอย่างน้อย 5 %

7. นำแบบทดสอบที่ได้รับการพิจารณาปรับปรุงและพัฒนา (จากการทดลองครั้งที่ 1)

ไปทดลองในภาคสนาม (Try out) ครั้งที่ 2 กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น แต่จำนวนกลุ่มตัวอย่างจะมากกว่าการทดลองครั้งที่ 1

8. นำผลที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 2 มาวิเคราะห์ ประมวลผล (เช่นเดียวกับข้อ 6) เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการประเมิน ดังนี้

8.1 แบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายเหมาะสม คือ มีข้อสอบค่อนข้างง่าย ประมาณ 25% ข้อสอบยากง่ายปานกลางประมาณ 50% และข้อสอบค่อนข้างยากประมาณ 25% (เฉลี่ยทั้งฉบับมีค่าความยากง่ายประมาณ .50) โดยค่าความยากง่ายที่ใช้จะอยู่ในระหว่าง .20-.80

8.2 แบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกที่ดี ข้อสอบแต่ละข้อจะมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ยิ่งค่าอำนาจจำแนกมากยิ่งดี

8.3 แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ที่ดีมีค่าค่อนข้างสูงประมาณ .70 -.80

8.4 ครู นักวิชาการ นักวัดผล และผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบแต่ละฉบับที่ใช้ในการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานมีค่าความเที่ยงตรง ต่อหลักสูตรทั้งหมด (ค่า IOC เท่ากับ 1.00)

9. กำหนดเกณฑ์การประเมิน (คะแนนจุดตัด) โดยคณะกรรมการประกอบด้วยครูผู้เชี่ยวชาญในด้านหลักสูตรและการวัดผล การกำหนดคะแนนจุดตัดจะกำหนด 2 จุด คือ

9.1 คะแนนจุดตัดขั้นผ่าน (B1) หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่อยู่คาบเส้น (Borderline) ของเกณฑ์ผ่านหรือผู้ที่สามารถถึงเกณฑ์ผ่านพอดี คะแนนจุดตัดขั้นผ่าน (B1) จะเป็นจุดแบ่งกลุ่มนักเรียนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขกับกลุ่มนักเรียนที่อยู่ระดับพอใช้ขึ้นไป

9.2 คะแนนจุดตัดขั้นสูง (B2) หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่อยู่คาบเส้น (Borderline) ของเกณฑ์พอใช้กับเกณฑ์ดี หรือผู้ที่สามารถถึงเกณฑ์ดีพอดี คะแนนจุดตัดขั้นสูง (B2) จะเป็นจุดแบ่งกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถระดับพอใช้กับกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในระดับสูงหรือระดับดี

การกำหนดคะแนนจุดตัด มีลักษณะดังนี้

ไม่ผ่าน / ปรับปรุง

ปานกลาง / พอใช้

สูง / ดี

B1

B2

(คะแนนจุดตัดขั้นผ่าน)

(คะแนนจุดตัดขั้นสูง)

10. จัดพิมพ์ต้นฉบับแบบทดสอบฉบับใช้จริง สำหรับให้โรงพิมพ์ดำเนินการพิมพ์ต่อไป
จากขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบดังกล่าวข้างต้น แบบทดสอบที่ใช้ประเมิน
นักเรียนในการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานทุกฉบับ จึงเป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่สามารถ
วัดได้อย่างน่าเชื่อถือและเที่ยงตรง



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามระยะดังนี้

ระยะที่ 1 เตรียมการ

ระยะที่ 2 สร้างบทปฏิบัติการและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ระยะที่ 3 ดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 1 เตรียมการ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเตรียมการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ยางพารา สารที่ใช้บำบัดน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐาน ว 2.2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 หนังสือ และคู่มือประกอบการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หนังสือคู่มือการตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างง่ายและหนังสือนักสืบสายน้ำน้อย
3. สำรวจสวนยางพาราในพื้นที่ ตำบลวังใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร และเลือกสวนยางพาราที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ประกอบการสร้างบทปฏิบัติการ โดยพิจารณาจากหลักเกณฑ์ดังนี้
 - 3.1 เป็นสวนยางพาราเชิงเดี่ยวอยู่ใกล้แหล่งน้ำ ใช้อยูเคมี ยาปราบวัชพืช และผลิตยางแผ่นดิบใกล้แหล่งน้ำ
 - 3.2 สะดวกและปลอดภัยในการพานักเรียนไปศึกษา
4. ศึกษาผลกระทบต่อดินและแหล่งน้ำที่เกิดจากการใช้อยูเคมี ยาปราบวัชพืช และกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบเพื่อนำมาใช้ในการประกอบการสร้างบทปฏิบัติการ

ระยะที่ 2 สร้างบทปฏิบัติการและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. สร้างบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.1 นำผลการศึกษาค้นคว้าในระยะที่ 1 มากำหนดรูปแบบและเนื้อหาของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่องยางพารา

1.2 สร้างบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา จำนวน 3 บทปฏิบัติการ โดยมีชื่อและเวลาที่ใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการ ดังตาราง 6

ตาราง 6 ชื่อและเวลาที่ใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการ

ลำดับที่	ชื่อบทปฏิบัติการ	เวลาที่ใช้(คาบ)
1	นักสืบสวนยาง	4
2	สะท้อนใจภัยน้ำทิ้ง	7
3	ร่วมใจพิชิตน้ำทิ้ง	6
รวม		17

1.3 นำบทปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Item-Objective Congruence Index: IOC) ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.93 ถึง 1.0 แสดงว่า บทปฏิบัติการมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตามเกณฑ์ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

1.4 หลังจากปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ประเมินดังนี้

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการ 3) แบบรายงานผลการทดลอง และ 4) คำถามท้ายบทปฏิบัติการ ด้วยแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ และได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนระดับความคิดเห็นตามรูปแบบของ บุญชม ศรีสะอาด (2554: 121) ดังนี้

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้	1 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้	2 คะแนน

ไม่แน่ใจ	ตรวจให้	3 คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้	4 คะแนน
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้	5 คะแนน

และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการของผู้เชี่ยวชาญตามรูปแบบของบุญชม ศรีสะอาด(2554: 209) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง	ระดับน้อยมาก
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง	ระดับดี
ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง	ระดับดีมาก

1.5 ทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อปรับปรุงแก้ไขด้านเนื้อหาและภาษาให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน

2. สร้างคู่มือครูประกอบการใช้บทปฏิบัติการเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.1 จัดทำคู่มือครู ประกอบด้วย 3 หน่วยย่อย โดยแต่ละหน่วยย่อยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ใบความรู้ ใบงานพร้อมเฉลย บทปฏิบัติการที่ประกอบไปด้วย 1) บทนำ 2) ข้อเสนอแนะสำหรับครู 3) แนวทางการจัดกิจกรรมสำหรับครู 4) แนวคำตอบรายงานผลการทดลอง 5) แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการ และ 6) แบบประเมิน โดยมีชื่อและเวลาที่ใช้ในแต่ละหน่วยย่อยของคู่มือครู ดังตาราง 7 ตาราง 7 ชื่อและเวลาที่ใช้ทั้งหมดในแต่ละหน่วยย่อยของคู่มือครู

ลำดับที่	ชื่อหน่วยย่อย	เวลาที่ใช้ (คาบ)
1	รู้ให้ซึ่งถึงรูปแบบการทำสวนยางพารา	
	- ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และรูปแบบการทำสวนยางพารา	1
	- การตั้งสมมติฐานและตัวแปรที่นำไปสู่การทดลอง	1
	- ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการปฏิบัติงานในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว	2

ตาราง 7 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อหน่วยย่อย	เวลาที่ใช้ (คาบ)
2	จากต้นกล้าสู่ยางแผ่น	
	- การปฏิบัติงานในสวนยางพารา	1
	- มลพิษทางสิ่งแวดล้อม และเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพดินและ แหล่งน้ำ	4 2
	- ผลกระทบจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ	
3	การป้องกันแก้ไขปัญหาสีเขียวจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ	
	- น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ	1
	- ปฏิกริยาสะเทินและสารที่ใช้ปรับสภาพกรดให้เป็นกลาง	3
	- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนกับการแก้ไขปัญหาสีเขียว ที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ	2
รวม		17

2.2 นำคู่มือที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธาน และกรรมการที่ปรึกษา
ปริญญานิพนธ์เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

3. สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ เรื่อง ยางพารา ซึ่ง
ครอบคลุมตัวชี้วัดในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ที่ 2 มาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.2 ชีวิตกับ
สิ่งแวดล้อม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.2 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2 ฉบับๆละ 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แต่ละฉบับประกอบด้วย
ด้านความจำ 5 ข้อ ความเข้าใจ 6 ข้อ การประยุกต์ใช้ 4 ข้อ การวิเคราะห์ 11 ข้อ และการประเมินค่า
4 ข้อ

3.3 วิพากษ์ และปรับแก้ข้อคำถามและตัวเลือกกับอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์
ให้มีความเหมาะสม ทั้งด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความครอบคลุม และสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่ 2
มาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญ
ทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทางกวดัดผล จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความถูกต้องเหมาะสม
ของข้อสอบ ความสอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ตลอดจนพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้
ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีค่าประเมิน
รายชื่อ 3 ระดับ ดังนี้

+ 1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
- 1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งแสดงว่าข้อสอบนั้นมีความ
สอดคล้อง และผลปรากฏว่าใช้ได้ทุกข้อเนื่องจากมีค่า IOC ระหว่าง 0.90 - 1

3.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 ฉบับที่ผ่านการปรับปรุงด้านภาษา
แล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน

3.6 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อ
คำถามที่ใช้ได้ ซึ่งมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ฉบับที่ 1 มีข้อสอบที่ใช้ได้ 26 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.24-0.76 และ
ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.25-0.65

ฉบับที่ 2 มีข้อสอบที่ใช้ได้ 21 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.22-0.78 และ
ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20-0.69

3.7 คัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้จากทั้ง 2 ฉบับ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผลปรากฏว่ามีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.11-0.82 และ
เฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 0.50 และค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.27- 0.63 และเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 0.74

3.8 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ทั้งฉบับ ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.74

4. สร้างแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1 สร้างแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ
(Rating scale) จำนวน 60 ข้อ ให้สอดคล้องและครอบคลุมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยกำหนด
เกณฑ์การให้คะแนนคำตอบของแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ตามรูปแบบของ บุญชม
ศรีสะอาด (2554: 121) ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนคำตอบของแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อความที่มีลักษณะเชิงบวก (Positive)			ข้อความที่มีลักษณะเชิงลบ (Negative)		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง/ปฏิบัติทุกครั้ง	5	คะแนน	เห็นด้วยอย่างยิ่ง/ปฏิบัติทุกครั้ง	1	คะแนน
เห็นด้วย/ปฏิบัติเกือบทุกครั้ง	4	คะแนน	เห็นด้วย/ปฏิบัติเกือบทุกครั้ง	2	คะแนน
ไม่แน่ใจ/ปฏิบัติบางครั้ง	3	คะแนน	ไม่แน่ใจ/ปฏิบัติบางครั้ง	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย/ปฏิบัติน้อยครั้ง	2	คะแนน	ไม่เห็นด้วย/ปฏิบัติน้อยครั้ง	4	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง/ไม่ปฏิบัติเลย	1	คะแนน	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง/ไม่ปฏิบัติเลย	5	คะแนน

4.2 วิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามกับอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ให้มีความเหมาะสมทั้งด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

4.3 นำแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม พิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ ตลอดจนพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีค่าประเมินรายข้อ 3 ระดับ เช่นเดียวกับแบบตรวจสอบคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งแสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้อง ผลปรากฏว่าใช้ได้ 52 ข้อ เนื่องจากมีค่า IOC ระหว่าง 0.6-1

4.4 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 150 คน

4.5 วิเคราะห์หาอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้การทดสอบ t (t-test for Independent Samples) แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่ใช้ได้ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป ผลปรากฏว่าใช้ได้ 43 ข้อ เนื่องจากมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีอำนาจจำแนกระหว่าง 2.29-8.28

4.6 คัดเลือกข้อคำถามที่ใช้ได้จำนวน 30 ข้อ ใน 1 ฉบับ ซึ่งมีอำนาจจำแนก (t) ระหว่าง 1.75 - 8.50 และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความตระหนักทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .85

ระยะที่ 3 ดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสในตำบลวังใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 4 ห้อง รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 64 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านท่าไม้ลาย ตำบลวังใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 15 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive selection) โดยเลือกจากโรงเรียนขยายโอกาสในพื้นที่ตำบลวังใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ซึ่งอยู่ห่างจากสวนยางพาราเชิงเดี่ยวที่มีการผลิตยางแผ่นดิบใกล้แหล่งน้ำ ไม่เกิน 2 กิโลเมตร

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 21 คาบ ซึ่งมีรายละเอียดของเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

สัปดาห์ที่	กิจกรรม	เวลาที่ใช้ (คาบ)
1	ทดสอบก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม	2
2-3	รู้ให้ซึ่งถึงรูปแบบการทำสวนยางพาราและทำบทปฏิบัติการที่ 1	4
4-7	จากต้นกล้าสู่ยางแผ่น	5
6	ทำบทปฏิบัติการ ที่ 2	2
8-10	การป้องกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ	4
9	ทำบทปฏิบัติการที่ 3	2

ลำดับที่	กิจกรรม	เวลาที่ใช้ (คาบ)
11	ให้นักเรียนเขียนแสดงความรู้สึกที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ และทดสอบ หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมชุดเดียวกับก่อนได้รับการ จัดการเรียนรู้	2
รวม		21

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เนื้อหา เรื่อง ยางพารา ซึ่งประกอบด้วย 3 หน่วยย่อย ได้แก่ 1) รู้ให้ซึ่งถึงรูปแบบการทำสวนยางพารา 2) จากต้นกล้าสู่ยางแผ่น และ 3) การป้องกันแก้ไข ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐาน ว 2.2 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – experimental research) ผู้วิจัยใช้ รูปแบบการทดลองแบบหนึ่งกลุ่ม ทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One-group pretest - posttest design) ดังตาราง 10

ตาราง 10 แบบแผนการทดลอง

ตัวอย่าง	ทดสอบก่อน	ทดลอง	ทดสอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

เมื่อ E คือ กลุ่มตัวอย่าง
T₁ คือ การทดสอบก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่
เน้นปัญหาเป็นฐาน

- X คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน
- T₂ คือ การทดสอบหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ก่อนทำการทดลองให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม แล้วบันทึกคะแนนที่ได้เป็นคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ชี้แจงรายละเอียดและวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญตามแนวคิดของ สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2554: 7-8) ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของการเรียนรู้แบบปฏิบัติการผสมผสานกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 17 คาบ โดยจัดการเรียนรู้ภาคทฤษฎีจำนวน 11 คาบ และให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลอง จำนวน 6 คาบ โดยมีการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนขณะปฏิบัติการทดลอง ตรวจรายงานผลการทดลองรายบุคคล และตรวจคำถามท้ายบทหลังจากจัดการเรียนรู้จบแต่ละบทปฏิบัติการ
4. หลังจากจัดการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนเขียนแสดงความรู้สึกรู้สึกที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้เวลา 2 คาบ แล้วบันทึกคะแนนที่ได้เป็นคะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
5. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

ระยะที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติดังนี้

1. สถิติพรรณนา ได้แก่
 - 1.1 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สำหรับการแปลความหมายของแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัย
แปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2554: 209) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	มีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมระดับน้อยมาก
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	มีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	มีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	มีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมระดับดี
ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	มีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมระดับดีมาก

1.2 หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ โดยใช้สูตร E_1/E_2 แบบภาคสนาม ดังปรากฏใน
ภาคผนวก จ หน้า 112 และ 113

2. สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ก่อนและหลัง
ได้รับการจัดการเรียนรู้ และเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ The McNemar Test (χ^2 - test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทปฏิบัติการโดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์พัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา

2.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้สถิติ The McNemar Test (χ^2 -test)

2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานโดยใช้สูตร E_1/E_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ในการแปลความหมายดังนี้

E_1 แทน ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียน

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

χ^2 แทน ค่าที่ใช้พิจารณา The McNemar Test (χ^2 -test)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทปฏิบัติการ คัดจากค่าเฉลี่ยการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	บทปฏิบัติการที่			$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	1	2	3			
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	3.00	4.25	4.44	3.90	.78	ดี
ใบความรู้	4.00	4.50	4.00	4.17	.29	ดี
รายงานผลการทดลอง	3.00	3.50	4.50	3.67	.76	ดี
คำถามท้ายบทปฏิบัติการ	4.00	3.50	3.00	3.50	.50	ดี
ภาพรวม	4.35	4.20	4.37	4.28	.89	ดีมาก

จากตาราง 11 การประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า บทปฏิบัติการมีคุณภาพด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใบความรู้ รายงานผล และคำถามท้ายบทปฏิบัติการอยู่ในระดับดี และในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์พัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย
บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา

2.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมก่อน
และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย
บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด

รายการ	ก่อน		หลัง		เกณฑ์
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	11.53	4.05	24.27	2.63	19.50 (ร้อยละ 65)

จากตาราง 12 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน
มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้และ
สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย
บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด

รายการ	ก่อน		หลัง		เกณฑ์
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
1. ความรู้ที่ชัดเจนและซาบซึ้ง	3.33	.54	4.52	.26	3.51-4.50
2. ความรักและความห่วงแหน	3.35	.28	4.36	.36	(ระดับดี)
3. ความวิตกและห่วงใย	3.44	.30	4.56	.41	
4. การปฏิบัติที่ถูกต้องเหมาะสม	2.00	.93	4.15	.42	
รวม	3.05	.37	4.41	.30	

จากตาราง 13 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้รายด้าน ทั้งด้านความรู้ที่ชัดเจนและซาบซึ้ง ความรักและความห่วงแหน ความวิตกและห่วงใย การปฏิบัติที่ถูกต้องเหมาะสม และในภาพรวมสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

เนื่องจากสถิติ The McNemar Test (χ^2 - test) เป็นการทดสอบการเปลี่ยนแปลงที่พิจารณาความแตกต่างระหว่างข้อมูลก่อนและหลังของกลุ่มตัวอย่างเดียวกันที่มีขนาดเล็ก ($n < 30$) และข้อมูลมีการแจกแจงแบบไค-สแควร์ (χ^2 - distribution) (นิภา ศรีไพโรจน์. 2533: 97-103)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถิติ The McNemar Test (χ^2 - Test) ดังแสดงในตาราง 14 และ 15 ตามลำดับ

ตาราง 14 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

รายการ	ความถี่ของนักเรียน (คน)				n	χ^2
	- -	- +	+ -	+ +		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1	14	0	0	15	12.07*

หมายเหตุ

- - หมายถึง คะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์
- + หมายถึง คะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ คะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์
- + - หมายถึง คะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ คะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์
- + + หมายถึง คะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์
- * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p < .01$)

จากตาราง 14 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 15 เปรียบเทียบความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมรายด้านและในภาพรวมก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

รายการ	ความถี่ของนักเรียน (คน)				n	χ^2
	- -	- +	+ -	+ +		
1. ความรู้ที่ชัดเจนและซาบซึ้ง	0	11	0	4	15	10.00*
2. ความรักและความห่วงใย	0	10	0	5	15	8.10*
3. ความวิตกกังวลและห่วงใย	0	9	0	6	15	7.11*
4. การปฏิบัติที่ถูกต้องเหมาะสม	1	14	0	0	15	12.07*
รวม	0	13	0	2	15	11.08*

หมายเหตุ

- - หมายถึง คะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์
- + หมายถึง คะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ คะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์
- + - หมายถึง คะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ คะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์
- + + หมายถึง คะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์
- * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p < .01$)

จากตาราง 15 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน มีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมรายด้าน ทั้งด้านความรู้ที่ชัดเจนและซาบซึ้ง ความรักและความห่วงใย ความวิตกกังวลและห่วงใย การปฏิบัติที่ถูกต้องเหมาะสม และในภาพรวมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

รายการ	ค่าประสิทธิภาพ(E_1/E_2)
บทปฏิบัติการที่ 1 นักสืบสวนยาง	68.10/81.08
บทปฏิบัติการที่ 2 สะท้อนใจแก่น้ำทิ้ง	79.39/80.37
บทปฏิบัติการที่ 3 ร่วมใจพิชิตน้ำทิ้ง	84.39/79.69
ภาพรวม	78.56/81.72

จากตาราง 14 พบว่าค่าประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการรายบท มีเพียงบทปฏิบัติการที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียน (E_1) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนในภาพรวมพบว่า บทปฏิบัติการมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนัก ต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน สำหรับ การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One Group Pretest – Posttest กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านท่าไม้ลาย อำเภอมะนัง จังหวัดชุมพร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ได้จากการ เลือกแบบเจาะจง โดยเลือกมาจากโรงเรียนที่อยู่ใกล้สวนยางพาราเชิงเดียว ที่มีการผลิตรายแผนดิบ ใกล้แหล่งน้ำ สะดวกต่อการพานักเรียนออกไปศึกษา ใช้ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 11 สัปดาห์ๆ ละ 2 คาบๆละ 50 นาที รวมทั้งหมด 21 คาบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

- 1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .11 -.82 และเฉลี่ยทั้งฉบับ .50 มีค่าอำนาจจำแนก (ค่า r) ระหว่าง .23 -.63 และเฉลี่ย ทั้งฉบับเท่ากับ .44 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .74 และ 2) แบบวัดความตระหนักต่อ สิ่งแวดล้อมแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อที่มีอำนาจจำแนก (ค่า t) ระหว่าง 1.75 - 8.47 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .85 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมา วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ The McNemar Test (χ^2 - test)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน และความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการ เรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานมีความตระหนัก ต่อสิ่งแวดล้อมผ่านเกณฑ์ในระดับดี
4. บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80

อภิปรายผล

สำหรับการอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับการศึกษาดังนี้

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และบทปฏิบัติการมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

ประการแรก บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผสมผสานกับการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงวัยและระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ ตั้งแต่การให้นักเรียนกำหนดปัญหาในการเรียนรู้จากประเด็นที่นักเรียนสนใจ ค้นหาความรู้วางแผนการทดลอง และดำเนินการทดลอง ครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำปรึกษา ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการแสวงหาความรู้ กระตือรือร้นในการเรียน เกิดความตระหนักต่อแผนการเรียนรู้ของตนเอง ทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดี เข้าใจ และจดจำได้นาน นอกจากนี้เนื้อหาที่ใช้จัดการเรียนรู้เป็นเรื่องยางพาราที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตจริงในชุมชนของนักเรียน ซึ่งนักเรียนได้พบเห็นและปฏิบัติอยู่แล้วในชีวิตประจำวัน เมื่อนำมาใช้จัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ ผ่านกระบวนการกลุ่ม ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายและเร็ว ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรคินิยมที่ว่า การให้นักเรียนเป็นผู้สร้างและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม และให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติในสภาพแวดล้อมจริง นักเรียนจะเกิดการค้นพบความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจที่แท้จริง และทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติของจอห์นดิวอี้ที่ว่า นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีมีประสิทธิภาพด้วยการลงมือปฏิบัติ มุ่งเน้นกระบวนการคิด แก้ปัญหา และการใช้กระบวนการกลุ่ม (สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. 2543: 39-56)

ประการที่สอง การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงพัฒนาการทางสมองซีกซ้ายและซีกขวาของนักเรียน มุ่งเน้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้ ออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติการทดลอง นำเสนอผลงานและประเมินผลงานด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้อย่างสมดุล ส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประการที่สาม การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา มีการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่สนุกสนานเป็นมิตร ใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้รับความสนใจของนักเรียน อันได้แก่ บทปฏิบัติการซึ่งมีสีสันที่หลากหลาย ใบงาน ใบความรู้ รูปภาพ จิ๊กซอว์ เกม วิดีทัศน์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพน้ำและดิน เปิดโอกาสให้

นักเรียนได้ซักถามอย่างอิสระ และมีการเสริมแรงทางบวกด้วยคำชมและรางวัล เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ ใฝ่เรียนรู้ ทำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน ตัวอย่างที่บ่งชี้ถึงความสุข ความสนุกสนานของนักเรียนมีดังนี้

“รู้สึกสนุกสนานได้ความรู้ในเรื่องที่ไม่เคยรู้ ครูสอนสนุก ได้ประโยชน์ ได้ประสบการณ์จริง จากสถานที่จริงสามารถนำไปบอกผู้ปกครองได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง” (ด.ญ. ดวงเนตร)

“มีความสุขมาก สนุกสุด ๆ ไปเลยคะ มีความรู้เยอะเลย นำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน ได้ด้วย เข้าใจง่ายไม่สับสน” (ด.ญ. พุทธิรักษา)

“เป็นวิชาที่สนุก มีการทดลอง พานักเรียนออกไปศึกษานอกสถานที่ และยังสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ด้วย” (ด.ญ. รวีวรรณ)

“ทำให้รู้เรื่องสวนยางพาราเยอะมาก รู้สึกสนุกมากที่ครูมาสอน” (ด.ช. ธรรมรัฐ)

“ได้เรียนรู้เกี่ยวกับสวนยางพารา รู้สึกดี และสนุกครับ” (ด.ช. รัฐธรรมบุญ)

“ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการทำสวนยาง ฮาดี ไม่เครียด” (ด.ช. อาทิตย์)

แต่ก็มีนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่ง ที่ไม่บ่งชี้ถึงความสนุกสนานของบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาการในการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า นักเรียนกลุ่มที่บ่งชี้ถึงความสนุกสนาน ส่วนใหญ่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีพัฒนาการในการเรียนรู้ สูงกว่านักเรียนที่ไม่บ่งชี้ถึงความสนุกสนาน เห็นได้จากคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้นในตาราง 21 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุขฤกษ์ ดีโนนโพธิ์ (2554: 6) ที่ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ศุภพงษ์ คล้ายคลึง (2548: 41-42) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลและนำมาสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมกุฏเมืองราชวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ระยอง เขต 2 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิศิษฐ์ศรี ไตสุกวรรณ (2556: 33-42) ที่ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า บทปฏิบัติการมีประสิทธิภาพ 81.89/82.67 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการที่ 1 มีค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียน (E_1) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการจัดการเรียนรู้

ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ประกอบกับคัมภีร์อธิบายการบ้าน (งานกลุ่ม) ให้นักเรียนไปสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยว พร้อมทั้งนำเสนอผลการสำรวจหน้าชั้นเรียนในชั่วโมงถัดไป โดยมุ่งหวังให้นักเรียนเข้าถึงปัญหาได้เร็วขึ้น ซึ่งผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความรับผิดชอบ ส่งงานล่าช้า และผลงานยังมีความผิดพลาดมาก จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนระหว่างเรียนในบทปฏิบัติการที่ 1 ต่ำกว่าเกณฑ์

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา มีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ในระดับคืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

ประการแรก การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา พัฒนาขึ้นตามแนวทางการสร้างความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่การให้ความรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่นำเอาปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการทำสวนยางพาราในท้องถิ่นที่นักเรียนได้พบเห็นและลงมือปฏิบัติในชีวิตประจำวันมาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้กำหนดปัญหาวิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติด้วยการสำรวจและทดลองเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยมีครูคอยให้คำแนะนำปรึกษา อาจเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นแบบตรงไปตรงมาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสิ่งแวดล้อม ด้วยการหาแนวทางการปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทำสวนยางพารา ทำให้นักเรียนเกิดความรักและห่วงแหน เกิดความวิตกและห่วงใย ที่นำไปสู่การปฏิบัติตนที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับแนวคิดของกิตติภูมิ มีประดิษฐ์ (2542: 35-36) ที่ว่า การมีความรู้ที่ชัดเจน และซาบซึ้ง มีความรักและห่วงแหน มีความวิตกและห่วงใย และการปฏิบัติที่ถูกต้องเหมาะสม เป็นการสร้างความลุ่มลึกชัดเจนในเรื่องของสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมในที่สุด

ประการที่สอง กิจกรรมในบทปฏิบัติการ นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นรูปธรรม ทำให้นักเรียนสนใจอยากรู้ กระตือรือร้นในการเรียน ประกอบกับบทปฏิบัติการที่ 2 มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ออกไปศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่สวนยางพารา นักเรียนได้สัมผัสและรับรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานในสวนยางพาราด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจ เกิดความรักและห่วงแหนต่อสิ่งแวดล้อมในชุมชน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในท้องถิ่น สอดคล้องกับ ซีรีเมีย (Seremia. 2011: online) ที่ว่า การพานักเรียนไปศึกษานอกสถานที่ที่เป็นสิ่งแวดล้อมในชุมชนและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน นอกจากนักเรียนจะได้เรียนรู้สิ่งแวดล้อมจากประสบการณ์จริงแล้ว ยังทำให้นักเรียนเกิดการค้นพบปัญหาด้วยตัวเองและเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมด้วย และสอดคล้องกับ เคนเคิร์ท และคนอื่นๆ (Cankurt; et al. 2008: 2)

ที่ศึกษาความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของคนในประเทศญี่ปุ่นพบว่า คนที่ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางสิ่งแวดล้อมมีความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าคนที่ไม่ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการใช้บทปฏิบัติการ

1.1 ครูที่จัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานควรเข้าใจถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ และชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจ อีกทั้งควรเตรียมสถานที่ที่จะพานักเรียนไปศึกษาให้เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสะดวก ปลอดภัย และควรมีครูวิทยาศาสตร์มากกว่าหนึ่งคนเพื่อจะได้ดูแลและให้คำแนะนำปรึกษานักเรียนได้อย่างทั่วถึง

1.2 ครูควรเตรียมความพร้อมด้านการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ก่อนให้นักเรียนออกแบบและวางแผนการทดลอง เพื่อนักเรียนจะได้เข้าใจและเลือกใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

1.3 ขณะจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานเป็นมิตร มีสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย และอำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีและเข้าใจได้เร็วขึ้น

1.4 ในบทปฏิบัติการชุดแรกๆ ครูควรชี้แนะเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงกระบวนการทดลอง ในบทปฏิบัติการถัดไปครูจึงลดบทบาทลงเหลือเพียงผู้แนะนำปรึกษา เพื่อให้นักเรียนได้คิดและทำการทดลองด้วยตนเองมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ศึกษาตัวแปรอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ความรับผิดชอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้แหล่งการเรียนรู้อื่นที่มีในท้องถิ่นมาใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.2 อาจนำไปใช้จัดการเรียนรู้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ และภาคอื่นที่มีการทำสวนยางพารา

2.3 อาจนำไปใช้จัดการเรียนรู้กับหน่วยการเรียนรู้อื่นที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

2.4 จัดทำเป็นสื่อสำเร็จรูป เช่น บทเรียนออนไลน์ วิธีดีวีดีประกอบการศึกษา ฯ เพื่อให้นักเรียนที่ศึกษาในชุมชนเมือง หรือพื้นที่ห่างไกลจากสวนยางพารา ซึ่งมีผู้ปกครองประกอบอาชีพทำสวนยางพารา ได้มีโอกาสรับรู้ และเรียนรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา จนนำไปสู่การเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับนักเรียนที่ศึกษาอยู่ใกล้กับพื้นที่สวนยางพารา



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2547). *คู่มือการตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างง่าย*. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.
- . (2556). *สถานการณ์มลพิษทางน้ำจากการปลูกยางพารา*. กรุงเทพฯ: ส่วนน้ำเสียและกากของเสีย สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.
- กรมวิชาการเกษตร. (2540). *คู่มือการบันทึกข้อมูลพืชไร่*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- . (2550). *พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยางพารา*. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2556, จาก www.rubberthai.com/information/Wichakan50/08.pdf.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- . (2554ก). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- . (2554ข). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.
- กาญจนา จันทร์ประเสริฐ. (ม.ป.ป.). *เทคนิคการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. (เอกสาร). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- กานต์วี ใจงาม. (2545). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการผลิตแก๊สไฮโดรเจนจากพืชในท้องถิ่น*. ปริญญาโท กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. (2542). *มนุษย์อุตสาหกรรมและสภาพแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ขวัญตา ทองใบ; บังอร พานทอง; และ สุนันทา มนัสมงคล. (2553, กรกฎาคม-ธันวาคม). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหลวงพ่อบาน คลองด่านอนุสรณ์ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ*. *วารสารสิ่งแวดล้อมศึกษา-สสศท*. 1(2): 1-11.

คลังความรู้สู่ความเป็นเลิศทางปัญญา. *ความเป็นกรด-เบสของดิน*. สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 5557,

จาก <http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/704>

จันทร์จิรา รัตนไพบูลย์. 2549. *การพัฒนาชุดกิจกรรมค่ายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2520). *ระบบสื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2555). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. พิมพ์ครั้งที่ 5.

กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.

ชอุ่ม กรไกร. (2556). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. (เอกสารการประชุม).

เชาวลิต ชูกำแพง. (2550). *ประเมินการเรียนรู้*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ญาดา พินิตพิณกุล. (2539). *การสร้างความตระหนัก*. กรุงเทพฯ: วีระวิทยานิพนธ์.

ณลลิกา ไตจินดา. (2556). *รายงานการวิจัย เรื่องการประเมินความสำเร็จทางสิ่งแวดล้อมศึกษา*.

กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ดวงเดือน เทศวานิช. (2530). *หลักการสอนทั่วไป*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
วิทยาลัยครูพระนคร.

เตือนใจ เกศษา. (2544). *การสร้างแบบทดสอบ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ทรงธรรม พลัฒา; และ สุเทพ อ่วมเจริญ. (2553, กรกฎาคม - ธันวาคม). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความปลอดภัยในชีวิตของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 2(1): 119.

ทศนา แชมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: หลักการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนวรรณ โสมน้อย. (2548). *การพัฒนาบทปฏิบัติการ เรื่อง การใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสีย้อมผ้าสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา: การสอนสิ่งแวดล้อม).

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ธัญธัช วิภัติภูมิประเทศ. (2556, พฤษภาคม- สิงหาคม). *ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาการศึกษาเพื่อสร้างพลเมืองที่มีต่อความตระหนักใน ความเป็นพลเมืองของนักศึกษา*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*. 24(2): 43-57.

นงนภัศ คุ้มวิญเฑียงกมล. (2551). *การวิจัยเชิงบูรณาการแบบองค์รวม*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นางลักษณ วังศิณอม. (2547). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักถึงความสำคัญกับความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- นิภา ศรีไพโรจน์. (2533). สถิตินอนพาราเมตริก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นุชนารถ กังพิศดาร. (2547). การใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดินในสวนยาง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- (2556). การจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- นุจรินทร์ สิทธิเลิศประสิทธิ์. (2550). การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอน เรื่อง ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยใช้แหล่งเรียนรู้ธรรมชาติบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาสมโภชน์ จังหวัดลพบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเกื้อ คอรวาเวช. (2542). นวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2532). การวิจัยเบื้องต้น. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.
- (2554). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุปผา อุ่นแสงจันทร์. (2556). สถานการณ์มลพิษทางน้ำจากการปลูกยางพารา. (เอกสาร).
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคปรี้นติ้ง.
- ประเสริฐ ลำธารอด. (2552). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องระบบนิเวศในโรงเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ดอมินิก. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปานใจ ชัยวรศิลป์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี SQRCQ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านป่ายาง อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). เชียงราย: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. ถ่ายเอกสาร.
- ผดุงชัย ภูพัฒน์. (ม.ป.ป). การพัฒนาเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. สืบค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2556. จาก <http://tlc.buu.ac.th/personal/example.pdf>.

- ผ่องฤดี พวงประดิษฐ์. (2546). การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การย้อมด้วยฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากใบพืชตามความนิยมของท้องถิ่น”. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรยมล บัวศรี. (2546). การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องสารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พันศักดิ์ สายแสงจันทร์. (2544). การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคนิคการแยกสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิชิต ฤทธิ์จุญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอิร์ส ออฟ เคอร์มิสท์.
- เพ็ญจันทร์ ธาตุไพบูลย์. (2546). ปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับความตระหนักต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบูรณ์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาสินี เปี่ยมพงศ์สานต์. (2548). สิ่งแวดล้อมศึกษา แนวการสอน สาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2552). การวัดและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รวิวรรณ อินทรวงศ์ศักดิ์. (2556). ผลของแอนิเมชันที่มีต่อความตระหนักเรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ถ่ายเอกสาร.
- รัชนก ทุมชาติ. (2551). การศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาคร โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ราชภัฏสวนดุสิต. (2551). *ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: นำงการพิมพ์.
- โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม. (2550). *วิธีการสอน*. กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนฯ.
- วรรณภา ชื่นนอก. (2554). *การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). นครสวรรค์: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. ถ่ายเอกสาร.
- วัลลีย์ สัตยาสัย. (2547). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.
- วราญ ลิ้ประเสริฐ. (2539). *คู่มือการสร้างสื่อการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วารีย์ บุญลือ. (2550) *การพัฒนานาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่องการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิวัฒน์ แก้วดวงเล็ก. (2553). *การใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบ: กรณีศึกษา อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วิศิษฐ์ศรี โตศุภวรรณ. (2556). *การพัฒนานาบทปฏิบัติการโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายผลการศึกษา*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิทยาลัยนครราชสีมา. (2556). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. นครราชสีมา: ฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยฯ.
- วิราพร พงศ์อาจารย์. (2542). *การประเมินผลการเรียน*. พิษณุโลก: สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.
- วีระชาติ อินทร์ทอง. (2551). *การบำบัดซัลเฟตในน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางชั้นโดยใช้เถ้าลอยจากเตาเผาขยะจังหวัดภูเก็ต*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อม). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศิริจิต พุ่มหว่า. (2554, กรกฎาคม-ธันวาคม). ผลการใช้สารเคมีในสวนยางพาราต่อมลภาวะในดินและน้ำ อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา. *วารสารหาตใหญ่วิชาการ*. 9(2): 85-93.
- ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์; และ ยุพาวรรณ ศรีสวัสดิ์. (2554, มกราคม- เมษายน). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. *รายงานการวิจัยวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนราธิวาส*. 3(1): 106-107.

- สุภพงษ์ คล้ายคลึง. (2548). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (2545, กันยายน). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. ข่าวประกันคุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษา สถาบันฯ.
- สุขฤกษ์ ดีโนนโพธิ์. (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30. เวทีเรียน-อี. 2(1): 1-13.
- สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2543). เอกสารคำสอนวิชา ปถ 421 วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- . (2554). ตัวอย่างหน่วยการเรียนรู้ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักงาน ยุทธศาสตร์ สำนักการศึกษา.
- สุภามาศ เทียนทอง. (2553). การพัฒนาความสามารถในการแก้ไขปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร.
- สุทธิวรรณ พิระศักดิ์โสภณ. (ม.ป.ป.). การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. (เอกสาร).
- สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ; และคนอื่นๆ. (2556, 2 ธันวาคม). ความสำเร็จของการจัดโปรแกรมสิ่งแวดล้อมศึกษาในรูปแบบค่ายเยาวชนรักษาน้ำท้องถิ่นสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 4(2): 165-173.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.
- สุวิมล เขียวแก้ว. (2527). การสอนวิทยาศาสตร์กับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2550: 2-3). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อการประกันคุณภาพผู้เรียน. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานฯ.
- . (2555). หลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2556, จาก www.donbomsc.com.
- สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. (2556). สถานการณ์มลพิษทางน้ำจากการปล่อยของเสีย. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.

- สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเพชรบุรี. (2553). *การตรวจวัดคุณภาพน้ำอย่างง่าย สำหรับชุมชน*. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2556, จาก <http://www.phetchaburi-mnre.org/phet-mnre/index>.
- สำนักงานพัฒนาถ่ายทอดเทคโนโลยี. (2551, พฤษภาคม). *การจัดการน้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิตแผ่นยางพารา*. คลังข้อมูล สพท. 4(2). สืบค้นเมื่อ 21 ตุลาคม 2556, จาก <http://actech.agritech.doae.go.th/folder/spt5110.pdf>.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อมร เรืองไพศาล; ประวิต เอรารวรรณ์; และ มนูญ ศีวารมย์. (2554, กรกฎาคม). การประยุกต์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้กับการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารการวัดผลการศึกษา*. 17(1): 319.
- อรรถัย ศรีสมชัย. (2547). *การพัฒนาบทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมศึกษาในโรงเรียน*. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร กรุดวงษ์. (2548). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จังหวัดนครปฐม*. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อนุสรณ์ กาลดิษฐ์. (2548). *การศึกษาความรู้และความตระหนักของนักศึกษาที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร*. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อานุภาพ เลชะกุล. (ม.ป.ป.). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. สงขลา: คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรีนติ้ง เฮาส์.

อุมาพร ชัยปรีชา. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

Basri, Noor Ezlin Ahmad; et al. (2011). Introduction to Environmental Engineering: A Problem-Based Learning Approach to Enhance Environmental Awareness among Civil Engineering Students. *Social and Behavioral Sciences*. 60 (2012): 36-41.

Cankurt, Murat; et al. (2008, February). Awareness to Environmental Pollution in Turkey. *Selected Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting*. p.10.

Cetin, Gulcan; & Nisanci, Seda Hilal. (2010, December). The Effectiveness of new 9th grade Biology Curriculum on Students' Environmental Awareness. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 11(2): 1-25.

Gokmen, Selcen Iseri. (2008). *Effect of Problem Based Learning on Students' Environmental Attitude through Local vs. Non local Environmental Problems*. Dissertation, M.S.(Elementary Science and Mathematics Education). Austin: Graduate school The University of Middle East Technical. Photocopied.

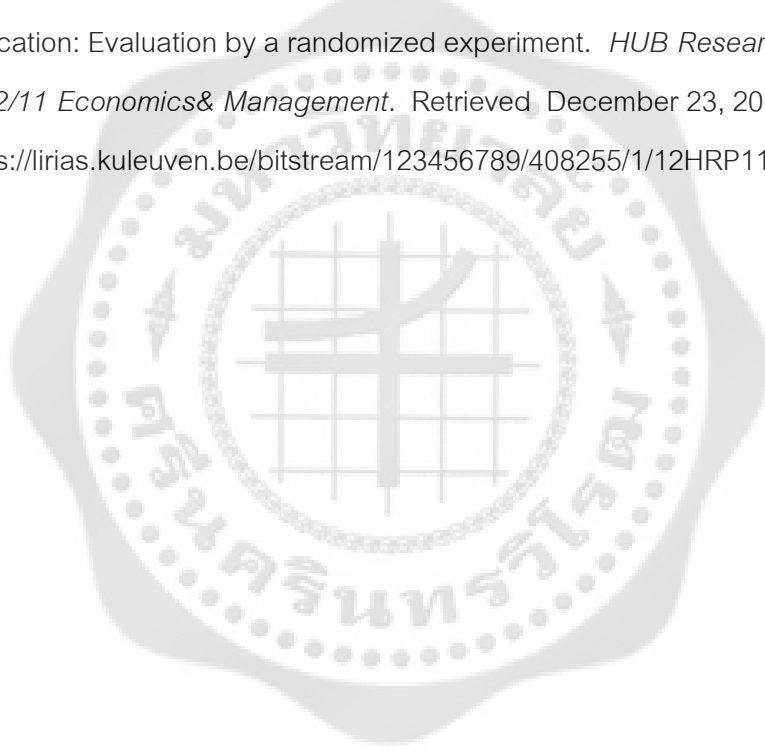
Graaff, Erik De; & Kolmos, Anette. (2003, August 25). Characteristic of Problem - Base Learning. *Engng Ed*. 9(5): 657-662.

Kelly, Orla; & Finlayson, Odilla E. (2007). Providing solutions through problem-based learning for the undergraduate 1st year chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*. 8(3): 347.

Kin Hang Wong, Kenson; & Day, Jeffrey Richard. (November, 2009). A Comparative Study of Problem-Based and Lecture-Based Learning in Junior Secondary School Science. *Research in Science Education*. 5(39): 625-642.

Tuysuz, cengiz. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*. 2(1): 37-53.

- Sengupta, Madhumala; Jayanti, Dass; & Maji. (2010, January). Environmental Awareness and Environment Related Behaviour of Twelfth Grade Students in Kolkata: *Effects of Stream and Gender Anwesa*. (5): 1-8.
- Seremeia, N. (2011). *Raising Awareness on Climate Chang and Energy Savings for Teacher, Familis and Stakeholders*. Ratrieved May 27, 2013, from <http://ec.europa.eu/enveronment/life/.../index.cmf?...n...>
- Utecht, Jeffrey R. (March, 2003). *Problem-based Learning in the Student Centered Class room*. Retrieved March 20, 2014, from <http://jeffutecht.com/docs/PBL.pdf>.
- Witt, Kristof De; & Rogg, Nicky. (February, 2012). Problem-based Learning in secondary Education: Evaluation by a randomized experiment. *HUB Research Paper 2012/11 Economics& Management*. Retrieved December 23, 2014, from <https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/408255/1/12HRP11.pdf>.







ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี - รองศาสตราจารย์
ประจำภาควิชาฟิสิกส์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชา
สังคมศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุมาพร มณีแนม - ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชา
สังคมศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
4. อาจารย์คนึงนิตย์ ลิ้มจิรัชจร - อาจารย์ ประจำภาควิชาวาริชศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
5. อาจารย์ ดร.สมควร ไช้แก้ว - อาจารย์ผู้สอนโรงเรียนเมืองกลาง
อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต
6. อาจารย์บุญเริ่ม ธีวรรณรักษ์ - อาจารย์ผู้สอนโรงเรียนมัธยมสันพิทยา
เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร
7. อาจารย์เจริญสุข รุ่งนิลรัตน์ - อาจารย์ผู้สอนโรงเรียนวัดดอนเมือง
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร
8. อาจารย์สมโชค พิณวานิช - อาจารย์ผู้สอนโรงเรียนบ้านท่าไม้ลาย
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร
9. อาจารย์ปิยะภรณ์ วงศ์วิวัฒน์ - อาจารย์ผู้สอน
โรงเรียนย่านตาขาวราษฎร์นุถัมภ์
อำเภอย่านตาขาว จังหวัดตรัง

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม
2. ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ยางพารา

ตัวอย่างแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาความตระหนักต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียน โดยการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการเลือกตอบตามความคิดเห็นของตนเอง
2. ให้นักเรียนพยายามอ่านข้อคำถามโดยละเอียดและพิจารณาอย่างรอบคอบแล้วจึงตัดสินใจตอบคำถาม
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน โดยในแต่ละข้อ ให้นักเรียนเลือกทำเครื่องหมายลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นเพียงหนึ่งช่องเท่านั้น

ตัวอย่าง

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับของความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
00	นักเรียนรู้สึกไม่พอใจ เมื่อเห็น คนในชุมชนปล่อยน้ำทิ้งจาก กระบวนการผลิตยางแผ่นดิบลง สู่พื้นดิน			✓		

ข้อ	ข้อความ	ระดับของความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	<u>ด้านความรู้ที่ชัดเจนและซาบซึ้ง</u> การทำสวนยางพาราเชิงเดี่ยวส่งผล กระทบต่อแหล่งที่อยู่ของสัตว์น้ำ และสัตว์หน้าดินในแหล่งน้ำ					
2	การถางป่าและการตัดไม้ทำลายป่า เพื่อทำสวนยางพาราทำให้ระบบ นิเวศเสียสมดุล					
3	<u>ด้านความรักและความห่วงใย</u> นักเรียนรู้สึกว่าการทำสวน ยางพาราในท้องถิ่นควรปรับปรุงเพื่อ ลดผลกระทบที่เกิดขึ้นกับทรัพยากร ดินและแหล่งน้ำ					
4	นักเรียนรู้สึกว่าดินและแหล่งน้ำใน ท้องถิ่นที่ได้รับผลกระทบจากน้ำทิ้ง ในกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ ต้องได้รับการฟื้นฟูและดูแลอย่าง เร่งด่วน					
5	<u>ด้านความวิตกกังวลและห่วงใย</u> นักเรียนรู้สึกเป็นห่วงพฤติกรรม การทำสวนยางพาราในปัจจุบันที่ทำให้ เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม					
6	นักเรียนรู้สึกเป็นห่วงว่า ถ้าหากยัง ไม่บำบัดน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต ยางแผ่นดิบ ในอนาคตแหล่งน้ำและ ดินในท้องถิ่นจะเกิดมลพิษและ เสื่อมคุณภาพ					

ข้อ	ข้อความ	ระดับของการปฏิบัติ				
		ปฏิบัติ ทุกครั้ง	ปฏิบัติ เกือบทุก ครั้ง	ปฏิบัติ บางครั้ง	ปฏิบัติ น้อยครั้ง	ไม่ปฏิบัติ เลย
7	<u>ด้านการปฏิบัติที่ถูกต้องเหมาะสม</u> นักเรียนและผู้ปกครองร่วมกันปรับ สภาพน้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบ ก่อนปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม					
8	นักเรียนช่วยผู้ปกครองตัดหญ้าแทน การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชในสวน ยางพารา					

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ยางพารา

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “ยางพารา” ฉบับนี้มีทั้งหมด 5 หน้า เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ คะแนน ใช้เวลา 30 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ด้วยปากกานำเงินลงในกระดาษคำตอบ ถ้าต้องการเปลี่ยนตัวเลือกใหม่ต้องลบให้สะอาดแล้วจึงทำเครื่องหมาย X ในช่องตัวเลือกใหม่
3. ไม่ขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆลงในข้อสอบ
4. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ



1. ทรัพยากรธรรมชาติสิ้นเปลืองหมายถึงข้อใด (จำ)
 - ก. ทรัพยากรที่มีราคาแพงและใช้หมดไปได้โดยง่าย
 - ข. ทรัพยากรธรรมชาติที่เปลี่ยนรูปไปแล้วไม่สามารถทำให้เหมือนเดิมได้อีก
 - ค. ทรัพยากรธรรมชาติที่เราไม่สามารถหาสิ่งอื่นซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกันมาทดแทนได้
 - ง. ทรัพยากรธรรมชาติที่เมื่อใช้หมดไปแล้วไม่สามารถทำหรือสร้างขึ้นใหม่ในชั่วชีวิตมนุษย์ได้
2. ต้นยางพาราจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทใด (เข้าใจ)
 - ก. ใช้แล้วหมดไป
 - ค. เกิดทดแทนได้
 - ข. ใช้แล้วไม่หมดสิ้น
 - ง. ทั้งใช้แล้วหมดไปและเกิดทดแทนได้
3. ข้อใด คือความหมายของ“สิ่งแวดล้อม” (จำ)
 - ก. สิ่งต่างๆ ที่ประกอบกันเป็นโลก
 - ข. ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเราทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต
 - ค. สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติที่อยู่รอบตัวเรา
 - ง. สิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นมาตามธรรมชาติและมีประโยชน์ต่อมนุษย์
4. ข้อใดกล่าวถึงประเภทของสิ่งแวดล้อมได้ถูกต้อง (เข้าใจ)
 - ก. น้ำยางจากต้นยางพาราเป็นสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
 - ข. ยางแผ่นดิบเป็นสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
 - ค. ดอกไม้ประดิษฐ์จากใบยางพาราเป็นสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ค
5. ข้อใดไม่ใช่การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม (วิเคราะห์)
 - ก. การสร้างโรงรมยาง
 - ข. การขายน้ำยางแทนการผลิตยางแผ่นดิบ
 - ค. การนำน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบไปใช้ผลิตก๊าซหุงต้ม
 - ง. การใช้ปุ๋ยคอก
6. การทำสวนยางพาราแบบใดก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมมากที่สุด (วิเคราะห์)
 - ก. เชิงเดี่ยว
 - ค. วนเกษตร
 - ข. ป่ายาง
 - ง. ป่ายางและวนเกษตร
7. ข้อมูลในข้อใด ไม่เหมาะสม ที่จะนำไปใช้พิสูจน์สมมติฐานในข้อ 9 (ประยุกต์ใช้)
 - ก. อายุและขนาดของต้นยางพารา
 - ค. ปริมาณปุ๋ยและยาปราบวัชพืชที่ใช้ต่อปี
 - ข. ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อดินและแหล่งน้ำ
 - ง. ไม่มีข้อใดถูก

8. เงื่อนไขของหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงข้อใดเหมาะกับการใช้ปรับปรุงสวนยางพาราเชิงเดี่ยวให้เป็นสวนยางพาราแบบวนเกษตรมากที่สุด (ประยุกต์ใช้)

- ก. ความรู้ คือต้องมีความรู้เกี่ยวกับพืชว่าพืชใดเหมาะที่จะปลูกร่วมกับยางพารา
- ข. ความรู้ คือต้องทราบว่าสัตว์ชนิดใดไม่เหมาะที่จะเลี้ยงในสวนยางพารา
- ค. คุณธรรม คือ ต้องไม่เลี้ยงสัตว์ในสวนยางพาราเพื่อการซื้อขาย หรือการนำไปทำอาหารเพราะเป็นบาป
- ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

9. ข้อใดคือการแก้ปัญหาสวนยางพาราเชิงเดี่ยวโดยใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (ประเมินค่า)

- ก. ปลูกพืชแซมยางพารา
- ค. ทำสวนยางพาราแบบป่ายาง
- ข. ใส่ปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมี
- ง. ถูกทุกข้อ

10. นักเรียนคิดว่าบุคคลใดต่อไปนี้ ใช้หลักการหลีกเลี่ยงการใช้สิ่งทีก่อให้เกิดมลพิษ (Reject) (ประเมินค่า)

- ก. ล้างรถบำบัดน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบก่อนที่จะปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมทุกครั้ง
- ข. วันเฉลิมค่านวณหาปริมาณกรดฟอร์มิคส์ที่เหมาะสมเพื่อลดความเป็นกรดในน้ำทิ้ง
- ค. แสนน้ำทิ้งใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้เมื่อได้ปริมาณมากจึงค่อยนำไปเททิ้ง
- ง. อัญญาใช้น้ำสมฆ่าอย่างชีวภาพที่ทำจากน้ำมะพร้าวอ่อนแทนการใช้กรดฟอร์มิค

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

1. ตารางอำนาจจำแนก (t) และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม
2. ตารางค่าความยากง่าย(r) ค่าอำนาจจำแนก (p) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 17 อำนาจจำแนก (t) และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบวัดความตระหนัก
ต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	อำนาจจำแนก(t)	ข้อที่	อำนาจจำแนก(t)
1	1.75*	16	5.33**
2	4.76**	17	7.58**
3	4.00**	18	6.25**
4	4.96**	19	5.22**
5	5.48**	20	2.71**
6	5.64**	21	5.41**
7	5.15**	22	6.59**
8	4.15**	23	4.66**
9	5.13**	24	6.91**
10	4.79**	25	8.15**
11	6.52**	26	7.27**
12	4.79**	27	6.82**
13	2.70**	28	8.47**
14	4.46**	29	7.05**
15	3.83**	30	7.54**

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม = .85

ตาราง 18 ค่าความยากง่าย(r) ค่าอำนาจจำแนก (p) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของ
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.82	.63	16	.72	.33
2	.35	.34	17	.46	.34
3	.62	.35	18	.59	.51
4	.41	.39	19	.67	.55
5	.11	.42	20	.32	.28
6	.70	.32	21	.49	.23
7	.81	.48	22	.31	.52
8	.64	.60	23	.21	.34
9	.48	.46	24	.32	.29
10	.72	.48	25	.42	.57
11	.60	.53	26	.34	.45
12	.20	.38	27	.70	.60
13	.57	.44	28	.41	.44
14	.52	.48	29	.29	.27
15	.52	.43	30	.56	.60

ค่าความยากง่ายเฉลี่ยทั้งฉบับ = .50 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยทั้งฉบับ = .44

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ยางพารา = .74

ภาคผนวก ง
คะแนนความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ตารางคะแนนความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ยางพารา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้
3. ตารางความรู้สึกต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการการที่เน้นปัญหาเป็นฐานของนักเรียนกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้

ตาราง 19 คะแนนความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

คนที่	ก่อนเรียน (150 คะแนน)	หลังเรียน (150 คะแนน)
1	95	104
2	81	138
3	83	135
4	116	126
5	82	137
6	93	137
7	78	123
8	106	108
9	96	140
10	96	138
11	86	137
12	88	129
13	77	127
14	100	130
15	101	144

ตาราง 20 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

คนที่	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)
1	5	23
2	7	26
3	17	28
4	13	25
5	11	18
6	13	21
7	16	24
8	17	26
9	12	27
10	8	22
11	5	23
12	16	24
13	9	27
14	12	24
15	12	26

ตาราง 21 ความรู้สึกต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐานของนักเรียนและ
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ลำดับ ที่	ชื่อ	ความรู้สึก	คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน		
			ก่อน	หลัง	เพิ่มขึ้น
1	ด.ญ.ดวงเนตร	“รู้สึกสนุกสนานได้ความรู้ในเรื่องที่ไม่เคยรู้ ครู สอนสนุก ได้ประโยชน์ ได้ประสบการณ์จริงจาก สถานที่จริง สามารถนำกลับไปบอกผู้ปกครอง ได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง”	12	24	12
2	ด.ญ.นลนีย์	“ได้รู้ในสิ่งที่ไม่เคยรู้ ได้ทดลองรู้สึกชอบมากเลย ค่ะ”	13	25	12
3	ด.ญ.พลอยจันทร์	“ทำให้ได้เรียนรู้เกี่ยวกับสวนยางมากกว่า เมื่อก่อนจากที่ไม่รู้มาก่อน มีความรู้มากขึ้น เรียนกับครูสนุกมากเลยคะ”	17	26	9
4	ด.ญ.พุทธรักษา	“มีความสุขมาก สนุกสุดๆ ไปเลยคะ มีความรู้เยอะเลย นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ด้วย เข้าใจง่ายไม่สับสน”	7	26	19
5	ด.ญ. รวีวรรณ	“เป็นวิชาที่สนุก มีการทดลอง พานักเรียนออกไป ศึกษานอกสถานที่ และยังสามารถนำความรู้ไป ใช้ประโยชน์ได้ด้วย”	12	26	14
6	ด.ญ.วิภาวรรณ	“นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและในวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐานได้อีกด้วย”	11	18	7
7	ด.ช.ธรรมรัฐ	“ทำให้รู้เรื่องสวนยางพาราเยอะมาก รู้สึกสนุกมากที่ครูมาสอน”	8	22	14
8	ด.ช.รัฐธรรมบุญ	“ได้เรียนรู้เกี่ยวกับสวนยางพารา สนุกดี และรู้สึกดี ครับ”	17	28	11
9	ด.ช.อาทิตย์	“ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการทำสวนยาง ฮาดี ไม่เครียด”	16	24	8

หมายเหตุ: ลำดับที่ 2 และ 5 ไม่บ่งชี้ถึงความสนุกสนานของบรรยากาศการจัดการเรียนรู้

ภาคผนวก จ
การหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ

1. การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียน (E_1)
2. การหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย
บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (E_2)

ตาราง 22 ประสิทธิภาพ (E_1) ของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา

บทปฏิบัติการที่	A	N	$\sum x$
1. นักสืบสวนยาง	28	15	286
2. สะท้อนใจแก่น้ำทิ้ง	44	15	524
3. ร่วมใจพิชิตน้ำทิ้ง	44	15	557
รวม	116	15	1,367

$$E_1 = \left[\frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \right] \times 100$$

$$E_1 = \left[\frac{\frac{1367}{15}}{116} \right] \times 100$$

$$E_1 = 78.56$$

ตาราง 23 ประสิทธิภาพ (E_2) ของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา

คะแนนจาก	B	N	$\sum x$
การตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการ	36	15	445
การทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน	30	15	364
รวม	66	15	809

$$E_2 = \left[\frac{\frac{\sum x}{N}}{B} \right] \times 100$$

$$E_2 = \left[\frac{\frac{809}{15}}{66} \right] \times 100$$

$$E_2 = 81.72$$

ดังนั้นประสิทธิภาพ E_1/E_2 ของบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา จึงเท่ากับ

$$78.56/81.72$$



ภาคผนวก จ

ตัวอย่าง บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา

บทปฏิบัติการที่ 2

สะท้อนใจกับน้ำทิ้ง



ข้อเสนอแนะสำหรับนักเรียน

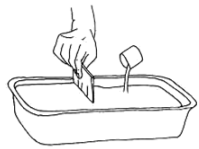
นักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำและดินที่มีการไหลผ่านของน้ำ ทั้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกัน โดยมีแนวทางในการปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือและวิธีการที่ใช้วัดคุณภาพของน้ำและดิน ทั้งทางเคมี และทางชีวภาพจากใบความรู้ในบทปฏิบัติการที่ 2
2. แบ่งกลุ่มเพื่อทำการทดลอง
กลุ่มละ 4 - 5 คน แบ่งหน้าที่และกำหนดบทบาทรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม
3. ออกแบบการทดลองและวางแผนการทดลอง
4. เตรียมอุปกรณ์การทดลองตามรายการที่ออกแบบไว้ ให้พร้อมก่อนลงมือทำการทดลอง
5. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่วางไว้และทำการทดลองทุกขั้นตอนอย่างระมัดระวัง
6. บันทึกผลการทดลองลงในรายงานผลการทดลอง



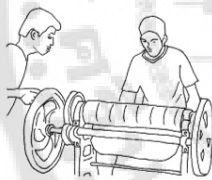
ใบความรู้ที่ 2.1

ผลกระทบที่เกิดจากน้ำทิ้งในกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ¹



กระบวนการผลิตยางแผ่นดิบของเกษตรกรมีการใช้น้ำปริมาณมาก และใช้สารเคมีเพื่อให้ยางจับตัว เช่น กรดฟอร์มิก หรือกรดซัลฟูริก น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบอาจปนเปื้อนในดินและแหล่งน้ำที่ใช้

อุปโภค บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินตื้น ปริมาณน้ำที่ใกล้เคียงกับระดับผิวดินจากปริมาณน้ำฝนที่มากเกินไป และจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบที่มีปริมาณมากถึง 20 ลิตร ต่อสวนยาง 1 ไร่ ทำให้เกิดการชะล้างของมลพิษผ่านชั้นดินทราย สวนยางบางแห่งมีบ่อน้ำใกล้บ้านและเกษตรกรทำยางแผ่นดิบใกล้กับบ่อน้ำหรือบ่อบาดาล อาจเกิดการชะล้างของน้ำเสียลงสู่บ่อน้ำหรือบ่อบาดาล ส่วนสวนยางที่ตั้งตามริมคลองหรือแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบอาจก่อให้เกิดมลภาวะเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้ใช้น้ำในบริเวณนั้น และอาจมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบมีการปนเปื้อนของสารพวกฟอสเฟตด้วย



¹ ข้อมูลจาก นุชนารถ กังพิศดาร. 2552. การจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน.

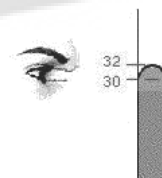
ใบความรู้ที่ 2.2

รู้และเข้าใจเครื่องมือในการตรวจวัดคุณภาพน้ำและดิน

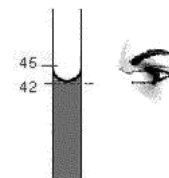
เทอร์โมมิเตอร์²

หลักปฏิบัติในการใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ

1. ใช้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์จุ่มหรือสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการจะวัดอุณหภูมิเสมอ และระมัดระวังไม่ให้กระเปาะแตะด้านข้างหรือก้นภาชนะ
2. ให้ก้านเทอร์โมมิเตอร์ตั้งตรงในแนวตั้ง เว้นแต่จะกระทำไม่ได้จริงๆ
3. อ่านค่าอุณหภูมิเมื่อระดับของเหลวขึ้นไปจนหยุดนิ่งแล้ว
4. ขณะอ่านค่าอุณหภูมิ ต้องให้สายตาดูระดับเดียวกับระดับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์
5. อ่านค่าอุณหภูมิขณะที่กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ยังสัมผัสกับสิ่งที่วัดอยู่ เมื่ออ่านเสร็จแล้วจึงเอาออกจากการสัมผัสได้



เทอร์โมมิเตอร์ชนิดบรรจุปรอท
อุณหภูมิที่อ่านได้ 30°C



เทอร์โมมิเตอร์ชนิดบรรจุแอลกอฮอล์
อุณหภูมิที่อ่านได้ 42°C

ข้อควรระวังในการใช้เทอร์โมมิเตอร์

1. เนื่องจากกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์บางและแตกง่าย เวลาใช้จึงควรระมัดระวังไม่ให้กระเปาะไปกระทบกับของแข็งแรงๆ
2. ไม่ควรใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิที่แตกต่างกันมากในเวลาต่อเนื่องกัน เช่น วัดของที่ร้อนจัดแล้วเปลี่ยนมาเป็นวัดของที่เย็นจัดทันที เพราะหลอดแก้วจะขยายตัวและหดตัวอย่างทันทีทันใดทำให้แตกหักได้
3. อย่าใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำกว่าสเกลสูงสุดหรือต่ำสุดมาก
4. เมื่อใช้เสร็จแล้ว ควรล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วเก็บรักษาไว้ในที่ปลอดภัย

แว่นขยาย³

หลักปฏิบัติในการใช้แว่นขยาย

ต้องถือแว่นให้ชิดกับตาข้างหนึ่งแล้วเลื่อนวัตถุจนมองเห็นได้ชัดที่สุดห้ามขูดขีดแว่น เมื่อใช้เสร็จแล้วควรเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

เซคิซิส⁴

หลักปฏิบัติในการใช้เซคิซิส

1. นำเซคิซิสผูกติดกำเชือกที่ทำเครื่องหมายบอกความยาวไว้

2. หย่อนเซคิซิสลงในน้ำจนกระทั่งถึงจุดที่เริ่มมองไม่เห็น



3. อ่านค่าความลึกจากเครื่องหมายบนเส้นเชือกแล้วค่อยๆ ปลดเส้นเชือกลงไปอีกครั้ง และค่อยๆ ยกขึ้นจนมองเห็นเซคิซิสอีกครั้ง

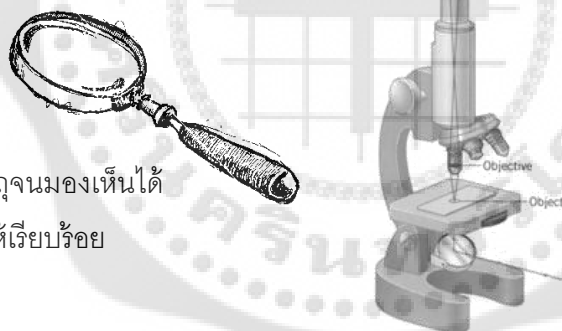
4. อ่านค่าความลึกจากเครื่องหมายบนเส้นเชือก

5. นำค่าที่อ่านได้ 2 ครั้งมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งจะเป็นค่าการส่องผ่านของแสงในแหล่งน้ำ

กล้องจุลทรรศน์⁵

หลักปฏิบัติในการใช้กล้องจุลทรรศน์

1. วางกล้องให้ฐานอยู่บนพื้นรองรับที่เรียบสม่ำเสมอ เพื่อให้ลำกล้องตั้งตรง
2. หมุนเลนส์ใกล้วัตถุ(objective lens) กำลังขยายต่ำสุดอยู่ตรงกับลำกล้อง
3. ปรับกระจกเงาใต้แท่นวางวัตถุให้แสงสะท้อนเข้าลำกล้องเต็มที่ โดยใช้ตามองผ่านเลนส์ใกล้ตาลงไป จะเห็นเป็นวงกลมสีขาวที่มีความสว่าง
4. นำสไลด์ที่จะศึกษาวางบนแท่นวางวัตถุ ให้วัตถุอยู่กลางบริเวณที่แสงผ่าน แล้วค่อยๆ หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ(coarse adjustment knob) ให้ลำกล้องเลื่อนลงมาอยู่ใกล้วัตถุที่จะศึกษามากที่สุด โดยระวังอย่าให้เลนส์ใกล้วัตถุสัมผัสกับกระจกปัดสไลด์
5. มองผ่านเลนส์ใกล้ตา(eyepiece) ลงตามลำกล้องพร้อมกับหมุนปุ่มปรับภาพหยาบ(coarse adjustment knob) ขึ้นช้าๆ จนมองเห็นวัตถุที่จะ



แล้วจึงเปลี่ยนมาหมุนปุ่มปรับภาพละเอียด (fine adjustment knob) เพื่อปรับภาพให้ชัด อาจเลื่อนสไลด์ไปมาช้าๆ เพื่อให้วัตถุที่ต้องการศึกษามาอยู่กลางแนวลำกล้อง ในการใช้กล้องบางรุ่น ขณะปรับภาพ ลำกล้องจะเคลื่อนที่ขึ้นและลงเข้าหาวัตถุ แต่กล้องส่วนใหญ่ในปัจจุบันแท่นวางวัตถุจะเป็นส่วนที่เลื่อนขึ้นลงเข้าหาเลนส์ใกล้วัตถุ

6. ถ้าต้องการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น ให้หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูงขึ้น เข้ามาในแนวลำกล้อง โดยไม่ต้องขยับสไลด์อีก แล้วหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น

7. การปรับแสงที่เข้าในลำกล้องให้มากหรือน้อยให้หมุนปุ่มปรับไดอะแฟรม (diaphragm) ปรับแสงตามต้องการ

ข้อควรระวังในการใช้กล้องจุลทรรศน์

เมื่อปรับเลนส์ใกล้วัตถุไปที่กำลังขยาย 40X ห้ามใช้ปุ่มปรับภาพหยาบโดยเด็ดขาด จะทำให้สไลด์และเลนส์ใกล้วัตถุเสียหาย และห้ามปรับเลนส์ใกล้วัตถุไปที่กำลังขยาย 100X เด็ดขาดถ้าไม่มีน้ำมันเพราะจะทำให้เลนส์ใกล้วัตถุแตกได้

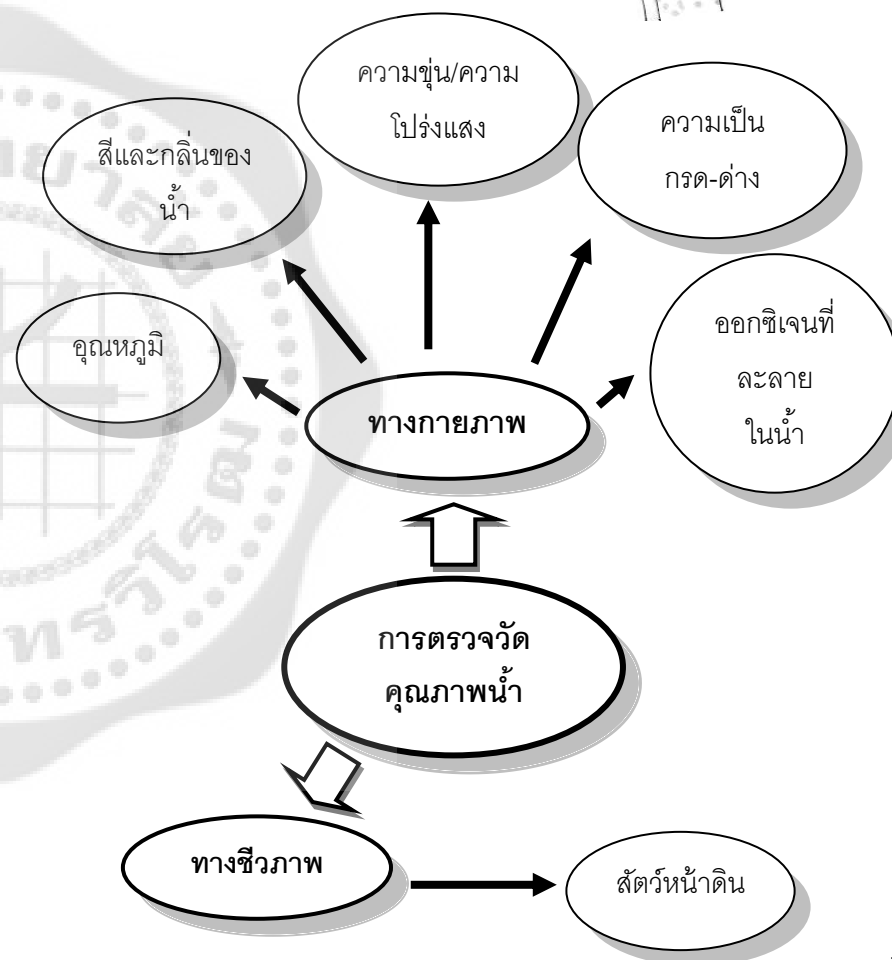
² ข้อมูลจาก <http://www.thaigoodview.com/node/41778>

³ ข้อมูลจาก <http://nbschoolscitool.tripod.com/part1.ht>

⁴ ข้อมูลจาก อางจง ประทีตสุนทรสาร. (2555). *คู่มือสื่อการสอนวิทยาศาสตร์*. หน้า 8.

⁵ ข้อมูลจาก <http://secondsci.ipst.ac.th>.

ใบความรู้ที่ 2.3 การตรวจวัดคุณภาพน้ำ



ทางกายภาพ⁶



การวัดความโปร่งแสงของแหล่งน้ำโดยใช้ Secchi Disc

รายละเอียดของวิธีการ

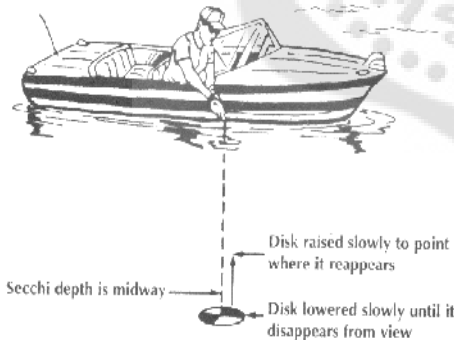
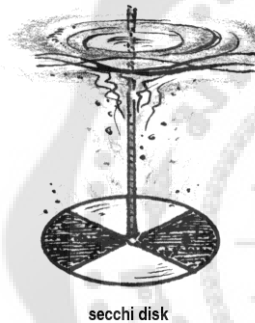
การตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยการวัดความขุ่น/ความโปร่งแสงของแหล่งน้ำ จะเป็นการตรวจวัดการส่องผ่านของแสงในแหล่งน้ำ เนื่องจากความขุ่น/ความโปร่งแสงของแหล่งน้ำมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและการละลายของออกซิเจนในแหล่งน้ำ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

1. Secchi Disc ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. สีขาวสลับดำ
2. เชือกที่มีการทำ

สัญลักษณ์บอกระยะทางซึ่งอาจเป็นการพันสี หรือการติดเทปขาว ทุกระยะ 50 เซนติเมตร เป็นต้น

3. ที่ถ่วงน้ำหนัก เช่น แท่งโลหะ หิน เป็นต้น



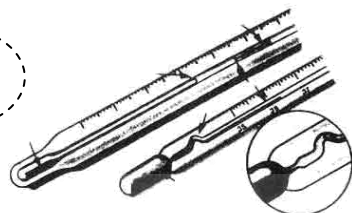
วิธีการตรวจวัด

1. หย่อน Secchi Disc ที่ผูกเชือกและมีน้ำหนักถ่วงลงในน้ำในแนวตั้ง หย่อนลงไปจนกว่าจะมองไม่เห็น
2. อ่านความลึกจากสัญลักษณ์บอกระยะทางที่ทำไว้ของเชือก
3. ค่อยๆ ดึง Secchi Disc ขึ้นมาจนมองเห็น Secchi Disc ครั้งแรก
4. อ่านความลึกจากสัญลักษณ์บอกระยะทางที่ทำไว้ของเชือก
5. นำความลึกที่อ่านได้ทั้ง 2 ครั้งมาเฉลี่ยกัน แล้วบันทึกเป็นค่าความโปร่ง

การแปลผล

- หากวัดความโปร่งแสงได้มากก็แสดงว่าน้ำนั้นมีความใสมากซึ่งมีประโยชน์ต่อสัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำมาก แต่ถ้าหากน้ำมีค่าความขุ่นมากเท่าไร ก็แสดงว่าน้ำนั้นมีตะกอนมาก
- ค่าของแข็งทั้งหมดโดยการตรวจวัดด้วย Secchi Disc เท่ากับ 30-60 ซม.

การวัดอุณหภูมิของแหล่งน้ำ



รายละเอียดของวิธีการ

การวัดค่าความร้อนความเย็นของแหล่งน้ำซึ่งมีอิทธิพลโดยตรงและโดยอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในน้ำซึ่งมีผลต่อคุณภาพแหล่งน้ำนั้นๆ ด้วย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

เทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะ

วิธีการตรวจวัด

1. ตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่องมือ เทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะควรตรวจสอบคุณภาพของของเหลวในกระเปาะว่ายังใช้งานได้หรือไม่
2. วัดอุณหภูมิในอากาศก่อนวัดในน้ำ โดยให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับอากาศประมาณ 3-5 นาที แล้วจึงอ่านค่า ไม่ควรให้เทอร์โมมิเตอร์สัมผัสแสงแดดโดยตรงเพราะอาจทำให้อ่านค่าได้สูงกว่าความเป็นจริงได้ บันทึกอุณหภูมิในอากาศที่วัดได้ในแบบบันทึก
3. หากน้ำตื้นสามารถวัดในน้ำได้โดยตรง

การแปลผล

อุณหภูมิของน้ำในแหล่งน้ำนั้น ไม่ควรมีค่ามากกว่าอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติ 3°C ซึ่งโดยปกติประเทศไทยจะมีค่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 28°C - 32°C อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง อย่างมากผิดปกติ อาจเกิดจากการระบายน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรม และหากอุณหภูมิน้ำที่ตรวจวัดมีค่าสูงกว่า 40°C จะเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและพืชน้ำ

การตรวจวัดความเป็นกรด - ด่าง ของแหล่งน้ำ

รายละเอียดของวิธีการ

การวัดความแตกต่างของความเข้มข้นระหว่างสารตัวอย่างกับสีมาตรฐาน โดยอาศัยหลักการของ Bee's Law ที่ว่าหากสารที่ต้องการตรวจวัดมีปริมาณมากขึ้น ก็จะทำให้เกิดสีเข้มยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้มีการดูดกลืนแสงได้ดี วิธีเปรียบเทียบสีสามารถเปรียบเทียบสีที่เกิดขึ้นได้ทั้งการมอง หรือใช้โวลโทมิเตอร์แปลงค่าออกมา



วิธีการตรวจวัด

1. เก็บตัวอย่างน้ำจากกึ่งกลางความลึกของแหล่งน้ำ
2. กรณีที่เป็นแบบกระดาษ: จุ่มกระดาษปลายด้านที่มีแผ่นสารเคมีติดอยู่ลงในน้ำตัวอย่าง ดึงขึ้นแล้วสะบัดเบาๆ เพื่อให้ น้ำส่วนเกินออกจากกระดาษ รอประมาณ 1-2 นาทีแล้วนำไปเทียบสีมาตรฐาน
3. กรณีที่เป็นแบบเติมสารเคมี: นำน้ำตัวอย่างใส่ลงในขวดทดสอบใส่สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบสารนั้นๆ ในขวดทดสอบ รอ 2-3 นาที แล้วนำไปเทียบกับแถบสีมาตรฐาน



การแปลผล

หากพบว่าสีของน้ำตัวอย่างอยู่ระหว่างสีมาตรฐานสองสีอาจจะใช้ค่าเฉลี่ย หรือหากสีของน้ำตัวอย่างเข้าใกล้สีใดมากกว่านั้นก็ให้ถือว่าน้ำตัวอย่าง มีค่าความเข้มข้นเท่านั้น การอ่านค่าความเข้มข้นหากอ่านได้ค่ามากแสดงว่าน้ำมีความสกปรกมาก

แม้ว่าวิธีนี้จะไม่สามารถเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานได้ แต่ก็สามารถเทียบเคียงได้อย่างคร่าวๆ

การตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)⁷

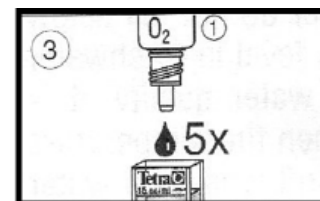
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำเป็นค่าที่มีความจำเป็นต่อการหายใจของพืชและสัตว์น้ำ หากปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเหลือน้อยก็จะมีผลกระทบต่อการอยู่รอดของพืชและสัตว์น้ำในน้ำนั้นได้ (กรมควบคุมมลพิษ. 2547: 45) โดยปกติออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้มาจากบรรยากาศและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะแปรผกผันกับอุณหภูมิและความเข้มข้นของแร่ธาตุที่ละลายในน้ำ ถ้าหากอุณหภูมิของน้ำและความเข้มข้นของแร่ธาตุสูง จะทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยลง (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2554: 118)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

ชุดทดสอบออกซิเจนละลายในน้ำภาคสนาม (DO test kits)

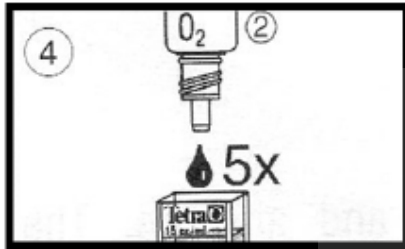
วิธีการตรวจวัด

1. ตักน้ำตัวอย่างที่ต้องการตรวจวัด ปริมาณ 15 ml ใส่ลงในขวดเก็บตัวอย่าง (Vial)
2. นำสารเคมีในหลอดเบอร์ 1 เติมลงในขวดเก็บตัวอย่าง (Vial) จำนวน 5 หยด

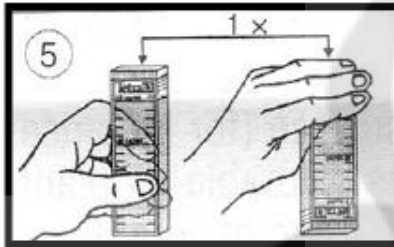


3. นำสารเคมีในหลอดเบอร์ 2 เติมลงในขวดเก็บตัวอย่าง (Vial) จำนวน

5 หยด



4. นำฝาปิดขวดตัวอย่างแล้วพลิก ขวดตัวอย่าง 1 ครั้ง



5. ทิ้งไว้ 30 วินาที สำหรับน้ำจืด และ 5 นาที สำหรับน้ำทะเล เพื่อให้น้ำ

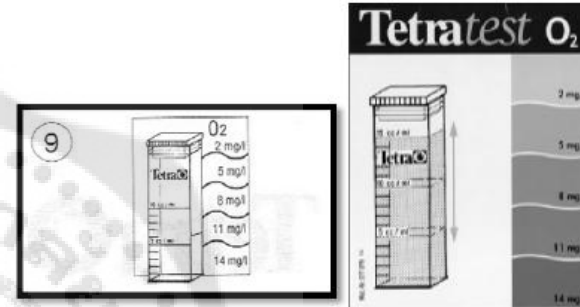
ในขวดเก็บตัวอย่าง (Vial) ตกตะกอน

6. เปิดฝาขวดเก็บตัวอย่าง (Vial) แล้วเติมสารเคมีจากหลอดเบอร์ 3

จำนวน 5 หยด

7. นำฝาปิดขวดตัวอย่างแล้วพลิกขวดตัวอย่างไปมา 2 ครั้ง ตะกอนที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้นี้จะละลาย และเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง

8. เปรียบเทียบสีที่เกิดขึ้นกับแถบสีมาตรฐาน เพื่อประมาณ ปริมาณ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในหน่วย mg/L



ทางชีวภาพ

การตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยสัตว์หน้าดิน⁸



เนื่องจากสัตว์หน้าดินมีความหลากหลายและแพร่กระจายในบริเวณกว้าง เคลื่อนที่ได้น้อย และไวต่อการถูกรบกวน ดังนั้นจึงได้รับผลกระทบโดยตรงจาก มลพิษ และเมื่อเวลาผ่านไปก็ยิ่งตรวจสอบผลกระทบที่มีต่อแหล่งน้ำบริเวณนั้นๆ ได้ เนื่องจากสัตว์หน้าดินฟื้นตัวได้ช้า นอกจากนี้แล้วยังมีความสำคัญในห่วงโซ่ อาหาร เนื่องจากเป็นผู้ผลิตหรือผู้บริโภคในลำดับต้นๆ จึงมีผลต่อความชุกชุมของ ผู้บริโภคในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นชนิดและจำนวนของสัตว์หน้าดิน จึงสามารถ นำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพแหล่งน้ำได้

นาฬิกาสัตว์หน้าดินบอกคุณภาพน้ำ⁹



ที่มา: <http://www.phetchaburi-mnre.org/phet-mnre/index>.

คุณภาพน้ำดีมาก สัตว์ที่พบมากที่สุดได้แก่ ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว
ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน เป็นต้น

คุณภาพน้ำดี สัตว์ที่พบมากที่สุดได้แก่ ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ
ตัวอ่อนแมลงปอ ตัวอ่อนแมลงข้างกรามโต กุ้งน้ำตก ปู ตัวอ่อนแมลงปอ
ตัวอ่อนแมลงปอเข็ม หอยกาบน้ำจืด หอยหวนกเจ๊ก หอยเจดีย์ เป็นต้น

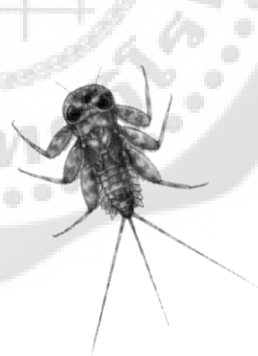
คุณภาพน้ำพอใช้ สัตว์ที่พบมากที่สุด ได้แก่ ตัวอ่อนชีปะขาวเหงือก
กระปอง ตัวอ่อนชีปะขาวว่ายน้ำ ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำจืด กุ้งฝอย
หอยกาบเมล็ดถั่ว หอยฝาเดียวอื่นๆ เป็นต้น

คุณภาพน้ำแย่ สัตว์ที่พบมากที่สุด ได้แก่ หนอนแดง ไข่เดือนน้ำจืด เป็นต้น

รูปร่างและลักษณะสัตว์หน้าดินบอกคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำดีมาก

ตัวอ่อนชีปะขาว



แมลงชีปะขาวตัวแบน



แมลงชีปะขาวเหงือกแคบ



แมลงชีปะขาวเหงือกบนหลัง



แมลงชีปะขาวชุดู



แมลงชีปะขาวเหี้ยกขนนก

คุณภาพน้ำดี

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำอาศัยอยู่ในปลอก



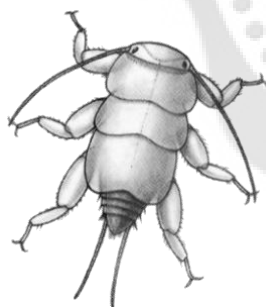
แมลงหนอนปลอกน้ำปลอกแตร



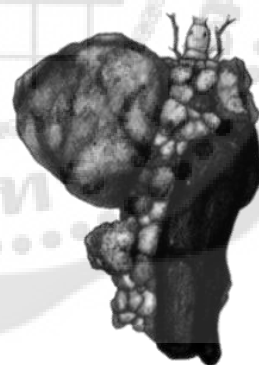
แมลงหนอนปลอกน้ำของใบไม้



แมลงเกาะหินจึกแร้ฟู



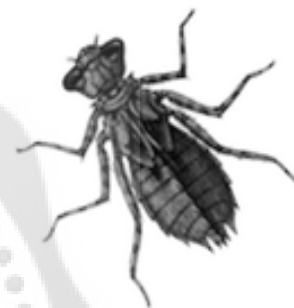
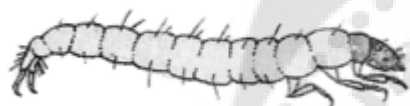
แมลงเกาะหินตัวป้อม



แมลงหนอนปลอกน้ำกววดข้าง

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำไม่อยู่ในปลอก

ตัวอ่อนแมลงปอ



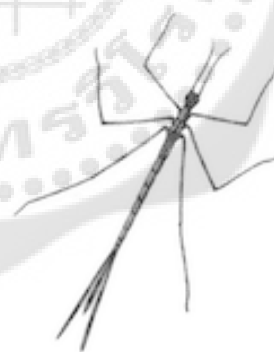
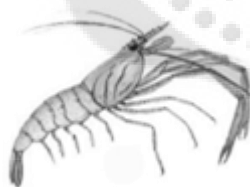
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำหัวกลม

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำทอปลอกนี้

ตัวอ่อนแมลงปอธรรมดา

ตัวอ่อนแมลงปอตัวสั้น

ตัวอ่อนแมลงปอเสื่อทางเดียว



ปู

ตัวอ่อนแมลงช้างกรามโต

กุ้งน้ำตก

ตัวอ่อนแมลงปอน้ำตกธรรมดา

ตัวอ่อนแมลงปอน้ำตกเขียว

คุณภาพน้ำพอใช้



แมลงปอเข็มธรรมดา



ตัวอ่อนแมลงปอเข็มหางโปง



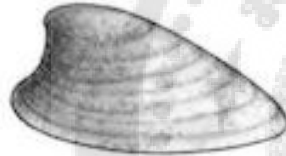
ตัวอ่อนซีปะขาวเหงือกกระโปรง



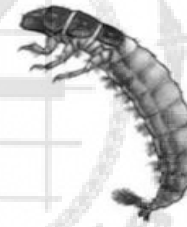
ตัวอ่อนซีปะขาวว่ายน้ำ



หอยกาบน้ำจืด



หอยหมวกเจ็ก



ตัวอ่อนหนอนปลอกน้ำชีโก้



กุ้งฝอย



หอยเจดีย์



หอยกาบเมล็ดถั่ว



หอยฝาเดียวอื่นๆ

คุณภาพน้ำแยะ



หนอนน้ำจืด



หนอนน้ำจืด



หนอนน้ำจืด

ใบความรู้ที่ 2. 4

การตรวจวัดคุณภาพดิน¹⁰

การตรวจวัดคุณภาพดินทางกายภาพ

1. สังเกตลักษณะของดิน ว่าเป็นดินร่วน ดินทราย หรือดินเหนียว และ สี กลิ่น ความชื้น ตลอดจนสิ่งปนเปื้อนในบริเวณนั้นๆ

2. วัดอุณหภูมิของดิน



1. วัดอุณหภูมิของดินชั้น

บน โดยเสียบเทอร์โมมิเตอร์ลงในดินลึกประมาณ 5-6

เซนติเมตร อ่านค่าและบันทึกผล

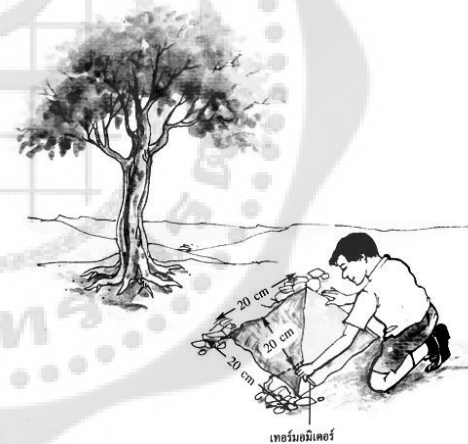
2. วัดอุณหภูมิของดินที่

ระดับความลึก 20 เซนติเมตร

โดยขุดหลุมกว้าง 20 เซนติเมตร

ยาว 20 เซนติเมตร ลึกประมาณ

25 เซนติเมตร



เทอร์โมมิเตอร์

3. วัดความเป็นกรด – เบส (pH) ของดิน

1. โดยชั่งดิน 50 กรัมใส่ในบีกเกอร์เติมน้ำกลั่น 50 cm³ คนให้เนื้อดิน

⁶ ข้อมูลจาก กรมควบคุมมลพิษ. (2557). คู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพ

สิ่งแวดล้อมอย่างง่ายสำหรับองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น. หน้า 10-47.

⁷ ข้อมูลจาก คำแนะนำการใช้ชุดทดสอบออกซิเจนละลายในน้ำ ของ Tetra Test O₂

⁸ ข้อมูลจาก สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเพชรบุรี. (2553).

การตรวจวัดคุณภาพน้ำอย่างง่ายสำหรับชุมชน. (ออนไลน์).

⁹ ข้อมูลจาก มุลนิธิโลกสีเขียว. (2547). คู่มือคู่มือสัตว์เล็กน้ำจืดเพื่อตรวจคุณภาพน้ำ

ผสมกับน้ำ ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแล้วใช้แท่งแก้วจุ่มน้ำส่วนที่ใสแต่ละลงบน กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ นำไปเทียบกับแถบสีมาตรฐาน อ่านค่าและ บันทึกผล

2. วัดความเป็นกรด-เบสของดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร โดย ปฏิบัติเช่นเดียวกับการวัดความเป็นกรด-เบสของดินชั้นบน ()



ที่มา: http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=74111

การแปลผล¹¹

ปกติเรามักบอกความเป็นกรด-ด่างด้วยค่าที่เรียกว่า พีเอช หรือนิยมนเขียนสัญลักษณ์เป็นภาษาอังกฤษ pH ความหมายของค่า pH นี้ขออธิบายดังนี้ ช่วงของพีเอชของดินโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่างประมาณ 3.0 -7.0 ค่า pH 7.0 บอกถึงสภาพความเป็นกลางของดิน กล่าวคือ ดินมีตัวที่ทำให้เป็นกรดและตัวที่

ทำให้เป็นด่างอยู่เป็นปริมาณเท่ากันพอดี ค่าที่ต่ำกว่า 7.0 เช่น 6.0 บอกสภาพความเป็นกรดของดิน ในกรณีนี้เมื่อดินมี pH 6.0 เราก็จะทราบว่าดินเป็นกรดอย่างอ่อน มีสภาพเป็นกรดมากกว่าดินที่มี pH 7.0 (เป็นกลาง) สืบเท่า ค่า pH ของดินยิ่งลดลงเท่าใดสภาพความเป็นกรดก็รุนแรงยิ่งขึ้นเท่านั้น ดินที่มี pH 5.0 จะเป็นกรดมากกว่า pH 6.0 สืบเท่าและมากเป็น 100 เท่าของดินที่มี pH 7.0 แต่ค่าของ pH ที่ต่างกันหนึ่งหน่วยจะบอกความเป็นกรดที่แตกต่างกันสืบเท่า เช่นเดียวกับดินที่มี pH สูงกว่า 7.0 ก็จะเป็นด่างที่ต่างกันหนึ่งหน่วยจะบอกความเป็นด่างที่ต่างกันสืบเท่า สูงกว่า 7.0 เท่าใด ความเป็นด่างก็ยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น



¹⁰ข้อมูลจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). พื้นฐานชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. หน้า 18-20.

¹¹ข้อมูลจาก สารานุกรมไทยฉบับเยาวชน.. (ม.ป.ป.). คุณสมบัติที่สำคัญบางประการของดินที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูก. (ออนไลน์).

บทปฏิบัติการที่ 2

สะท้อนใจกับน้ำทิ้ง

แนวคิด

ในขั้นตอนของการผลิตยางแผ่นดิบมีน้ำทิ้งปริมาณมากถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติและชั้นดินโดยไม่ได้รับการบำบัดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทำให้เกิดการสะสมของกรดในชั้นดินและแหล่งน้ำ ในระยะยาวหากไม่มีการจัดการที่ถูกต้องเหมาะสมอาจส่งผลให้แหล่งน้ำและดินเสื่อมคุณภาพลงและทำให้เกิดมลพิษทางน้ำและดิน

วัตถุประสงค์

นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปล่อยน้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบที่ไม่ได้บำบัดลงสู่ดินและแหล่งน้ำได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องใช้

1. การตั้งสมมติฐาน
2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
3. การคำนวณ
4. การทดลอง



วัสดุอุปกรณ์ที่มีให้

1. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ
2. พลั่วขุดดิน
3. เทอร์มอมิเตอร์
4. บีกเกอร์ขนาด 100 cm³
5. แวนชยาย
6. แท่งแก้วคนสาร
7. เซคคิติดิสก์
8. ชุดตรวจวัดค่า pH ของน้ำและดิน
9. เครื่องชั่ง
10. นาฬิกาสัตรว์หน้าดิน
11. ชุดตรวจวัดค่า DO

ตอนที่ 1 ตรวจวัดคุณภาพน้ำ (1 ชั่วโมง)

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจวัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่มีการไหลผ่านของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบตามที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองไว้

ตอนที่ 2 ตรวจวัดคุณภาพดิน (1 ชั่วโมง)

ให้นักเรียนตรวจวัดคุณภาพของดินที่มีการไหลผ่านของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ ตามที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองไว้ (1 ชั่วโมง)

รายงานผลการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 2 ผลกระทบที่เกิดจากน้ำทิ้งในกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ

สมมติฐาน.....

วัน/เดือน/ปี.....กลุ่มที่.....

ผู้ทดลอง

1.....ชั้น.....เลขที่.....
 2.....ชั้น.....เลขที่.....
 3.....ชั้น.....เลขที่.....
 4.....ชั้น.....เลขที่.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ปัญหา ถ้านักเรียนต้องการทราบในประเด็นต่างๆดังนี้

- น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร

บ้าง

นักเรียนจะดำเนินการศึกษาเพื่อหาคำตอบของปัญหาอย่างไร

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....



ผลการทดลอง

ตอนที่ 1

1. การตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพ

ตาราง 1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพ

รายการสำรวจ	ผลการสำรวจ
1. สีของน้ำ	
2. กลิ่น	
3. ความขุ่นใส	
4. ค่าการส่องผ่านของแสง	
5. อุณหภูมิของน้ำ(องศาเซลเซียส)	
6. ความเป็นกรด-เบสของน้ำ	
7. ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	

2. การตรวจวัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

ตาราง 2 ผลการสำรวจแมลงน้ำหรือสัตว์หน้าดิน

ชนิดที่	ชื่อสิ่งมีชีวิต	ภาพวาดสิ่งมีชีวิต	จำนวน	การแปลผลคุณภาพน้ำ

ตอนที่ 2 การตรวจวัดคุณภาพดินทางกายภาพ

ตาราง 3 บันทึกผลการตรวจวัดคุณภาพดินทางกายภาพ

รายการสำรวจ	ผลการสำรวจ
1. สีของดิน	
2. กลิ่น	
3. อุณหภูมิของดิน (องศาเซลเซียส)	
4. ความเป็นกรด-เบสของดิน	

อภิปรายผลการทดลอง

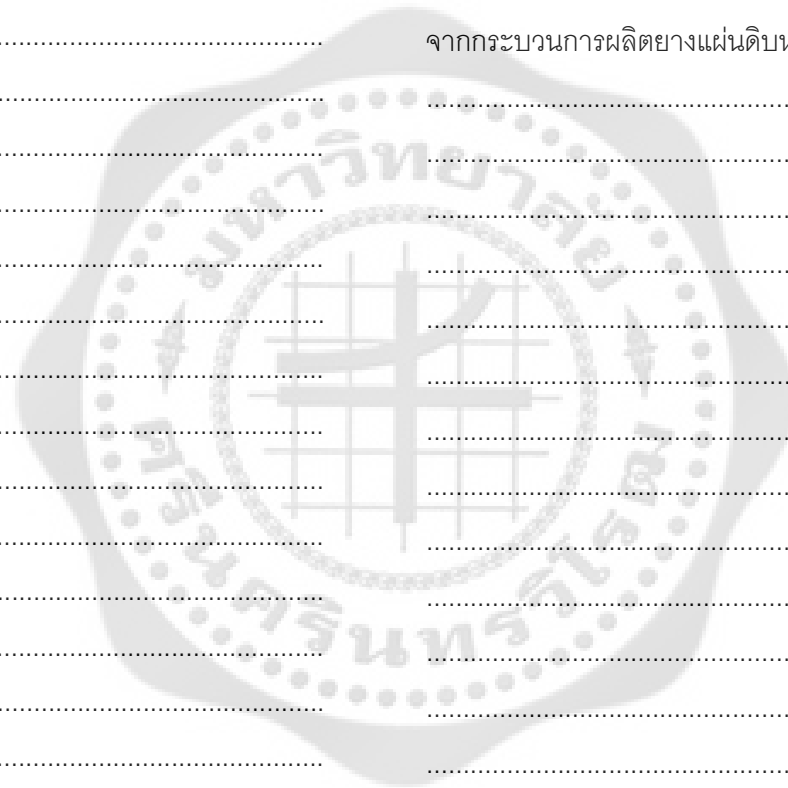
สรุปผลการทดลอง

คำถามท้ายบทปฏิบัติการ



1. ถ้าต้องการทราบว่าแหล่งน้ำได้รับผลกระทบ

จากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบหรือไม่ นักเรียนจะตรวจวัดด้วยวิธีการใดได้บ้าง



2. ถ้าต้องการทราบว่าดินได้รับผลกระทบจากระบวนการผลิตยางแผ่นดิบหรือไม่ นักเรียนจะตรวจวัดด้วยวิธีการใดได้บ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นตอนใดบ้างของกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบที่ก่อให้เกิดน้ำทิ้ง ที่ส่งผลกระทบต่อดินและแหล่งน้ำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

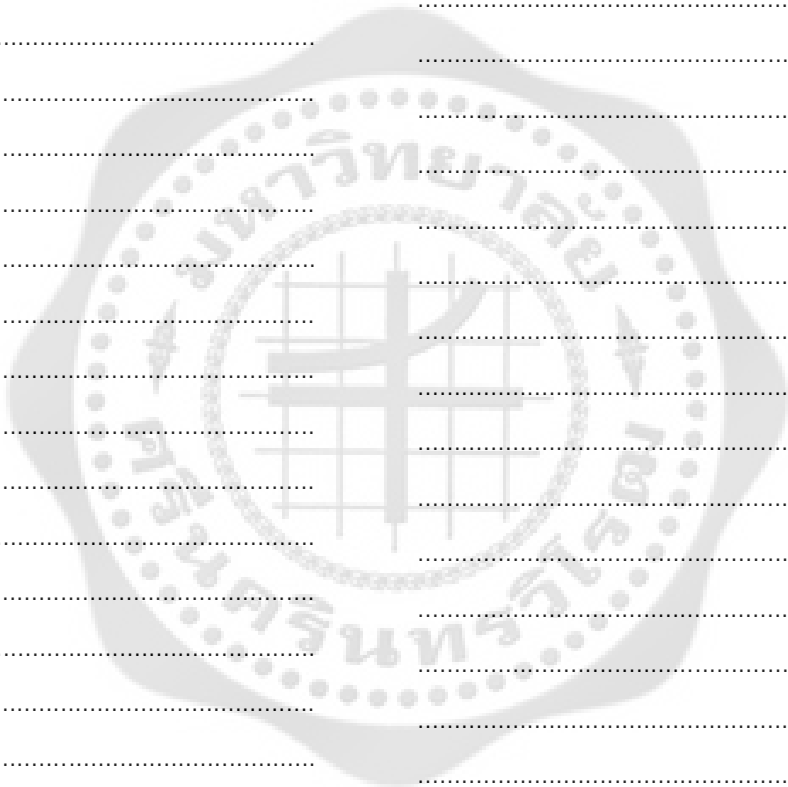
.....

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ซ

ตัวอย่าง คู่มือประกอบการใช้บทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ยางพารา

จำนวน 17 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 4 จากต้นกล้าสู่ยางแผ่น

(การปฏิบัติงานในสวนยางพารา)

เวลา 1 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญของความรู้

ในการทำสวนยางพารา มีหลายขั้นตอนที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการปลูก การกรีด หรือแม้กระทั่งกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ เนื่องจากแต่ละขั้นตอน มีการใช้สารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้อง ทั้งปุ๋ยเคมี ยาปราบวัชพืชและศัตรูพืช และกรดฟอสฟอริก ซึ่งล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดมลพิษในดินและแหล่งน้ำ ในอนาคตหากไม่มีการจัดการที่เหมาะสม อาจส่งผลให้ดินและแหล่งน้ำเกิดมลพิษและเสื่อมคุณภาพในระยะยาวได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงานในสวนยางพาราได้
2. นักเรียนสามารถค้นหาขั้นตอนการปฏิบัติงานในสวนยางพาราที่เสี่ยงต่อการเกิดมลพิษทางดินและน้ำมากที่สุดได้
3. นักเรียนสามารถกำหนดปัญหาในการเรียนรู้ได้

3. ความสอดคล้องกับตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.3/5 อภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อมและเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา

ว 8.1 ม.3/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.3/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

4. สาระการเรียนรู้

- ปัญหาสิ่งแวดล้อม
- ขั้นตอนปฏิบัติงานในสวนยางพารา

- ปัญหาที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสวนยางพารา

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้: มุ่งพัฒนาให้นักเรียนสามารถ กำหนดปัญหาและทำความเข้าใจ ปัญหา ซึ่งเป็นขั้นที่ 1 และ 2 ตามลำดับของการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยมีภาพขั้นตอนการปฏิบัติงานในสวนยางพาราให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามที่ละภาพว่าเป็นขั้นตอนใดของการปฏิบัติงานในสวนยางพารา มีการใช้เคมีใดบ้าง และส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำและดินอย่างไร (5 นาที)

ขั้นพัฒนามโนทัศน์

ครูแจกใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การปฏิบัติงานในสวนยางพาราและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนศึกษา และบรรยายเพิ่มเติม (10 นาที)

ขั้นตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน

ครูให้นักเรียนจับคู่ทำใบงานที่ 4.1 และให้ระบุนำขั้นตอนใดของการทำสวนยางพาราที่เสี่ยงต่อการทำให้เกิดมลพิษในดินและแหล่งน้ำมากที่สุด และครูเฉลยคำตอบ ครูใดตอบคำถามถูกมากที่สุดได้รับรางวัล (10 นาที)

ขั้นสร้างผลงานและประยุกต์ใช้ความรู้

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆละ 4- 5 คน โดยคณะและความสามารถ
2. ครูถามนักเรียนว่าเมื่อนักเรียนทราบแล้วว่าขั้นตอนการผลิตยางแผ่นดิบเสี่ยงต่อการเกิดมลพิษต่อดินและแหล่งน้ำมากที่สุด นักเรียนคิดว่าดินและแหล่งน้ำในท้องถิ่นของนักเรียนเกิดมลพิษจากการผลิตยางแผ่นดิบแล้วหรือไม่ จะรู้ได้อย่างไร
3. ครูให้นักเรียนระบุนปัญหาและทำความเข้าใจกับปัญหาในใบงานที่ 4.2 ในประเด็นต่างๆดังต่อไปนี้

- ปัญหาคืออะไร, อะไรคือสิ่งที่ยังไม่รู้, และหากต้องการรู้จะหาคำตอบได้จากที่ไหน

ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปบทเรียน

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปปัญหา สิ่งที่นักเรียนต้องรู้ และแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า (5 นาที)

2. ครูมอบหมายการบ้านให้นักเรียนแต่ละกลุ่มไปสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนต้องเรียนรู้และนำมาส่งในคาบถัดไป

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

สื่อ

- ภาพขั้นตอนการปฏิบัติงานในสวนยางพารา
- ใบความรู้ที่ 4.1 และ 4.2
- หนังสือค้นคว้า เช่น หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

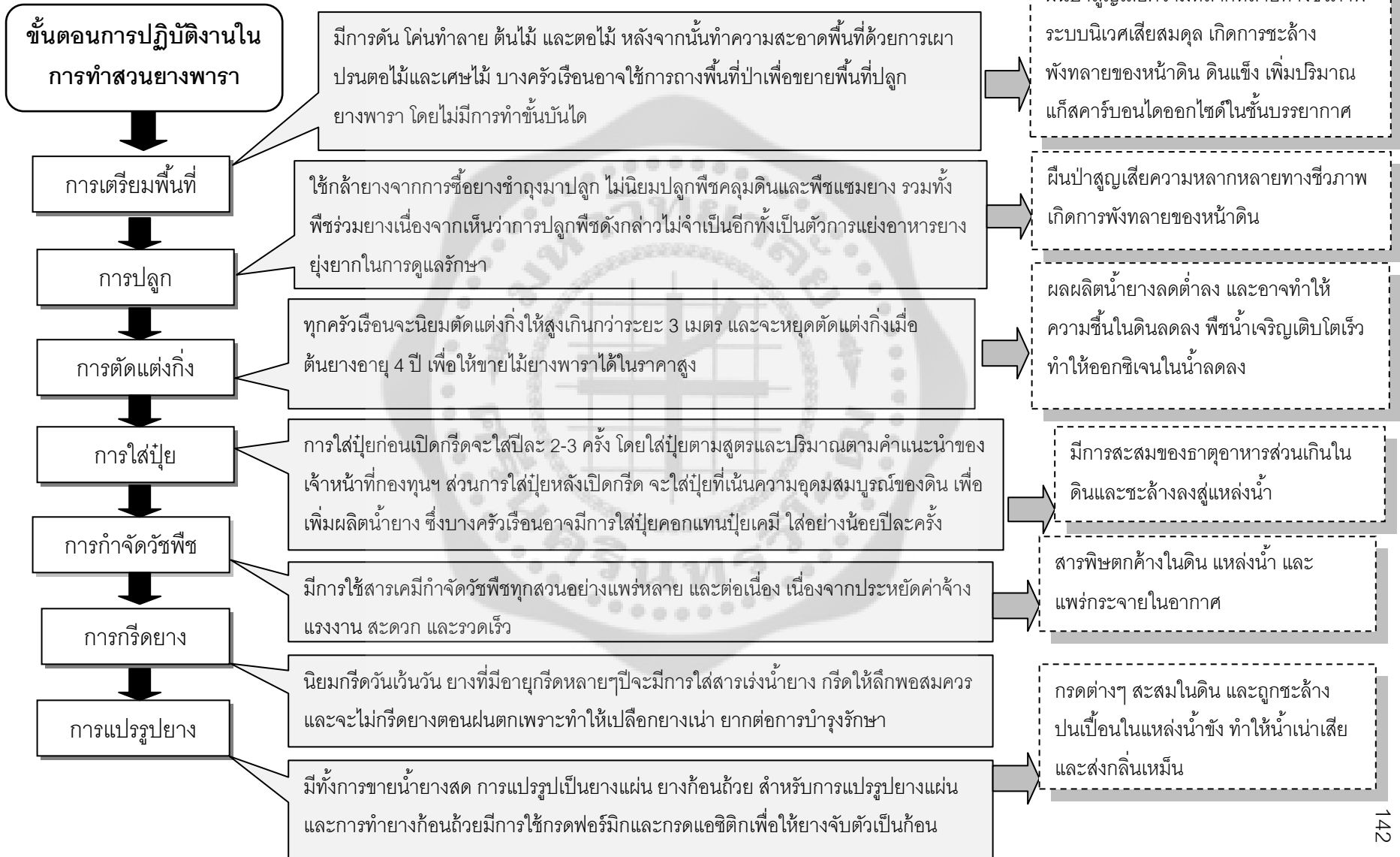
แหล่งเรียนรู้

สวนยางพาราในท้องถิ่น

8. กระบวนการประเมิน

สิ่งที่ต้องประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
1. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงานในการทำสวนยางพาราได้	สังเกตจากการตอบคำถาม	แบบประเมิน	ระดับดีขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถค้นหาปัญหาที่เกิดจากการทำสวนยางพาราได้	ตรวจใบงานที่ 4.1	แบบประเมิน	ระดับดีขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 4 การปฏิบัติงานในสวนยางพารากับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



ใบงานที่ 4.1 ต่างกระบวนการต่างปัญหา

คำสั่ง: ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ แล้วพิจารณาว่าขั้นตอนใดของการปฏิบัติงานในสวนยางพารามีความถี่ในการก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

ขั้นตอน	สารเคมีที่ใช้	ความถี่ของการใช้	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
ปลูกยาง	ปุ๋ยเคมี ปราบวัชพืช	ปุ๋ยเคมีใส่ปีละ 2 ครั้ง ยาปราบวัชพืชฉีดพ่นปีละ 2 ครั้ง	ทำให้ดินเป็นกรด เสื่อมสภาพ มีการสะสมของสารพิษในดิน สารเคมีสะสมในห่วงโซ่อาหาร เป็นอันตรายต่อแมลงที่มีประโยชน์ต่อพืช เช่นแมลงที่ช่วยผสมเกสร
กรีดยาง	สารทาหน้ายาง	ทาอาทิตย์ละ 1 ครั้ง เมื่อหน้ายางแห้งและเกิดโรค	ยังไม่พบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่แน่ชัด
ทำยางแผ่นดิบ	กรดฟอร์มิก	เดือนละ 15-24 ครั้ง	ทำให้ดินเป็นกรดรุนแรง ต้นไม้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่

ขั้นตอนใดที่เสี่ยงต่อการก่อให้เกิดมลพิษในดินและแหล่งน้ำมากที่สุดคือ การผลิตยางแผ่นดิบ



ใบงานที่ 4.2 ระบุปัญหาในการศึกษาค้นคว้า

ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้าจากประเด็นคำถามที่ครูกำหนด



ประเด็นคำถาม: เมื่อนักเรียนทราบแล้วว่าขั้นตอนการผลิตยางแผ่นดิบเสี่ยงต่อการเกิดมลพิษต่อดินและแหล่งน้ำมากที่สุด นักเรียนคิดว่าดินและแหล่งน้ำในท้องถิ่นของนักเรียนเกิดมลพิษจากการผลิตยางแผ่นดิบแล้วหรือไม่ จะรู้ได้อย่างไร

ปัญหา	สิ่งที่ต้องการรู้	แหล่งข้อมูล
มลพิษสิ่งแวดล้อมคืออะไร จะรู้ได้อย่างไรว่าเกิดมลพิษ	- ความหมายของมลพิษทางสิ่งแวดล้อม - ประเภทของมลพิษทางสิ่งแวดล้อม	- ใบความรู้ - หนังสือค้นคว้า - ห้องสมุด - ถามครูผู้สอน - อินเทอร์เน็ต
เครื่องมือใดบ้างที่ใช้ตรวจวัด มลพิษทางสิ่งแวดล้อม และ มีวิธีการใช้อย่างไร	- ชนิดของเครื่องมือตรวจวัด มลพิษทางสิ่งแวดล้อม - วิธีการใช้ - ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือ	- ใบความรู้ - หนังสือค้นคว้า - ห้องสมุด - ถามครูผู้สอน - อินเทอร์เน็ต
ถ้าไม่มีเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด มลพิษทางสิ่งแวดล้อมจะใช้ วิธีการใดแทนได้บ้าง	- ทางกายภาพ - ทางชีวภาพ	- ใบความรู้ - หนังสือค้นคว้า - ห้องสมุด - ถามครูผู้สอน - อินเทอร์เน็ต



แบบประเมินใบงาน

รายการประเมิน	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	ถูกต้องตามหลักวิชา ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ถูกต้องตามหลักวิชาตั้งแต่ร้อยละ 60 – 79	ถูกต้องตามหลักวิชา ตั้งแต่ร้อยละ 50 – 59	ถูกต้องตามหลักวิชา ต่ำกว่าร้อยละ 50
2. ความสะอาดเรียบร้อย	ทำงานสะอาดเรียบร้อยเป็นระเบียบดีมาก	ทำงานค่อนข้างสะอาดเรียบร้อย	ทำงานไม่ค่อยสะอาดและไม่ค่อยเป็นระเบียบ	ทำงานสกปรก ไม่เรียบร้อย
3. เวลา	ส่งงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 2 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนดเกิน 3 วันขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน

11-12

8-10

5-7

3-5

ระดับคุณภาพ

ดีมาก

ดี

พอใช้

ปรับปรุง

ข้อเสนอแนะและข้อควรแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

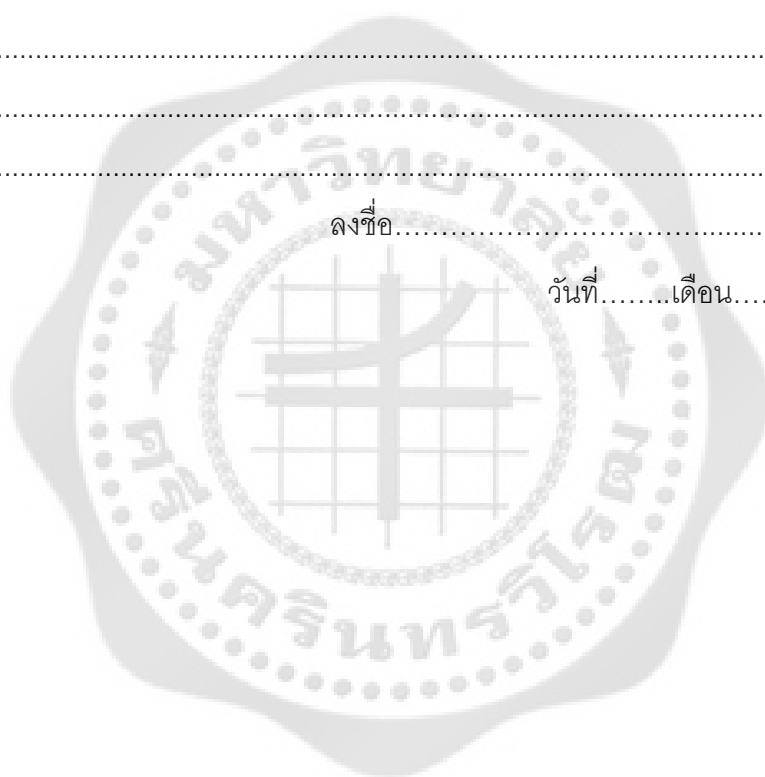
.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ยางพารา

จำนวน 17 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 5 จากต้นกล้าสู่ยางแผ่น

(มลพิษทางสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพดินและแหล่งน้ำ) เวลา 4 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญของความรู้

การจะตรวจวัดว่ากระบวนการผลิตยางแผ่นดิบในท้องถิ่นก่อให้เกิดมลพิษในดินและแหล่งน้ำหรือไม่ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงวิธีการ อุปกรณ์ที่ใช้และวิธีการใช้ที่ถูกต้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง นอกจากความรู้เกี่ยวกับการตรวจวัดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมแล้ว การตั้งสมมติฐานและการกำหนดตัวแปรที่ถือเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะช่วยให้การตรวจวัดดังกล่าวได้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการทำให้การตรวจวัดดำเนินไปอย่างมีทิศทาง มีการพิจารณาข้อมูลที่จะเก็บ รวมไปถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดที่เหมาะสมด้วย

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ได้
2. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อตรวจวัดผลกระทบจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบได้
3. นักเรียนสามารถทำการทดลองเพื่อตรวจวัดผลกระทบจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบได้

3. ความสอดคล้องกับตัวชี้วัด

ว 8.1 ม.3/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบ
หลาย ๆ วิธี

ว 8.1 ม.3/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผล
เที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. สาระสำคัญของความรู้

- มลพิษทางสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือตรวจวัดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้: มุ่งพัฒนาให้นักเรียนสามารถ ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยการสืบค้น และทดลอง ซึ่งเป็นขั้นที่ 3 ของการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูให้นักเรียนนั่งตามกลุ่มที่แบ่งไว้ในคาบที่แล้ว
2. ครูแจกอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด โดย กลุ่มที่ 1 แจกเทอร์โมมิเตอร์ กลุ่มที่ 2 แจกกระดาษยูนิเวอร์ซอลอินดิเคเตอร์ และกลุ่มที่ 3 แจกเซคิติดิส (5 นาที) แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามว่าอุปกรณ์ที่กลุ่มตนได้คืออะไร สามารถใช้ตรวจวัดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้บ้าง (5 นาที)

ขั้นพัฒนามโนทัศน์

ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 5 เรื่อง มลพิษทางสิ่งแวดล้อม และใบความรู้ เรื่อง รู้และเข้าใจเครื่องมือในการตรวจวัดคุณภาพน้ำและดินในบทปฏิบัติการที่ 2 แล้วบรรยายเพิ่มเติม (30 นาที)

ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ

ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบและร่วมกันเฉลยคำตอบ (5 นาที)

ขั้นสร้างผลงานและประยุกต์ใช้ความรู้

ครูให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน เขียนตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และออกแบบการทดลองเพื่อตรวจวัดมลพิษในดินและแหล่งน้ำ ที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบในท้องถิ่นของนักเรียน ในบทปฏิบัติการที่ 2 (50 นาที)

สำหรับการทดลองครูพานักเรียนไปทำการทดลองในพื้นที่สวนยางพารานอกคาบเรียนโดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ตรวจวัดมลพิษทางน้ำ (1 ชั่วโมง)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพดังนี้

1.1 ตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพจากแหล่งน้ำที่มีการไหลผ่านของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ

1.2 สังเกตสี กลิ่น ตรวจวัดความเป็นกรดต่าง ตรวจวัดความโปร่งแสงของแหล่งน้ำ และวัดอุณหภูมิของแหล่งน้ำ แล้วบันทึกผลลงในตารางที่กำหนด

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจวัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพดังนี้

2.1 ศึกษาสัตว์หน้าดินน้ำในแหล่งน้ำ

2.2 ถ้าเจอให้นำไปเทียบกับนาฬิกาสัตว์หน้าดินแล้วบ่งบอกคุณภาพของน้ำจากแมลงน้ำที่เจอ

กิจกรรมที่ 2 ตรวจวัดมลพิษในดิน (1 ชั่วโมง)

1. ให้นักเรียนตรวจวัดคุณภาพดินทางกายภาพดังนี้

1.1 สังเกตสี กลิ่น วัดความเป็นกรดเบส และวัดอุณหภูมิของดินในสวนยางพาราแล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

2. ให้นักเรียนตรวจวัดคุณภาพดินทางชีวภาพดังนี้

1.2 ศึกษาสิ่งมีชีวิตในดินในบริเวณสวนยางพาราแล้วบันทึกลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

สื่อ

- ใบความรู้
- บทปฏิบัติการที่ 2 สะท้อนใจภัยน้ำท่วม

แหล่งเรียนรู้

- สวนยางพาราในท้องถิ่น

7. กระบวนการประเมิน

สิ่งที่ต้องประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
1. สามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้	ตรวจรายงานผลการทดลองที่ 2	แบบประเมิน	ระดับดี
2. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองและเลือกใช้เครื่องมือตรวจวัดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	ตรวจรายงานผลการทดลองที่ 2	แบบประเมิน	ระดับดี

สิ่งที่ต้องประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน การประเมิน
3.นักเรียนสามารถทำการทดลอง เพื่อตรวจวัดผลกระทบจาก กระบวนการผลิตยางแผ่นดิบได้	สังเกตพฤติกรรมขณะ ทำการทดลอง	แบบสังเกต พฤติกรรม	ระดับดี



ใบความรู้ที่ 5 มลพิษทางสิ่งแวดล้อม



คุณครูคะมลพิษทางสิ่งแวดล้อมคืออะไรหรือคะ



มลพิษทางสิ่งแวดล้อม คือ สภาวะที่สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติถูกปะปนหรือปนเปื้อนด้วยสิ่งสกปรก สิ่งแปลกปลอม หรือสารมลพิษ ทำให้มีลักษณะหรือสมบัติแตกต่างไปจากเดิมหรือจากธรรมชาติ โดยเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เลวลง ทำให้ใช้ประโยชน์ได้น้อยหรือใช้ประโยชน์ไม่ได้เลย และมีผลเสียต่อสุขภาพค่ะ ซึ่งมลพิษทางสิ่งแวดล้อมแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ มลพิษทางน้ำ มลพิษทางดิน มลพิษทางเสียง และมลพิษทางอากาศ จร้า...



มลพิษทางน้ำ

มลพิษทางน้ำ หมายถึง สภาวะที่น้ำตามธรรมชาติถูกปนเปื้อนด้วยสิ่งแปลกปลอม และทำให้คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เลวลง หรือคุณภาพเสื่อมโทรมลง ส่งผลให้การใช้ประโยชน์จากน้ำนั้นลดลง หรืออาจใช้ไม่ได้เลยซึ่งมีแหล่งกำเนิดที่สำคัญ

ที่มา: <http://www.thaigoodview.com/files/u67236/1.jpg>

สาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ เช่น

1. น้ำจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (industrial wastewater) ได้แก่ น้ำล้างเครื่องจักร น้ำล้างวัตถุดิบในการผลิต น้ำใช้หล่อระบายความร้อนของเครื่องจักร น้ำใช้หล่อเย็น (cooling water)
2. น้ำจากพื้นที่ทำการเกษตร น้ำนี้จะมีสารเคมีจากปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ยาปราบวัชพืช ซึ่งใช้ในการเกษตรปะปนมาเป็นจำนวนมาก
3. น้ำจากการเลี้ยงสัตว์ น้ำนี้จะมีมูลสัตว์ ปัสสาวะ เศษอาหาร เศษหญ้า เศษฟาง ปะปนมา
4. น้ำจากแหล่งชุมชน น้ำนี้จะมีน้ำผงซักฟอก น้ำส้วม เศษอาหาร เศษสิ่งต่างๆ ปะปนไปกับน้ำ
5. น้ำจากการทำเหมืองแร่ น้ำนี้จะมีตะกอนที่ขุ่นข้นมีแร่ธาตุต่างๆ ที่เป็นอันตรายร้ายแรง เช่น ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม
6. น้ำจากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า น้ำนี้จะเป็นน้ำระบายความร้อนของเครื่องจักร จะมีอุณหภูมิสูงเมื่อลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้แหล่งน้ำ มีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ และพืชที่อยู่ในน้ำ

ตัวชี้วัดที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

การตรวจวัดคุณภาพน้ำ จำเป็นจะต้องมีการกำหนดตัวชี้วัด (พารามิเตอร์) ในการตรวจวัด โดยควรเลือกตัวชี้วัดที่มีความสำคัญ หรือบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำได้ รวมทั้งยังต้องคำนึงถึงศักยภาพ งบประมาณ บุคลากร และสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น โดยจะนำเสนอวิธีตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถตรวจวัดได้ทันที เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้วิธีการที่แนะนำตามตัวชี้วัดที่สำคัญมีดังนี้

ตัวชี้วัด	วิธีการตรวจวัดที่แนะนำ
ลักษณะทางกายภาพ เช่น สี กลิ่น	สังเกต
แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม	ชุดทดสอบ ว.๑๑๑ ของกรมอนามัย
ความขุ่น/ความโปร่งแสง	Secchi Disc
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะ
ความเป็นกรด-ด่าง	กระดาษลิตมัส (วิธีเปรียบเทียบสี)
ความนำไฟฟ้า/สารที่ละลายได้ทั้งหมด	Electrical Conductivity
ความเค็ม	Hydrometer
ออกซิเจนละลาย	ชุดทดสอบออกซิเจนละลาย (ว.๓๑๒) ของกรมอนามัย
ฟอสฟอรัส	ชุดทดสอบ (Test Kits) (วิธีเปรียบเทียบสี)
ไนเตรท	ชุดทดสอบ (Test Kits) (วิธีเปรียบเทียบสี)
โลหะหนัก	ชุดทดสอบ (Test Kits) (วิธีเปรียบเทียบสี)

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. (2558). *มลพิษทางน้ำและอากาศ*. (ออนไลน์)

การตรวจวัดคุณภาพน้ำนอกจากจะใช้ตัวชี้วัดทางกายภาพ เคมี และแบคทีเรียในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแล้ว ยังสามารถใช้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น เช่น แพลงค์ตอนพืช แพลงค์ตอนสัตว์ สหราชอาณาจักรใหญ่ สัตว์หน้าดิน พืชน้ำ และปลา เป็นต้น เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำร่วมได้อีกทางหนึ่ง

สัตว์หน้าดิน

เนื่องจากสัตว์หน้าดินมีความหลากหลายและแพร่กระจายในบริเวณกว้าง สามารถเคลื่อนที่ได้น้อย และไวต่อการถูกรบกวน ดังนั้นจึงได้รับผลกระทบโดยตรงจากมลพิษ และเมื่อเวลาผ่านไปก็ยังคงตรวจสอบผลกระทบที่มีต่อแหล่งน้ำบริเวณนั้นๆ ได้ เนื่องจากสัตว์หน้าดินสามารถฟื้นตัวได้ช้า นอกจากนี้แล้วยังมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารเนื่องจากเป็นผู้ผลิตหรือผู้บริโภคในระดับต้นๆ จึงมีผลต่อความสมดุลของห่วงโซ่อาหารในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นชนิดและจำนวนของสัตว์หน้าดิน จึงสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพแหล่งน้ำได้



มลพิษทางดิน

มลพิษทางดิน หมายถึง ดินที่เสื่อม
ค่าไปจากเดิม และหรือมีสารมลพิษเกิน
ขีดจำกัดจนเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และ
พละนามัย ตลอดจนการเจริญเติบโตของพืช
และสัตว์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม
(เกษม จันทรแก้ว. 2530: 162)

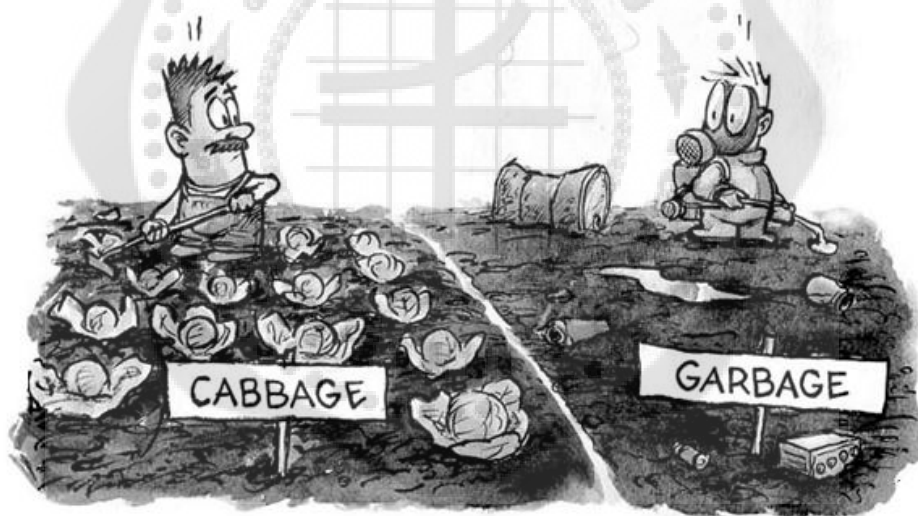
ที่มา: <http://www.rd1677.com/branch.php?id=87880>

สาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางดิน

1. การใช้ปุ๋ยทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตรแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ปุ๋ยเคมีที่ประกอบด้วยธาตุอาหารหลักสำคัญของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เมื่อใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้ดินเปรี้ยว มีสภาพความเป็นกรดสูงไม่เหมาะสมแก่การปลูกพืช ทั้งนี้อาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องคือ การเพาะปลูกที่ไม่ถูกวิธีทำให้ดินเกิดการเสื่อมโทรม หรืออาจเกิดจากธรรมชาติเป็นผู้ทำลายทรัพยากรดินได้
2. การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (pesticides) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะมีฤทธิ์ทำลายสิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นชนิดที่ให้เป็นประโยชน์หรือโทษต่อการเกษตรกรรม แม้แต่ผลกระทบต่อมนุษย์ด้วย สารเคมีที่สลายตัวได้ช้าจะตกค้างในดิน เช่นสารประเภทคลอรีเนเตดไฮโดรคาร์บอนหรือออร์กาโนคลอรีน (organochlorine) ที่เป็นสารประกอบด้วยอะตอมคลอรีน (Cl) ได้แก่ ดีดีที (DDT) ที่ใช้ในการเพาะปลูก การควบคุมการแพร่ระบาดของมาลาเรีย และการควบคุมแมลงอื่นๆ, ดิลดริน (dieldrin) ที่ใช้ในการกำจัดแมลงในการเกษตรและกำจัดปลวก, อัลดริน (aldrin) ที่ใช้ในการเพาะปลูก กำจัดปลวกและแมลง การสะสมของสารเคมีที่ใช้กำจัดศัตรูพืชต่างๆ จะทำให้เกิดมลพิษทางดินต่อไป
3. การปล่อยให้น้ำเสียจากกระบวนการผลิต น้ำเสียส่วนใหญ่ที่มาจากกระบวนการเหล่านี้จะเกิดการชะล้างผ่านสารเคมีต่างๆ ในอุตสาหกรรม เช่น สารพีซีบี (PCB) ที่ใช้ในการผลิตสีและพลาสติก สารเฮกซีบี (HCB) ที่ใช้ในการผลิตยางสังเคราะห์
4. การทิ้งขยะ มลพิษทางดินส่วนใหญ่เกิดจากการทิ้งขยะที่เกิดจากสารเคมีซึ่งยากต่อการย่อยสลาย เช่น กระป๋อง เศษโลหะ และพลาสติก ขยะเหล่านี้จะสะสมในดินจนทำให้เกิดภาวะมลพิษทางดิน นอกจากนี้ปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้น หากไม่มีการกำจัดที่ถูกวิธีจะส่งผลกระทบให้เกิดมลพิษทางดินมากขึ้น

ตัวชี้วัดที่สามารถบ่งชี้คุณภาพดินได้มีดังนี้

1. ความเป็นกรด-ด่าง
2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) โดย Walkley and Black titration
3. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) สามารถสกัดโดยวิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี colorimetric
4. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium) สามารถสกัดโดยวิธี NH_4OAc pH 7.0 และวิเคราะห์ปริมาณด้วย flame photometer
5. ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca and Mg) โดยวิธี NH_4OAc pH 7.0 และวิเคราะห์ปริมาณด้วย atomic absorption spectrophotometer
6. ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่เป็นประโยชน์โดยวิธี DTPA - pH 7.3 แล้ววิเคราะห์ปริมาณด้วย atomic absorption spectrophotometer
7. เนื้อดินสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยวิธี pipette method
8. ปริมาณ As, Cd, Cu,





ที่มา: <http://decembertown.com/>

มลพิษทางเสียง

สภาวะที่มีเสียงดังเกินปกติหรือเสียงดังต่อเนื่องยาวนานจน ก่อให้เกิดความรำคาญหรือเกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินของมนุษย์ และหมายรวมถึงสภาพแวดล้อมที่มีเสียงรบกวนทำให้เกิดความเครียดทั้งทางร่างกายและจิตใจ ทำให้ตกใจ หรือบาดเจ็บได้เช่น เสียงดังมากเสียงต่อเนื่องยาวนานไม่จบสิ้น เป็นต้น

สาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางเสียง

เกิดจากแหล่งกำเนิดของเสียงซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้ดังนี้คือ

1. เสียงจากธรรมชาติ หมายถึงเสียงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น เสียงฝนตก พายุร้อง พายุผ่า
2. เสียงจากสัตว์ เช่น เสียงสุนัขเห่าหอน เสียงไก่ขัน และเสียงนกกรอ่ง เป็นต้น
3. เสียงที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ และมีผลต่อสุขภาพร่างกายหรือจิตใจมนุษย์

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้กำหนดค่าระดับเสียงในย่านที่อยู่อาศัยในเวลากลางวันและกลางคืนไว้ว่า ไม่ควรเกิน 60 เดซิเบล และ 55 เดซิเบล ตามลำดับ สำหรับค่า ระดับเสียงที่ประกาศโดยพนักงานจราจรทั่วราชอาณาจักรอันเกิดจากเครื่องยนต์ หรือส่วนหนึ่งส่วนใดของเครื่องยนต์ในสภาพปกติคือ ไม่เกิน 75 เดซิเบล เมื่อวัดระดับเสียงด้วยเครื่องวัดเสียงในระยะห่าง 7.5 เมตรโดยรอบรถ ความดังของเสียงที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของยานพาหนะ เสียงจากยานพาหนะที่ก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงส่วนใหญ่มาจากบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น ถ้าจำนวน ยานพาหนะในท้องถนนมากจะทำให้ความดังของเสียงเพิ่มขึ้น และที่สำคัญคือ รถยนต์และรถจักรยานยนต์ ที่ถูกปรับแต่งเครื่องยนต์เพื่อให้มีเสียงดังขึ้น เป็นสาเหตุที่เสริมให้มลพิษทางเสียงทวีความรุนแรงมากขึ้น ผู้ที่มีโอกาสได้รับอันตรายจากมลพิษทางเสียง ได้แก่ ผู้ที่อาศัยในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น หรือบริเวณใกล้สนามบิน และผู้ที่ต้องเดินทางหรืออยู่บนท้องถนนเป็นเวลานานทุกวัน





ที่มา: <http://www.manager.co.th/Around/ViewNews.aspx?NewsID=9570000033597>

มลพิษทางอากาศ

ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่างๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติหรือ เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่มลพิษจากท่อไอเสียของรถยนต์ จากโรงงานอุตสาหกรรม จากขบวนการผลิต จากกิจกรรมด้านการเกษตรจากการระเหยของก๊าซบางชนิดซึ่งเกิดจากขยะมูล

แหล่งกำเนิดสารมลพิษในอากาศ (Sources of Air Pollution)

สามารถแบ่งแหล่งกำเนิดสารมลพิษในอากาศเป็น 2 แหล่งใหญ่ๆ ได้แก่

1. เกิดจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละออง ลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด ไฟไหม้ ก๊าซธรรมชาติ สารมลพิษที่เกิดจากธรรมชาติจะมีผลกระทบต่อมนุษย์น้อยมาก
2. เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ได้แก่
 - 2.1 การคมนาคมขนส่ง
 - 2.2 เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม
 - 2.3 เกิดจากกิจกรรมด้านการเกษตร
 - 2.4 เกิดจากกิจกรรมกำจัดขยะมูลฝอย
 - 2.5 เกิดจากกิจกรรมการก่อสร้าง



แบบทดสอบ เรื่อง มลพิษทางสิ่งแวดล้อม



คำสั่ง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับตัวเลือกที่นักเรียนต้องการเลือก

1. ข้อใด **ไม่ใช่** มลพิษทางสิ่งแวดล้อม

- ก. น้ำเน่าเสีย
- ข. ดินมีการปนเปื้อนของสารเคมี
- ค. ควันพิษจากท่อไอเสีย
- ง. ☒ คนตดส่งกลิ่นเหม็น

2. ข้อใดทำให้แหล่งน้ำมีค่า BOD สูง

- ☒ ก. การผลิตยางแผ่นดิบใกล้กับแหล่งน้ำ
- ข. การใช้ภาชนะที่ขึ้นสนิมตักน้ำในแหล่งน้ำ
- ค. การปลูกผักอินทรีย์ใกล้แหล่งน้ำ
- ง. การล้างผักผลไม้ในแหล่งน้ำ

3. การตรวจวัดมลพิษทางน้ำส่วนใหญ่นิยมตรวจวัดหาค่าดีไอและบีไอดี ข้อใดต่อไปนี้อาจกล่าวได้ถูก

- ☒ ก. การตรวจวัดค่าดีไอ คือการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
- ข. การตรวจวัดค่าดีไอ คือการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์
- ค. การตรวจวัดค่าดีไอ คือการตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนที่ละลายในน้ำ
- ง. การตรวจวัด ค่าดีไอ คือการตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนในน้ำที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์

4. หากต้องการตรวจวัดว่าดินได้รับผลกระทบจากการปล่อยน้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบวิธีการตรวจวัดใดเหมาะสมที่สุด

- ก. ใช้การตรวจวัดทางเคมีโดยการดมกลิ่นของดิน และวัดอุณหภูมิของดิน
- ข. ตรวจหาอนุภาคของดิน
- ค. ตรวจดูสีและกลิ่นของดิน
- ง. ☒ ตรวจวัดค่าพีเอช (pH) ของดิน และสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดิน

5. ถ้าต้องการตรวจวัดคุณภาพของแหล่งน้ำแต่ไม่มีอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวัดคุณน้ำวิธีการตรวจวัดใดเหมาะสมที่สุด

- ก. การตรวจวัดค่าพีเอช (pH) ของแหล่งน้ำ
- ข. ☒ การตรวจวัดโดยใช้แมลงน้ำ
- ค. การตรวจวัดอุณหภูมิของแหล่งน้ำ
- ง. การตรวจวัดความโปร่งแสงของแหล่งน้ำ

บทปฏิบัติการที่ 2

สะท้อนไภยน้ำทิ้ง



บทปฏิบัติการที่ 2

สะท้อนไภยน้ำทิ้ง

แนวคิด

ในขั้นตอนของการผลิตยางแผ่นดิบมีน้ำทิ้งปริมาณมากถูกปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติและชั้นดิน โดยไม่ได้บำบัดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทำให้เกิดการสะสมของกรดในชั้นดินและแหล่งน้ำ ในระยะยาวหากไม่มีการจัดการที่ถูกต้องเหมาะสมอาจส่งผลให้แหล่งน้ำและดินเสื่อมคุณภาพลงและทำให้เกิดมลพิษทางดินและแหล่งน้ำ

จุดประสงค์ของบทปฏิบัติการ เมื่อจบบทปฏิบัติการนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปล่อยน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบที่ไม่ได้บำบัดลงสู่ดินและแหล่งน้ำได้

วัสดุอุปกรณ์ที่ครูต้องเตรียมให้นักเรียน

- | | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 1. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ | 2. พลั่วขุดดิน |
| 3. เทอร์มอมิเตอร์ | 4. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ |
| 5. แวนชยาย | 6. แท่งแก้วคนสาร |
| 7. เซคคิติกส์. | 8. ชุดตรวจวัดค่า pH ของน้ำและดิน |

9. เครื่องชั่ง
11. ชุดตรวจวัดค่า BOD
10. นาฬิกาสุตว์หน้าดิน
12. ยูนิเวอร์ซอลอินดิเคเตอร์

นำข้อมูลที่ได้ไปสรุป อภิปราย และเฉลยคำถามท้ายบทปฏิบัติการร่วมกันในห้องเรียนคาบถัดไป

แนวทางการจัดกิจกรรมสำหรับครู

ครูให้นักเรียนทำการทดลองโดยมีแนวทางในการทดลองดังนี้

ตอนที่ 1 ตรวจวัดคุณภาพน้ำ (1 ชั่วโมง)

ก่อนทำการทดลองครูควรให้นักเรียนศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำและดินทั้งทางเคมีและชีวภาพให้เข้าใจ แล้วจึงให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำและดิน โดยมีแนวทางในการปฏิบัติดังนี้

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อทำการทดลอง กลุ่มละ 4 - 5 คน โดยแบ่งหน้าที่เป็นหัวหน้ากลุ่มรองหัวหน้า สมาชิก และกำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละคน
2. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วางแผนการทดลอง และเตรียมอุปกรณ์ตามรายการที่ออกแบบการทดลอง ให้พร้อมก่อนลงมือทำการทดลอง
3. ให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่วางไว้ โดยทำการทดลองทุกขั้นตอนอย่างระมัดระวัง แล้วบันทึกผลการทดลองลงในรายงานผลการทดลอง
4. ให้นักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่สังเคราะห์ได้ร่วมกันและช่วยกันอภิปรายว่าข้อมูลของแต่ละคนในกลุ่ม ที่ได้จากการสำรวจและศึกษาค้นคว้าครบถ้วน ถูกต้อง สมบูรณ์ หรือไม่ และช่วยกันลงข้อสรุปของข้อมูล
5. เมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม สรุปผล อภิปรายผลการสำรวจลงในรายงานผลการทดลอง และตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการ เพื่อ

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจวัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่มีการไหลผ่านของน้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบตามที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองไว้ (1 ชั่วโมง)

ตอนที่ 2 ตรวจวัดคุณภาพดิน (1 ชั่วโมง)

ครูให้นักเรียนตรวจวัดคุณภาพของดินที่มีการไหลผ่านของน้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบตามที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองไว้ (1 ชั่วโมง)



แนวคำตอบ
รายงานผลการทดลองของบทปฏิบัติการที่ 2
สะท้อนใจภัยน้ำทิ้ง

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1

1. การตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพ

ตาราง 1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพ

รายการสำรวจ	ผลการสำรวจ
1. สีของน้ำ	.ไม่มีสี
2. กลิ่น	มีกลิ่นโคลน
3. ความขุ่นใส	ขุ่นเล็กน้อย
4. ค่าการส่องผ่านของแสง	-
5. อุณหภูมิของน้ำ(องศาเซลเซียส)	26°C - 27°C
6. ความเป็นกรด-เบสของน้ำ	เบส
7. ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	5 mg/l

ปัญหา ถ้านักเรียนต้องการทราบในประเด็นต่างๆดังนี้

- น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

อย่างไรบ้าง

จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อตรวจวัดผลกระทบต่อดินและแหล่งน้ำที่เกิดจากน้ำทิ้งใน

กระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ

สมมติฐาน

น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบทำให้ดินเป็นกรดและแหล่งน้ำ

เน่าเสีย

ตัวแปรที่ศึกษา

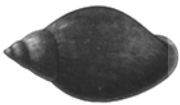
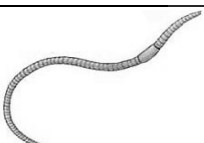
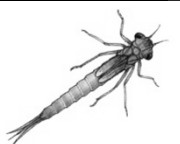
ตัวแปรต้น น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ

ตัวแปรตาม ผลกระทบต่อดินและแหล่งน้ำ

ตัวแปรควบคุม ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวัด บริเวณที่ตรวจวัด

2.การตรวจวัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

ตาราง 2 ผลการสำรวจสัตว์หน้าดินในน้ำ

ชนิดที่	ชื่อสิ่งมีชีวิต	ภาพวาดสิ่งมีชีวิต	จำนวน	การแปลผลคุณภาพน้ำ
1	หอยฝาเดียว		1	พอใช้
2	ปู		1	พอใช้
3	ไส้เดือนน้ำจืด		1	แย่
4	ตัวอ่อนแมลงปอเข้ม ธรรมชาติ		2	ดี

ชนิดที่	ชื่อสิ่งมีชีวิต	ภาพวาดสิ่งมีชีวิต	จำนวน	การแปลผลคุณภาพน้ำ
5	กุ้งฝอย		5	พอใช้
6	หอยเจดีย์		2	ดี

หมายเหตุ: สัตว์หน้าดินอาจเป็นสัตว์ชนิดอื่นที่ ขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำที่สำรวจ

ตอนที่ 2 การตรวจวัดคุณภาพดินทางกายภาพ

ตาราง 3 บันทึกผลการตรวจวัดคุณภาพดินทางกายภาพ

รายการสำรวจ	ผลการสำรวจ
1. สีของดิน	เทา ถึง ดำ
2. กลิ่น	เหม็น
3. อุณหภูมิของดิน (องศาเซลเซียส)	29°
4. ความเป็นกรด-เบสของดิน	กรดรุนแรง

สรุปผลการทดลอง

จากการตรวจวัดคุณภาพดินและแหล่งน้ำบริเวณใกล้โรงยาง เป็นกรด รุนแรง แหล่งน้ำมีคุณภาพพอใช้ยังไม่ถึงขั้นเน่าเสีย

อภิปรายผลการทดลอง

จากการตรวจวัดคุณภาพดินในบริเวณโรงยางด้วยกระดาษยูนิเวอร์ซอล อินดิเคเตอร์ พบว่า มีค่า pH 3.5 ซึ่งอยู่ในช่วงความเป็นกรดรุนแรง ทั้งนี้เนื่องจาก ดินในบริเวณดังกล่าวมีการซึมผ่านของน้ำทิ้งจากการผลิตลงสู่ชั้นดินเป็นระยะ เวลานานและน้ำทิ้งดังกล่าวมีส่วนผสมของกรดฟอร์มิคซึ่งเป็นกรดเข้มข้น จึง ส่งผลให้ดินในบริเวณดังกล่าวเป็นกรดรุนแรง และจากการตรวจวัดคุณภาพน้ำใน แหล่งน้ำที่มีการไหลผ่านของน้ำทิ้งในกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบพบว่าแหล่งน้ำ ดังกล่าวมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 5 mg/l และเมื่อลองสำรวจสัตว์น้ำ ดิน ก็พบว่ามีสัตว์น้ำดินที่บ่งชี้คุณภาพน้ำในระดับคุณภาพพอใช้ เช่น กุ้งฝอย ปู หอยฝาเดียว โดยไม่พบสัตว์น้ำดินที่บ่งชี้คุณภาพน้ำในระดับดีมากเลย ซึ่งจาก ผลการตรวจวัดดังกล่าวทำให้ทราบว่าแหล่งน้ำดังกล่าวได้รับผลกระทบจากน้ำทิ้ง เพียงเล็กน้อยไม่ถึงขั้นทำให้เน่าเสียทั้งนี้อาจเนื่องจากแหล่งน้ำในบริเวณดังกล่าว

มีการไหลอยู่ตลอดเวลาไม่มีการสะสมของน้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบใน บริเวณดังกล่าวจึงทำให้เห็นผลกระทบที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำไม่ชัดเจน

คำถามท้ายบทปฏิบัติการ



1. ถ้าต้องการทราบว่าแหล่งน้ำได้รับผลกระทบ

จากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบหรือไม่ นักเรียนจะตรวจวัดด้วยวิธีการใดได้บ้าง
วิธีการทางกายภาพ เช่น การตรวจวัดด้วยชุดทดสอบปริมาณออกซิเจนที่ละลาย
ในน้ำ(DO) การตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ย่อยสลายอินทรีย์ใน
น้ำ (BOD) การตรวจวัดค่าการส่องผ่านของแสงในแหล่งน้ำ การวัดอุณหภูมิใน
แหล่งน้ำ เป็นต้น

วิธีการทางชีวภาพ เช่น การตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยนาฬิกาสัตว์น้ำ เป็นต้น

2. ถ้าต้องการทราบว่าดินได้รับผลกระทบจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ

หรือไม่ นักเรียนจะตรวจวัดด้วยวิธีการใดได้บ้าง

วิธีการทางกายภาพ เช่น การตรวจวัดความเป็นกรดเบส การตรวจวัดอุณหภูมิ
การตรวจวัดอุณหภูมิของดิน เป็นต้น

วิธีการทางชีวภาพ เช่น การตรวจวัดสัตว์ที่อยู่ในดิน เป็นต้น

3. ขั้นตอนใดบ้างของการผลิตยางแผ่นดิบที่ก่อให้เกิดน้ำทิ้งที่ส่งผลกระทบต่อ
สิ่งแวดล้อม

การล้างตะกอน(ถาดยาง) การล้างเครื่องรีดยาง การล้างยางแผ่นดิบ

4. การผลิตยางแผ่นดิบส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำ ดิน ระบบนิเวศแหล่งน้ำและ
ระบบนิเวศในดินอย่างไรบ้าง

ทำให้คุณภาพของแหล่งน้ำต่ำลง ทำให้ดินเป็นกรดอย่างรุนแรง ส่งผลให้ระบบ
นิเวศในดินและแหล่งน้ำเสียสมดุลสัตว์หน้าดินที่อยู่ในน้ำที่มีคุณภาพดีไม่สามารถ
อาศัยอยู่ได้ส่งผลให้ผู้ผลิตในแหล่งน้ำลดลง นอกจากนี้ก็ยังส่งผลให้สิ่งมีชีวิตที่
เป็นประโยชน์ต่อดินเช่น ไส้เดือนไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ พืชก็ไม่สามารถ
เจริญเติบโตได้

รายการประเมิน

รายการ	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
1.จุดประสงค์ การทดลอง	- ระบุสิ่งที่ต้องการ ศึกษาได้และ ชัดเจน	- ระบุสิ่งที่ ต้องการศึกษาได้ และค่อนข้าง ชัดเจน	- ระบุสิ่งที่ ต้องการศึกษา ได้แต่มีความ ชัดเจนน้อย	- ระบุสิ่งที่ ต้องการศึกษา ไม่ชัดเจน
2.สมมติฐานใน การศึกษา	- สามารถ คาดคะเนคำตอบ ล่วงหน้าก่อนทำ การทดลองได้ อย่างชัดเจน	- สามารถ คาดคะเนคำตอบ ล่วงหน้าก่อนทำ การทดลองได้ ค่อนข้างชัดเจน	- สามารถ คาดคะเน คำตอบล่วงหน้า ก่อนทำการ ทดลองได้แต่มี ความชัดเจน น้อย	- ไม่สามารถ คาดคะเน คำตอบล่วงหน้า ก่อนทำการ ทดลองได้
3.ตัวแปรที่ศึกษา	- สามารถกำหนด ตัวแปรต้น ตัวแปร ตามและตัวแปร ควบคุมได้อย่าง ถูกต้อง	- สามารถ กำหนดตัวแปร ต้น ตัวแปรตาม ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สามารถ กำหนดตัวแปร ควบคุมได้	- สามารถ กำหนดตัวแปร ต้นได้อย่าง ถูกต้องแต่ไม่ สามารถกำหนด ตัวแปรตามและ ตัวแปรควบคุม ได้	- ไม่สามารถ กำหนดตัวแปร ต้น ตัวแปรตาม และตัวแปร ควบคุมได้
4.อุปกรณ์และ สารเคมีที่ใช้	- สามารถเลือกใช้ อุปกรณ์และ สารเคมีได้อย่าง ถูกต้องและ เหมาะสมกับการ ทดลอง	- สามารถ เลือกใช้อุปกรณ์ และสารเคมีได้ ค่อนข้างถูกต้อง และเหมาะสมกับ การทดลอง	- สามารถ เลือกใช้อุปกรณ์ และสารเคมีได้ ถูกต้องน้อยและ ไม่ค่อย เหมาะสมกับ การทดลอง	- ไม่สามารถ เลือกใช้อุปกรณ์ และสารเคมีได้ที่ เหมาะสมกับ การทดลองได้

รายการ ประเมิน	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
5.สรุปผลการ ทดลอง	สามารถสรุปผลให้ เห็นถึงความ สัมพันธ์ของข้อมูล กับตัวแปรที่ศึกษา ได้อย่างถูกต้อง	สามารถสรุปผล ให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ ของข้อมูลกับ ตัวแปรที่ศึกษา ได้ค่อนข้าง ถูกต้อง	สามารถสรุปผล ให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลกับตัวแปรที่ ศึกษาได้ถูกต้อง น้อย	ไม่สามารถ สรุปผลให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ ของข้อมูลกับตัว แปรที่ศึกษาได้
6.อภิปรายผล การทดลอง	สามารถชี้แจง เหตุผลสนับสนุน ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลกับตัวแปรที่ ศึกษาได้ถูกต้อง	สามารถชี้แจง เหตุผล สนับสนุน ความสัมพันธ์ ของข้อมูลกับ ตัวแปรที่ศึกษา ได้ค่อนข้าง ถูกต้อง	สามารถชี้แจง เหตุผลสนับสนุน ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลกับตัวแปรที่ ศึกษาได้ถูกต้อง น้อย	ไม่สามารถชี้แจง เหตุผลสนับสนุน ความสัมพันธ์ ของข้อมูลกับตัว แปรที่ศึกษาได้

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน

ระดับคุณภาพ

22- 24

ดีมาก

17- 21

ดี

12 -16

พอใช้

7-11

ปรับปรุง

แบบประเมินขณะทำการทดลอง

รายการประเมิน	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
1.การแบ่งงาน	แบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มอย่างชัดเจนและรับผิดชอบงานตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	แบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มอย่างชัดเจนแต่ไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	แบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มไม่ค่อยชัดเจนและไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	ไม่แบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มและเกี่ยงกันทำงาน
2.วิธีดำเนินการทดลอง	กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม	กำหนดวิธีการทดลองได้ค่อนข้างถูกต้องสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองได้ค่อนข้างเหมาะสมแต่ต้องให้คำแนะนำบ้าง	กำหนดวิธีการได้ถูกต้องน้อยเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองยังไม่เหมาะสมต้องคอยให้ความช่วยเหลือ	กำหนดวิธีการไม่ถูกต้องเลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองไม่เหมาะสมต้องช่วยเหลือทุกขั้นตอน
3.การปฏิบัติการทดลอง	ทำการทดลองอย่างเป็นขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ต่างๆได้อย่างถูกต้อง	ทำการทดลองอย่างเป็นขั้นตอนและใช้อุปกรณ์ต่างๆได้อย่างถูกต้องแต่ต้องให้คำแนะนำบ้าง	ทำการทดลองอย่างเป็นขั้นตอนแต่ใช้อุปกรณ์ต่างๆได้ถูกต้องน้อยต้องคอยให้คำแนะนำ	ทำการทดลองไม่เป็นขั้นตอนใช้อุปกรณ์ต่างๆไม่ถูกต้องต้องให้ความช่วยเหลือทุกขั้นตอนของการทดลอง
4.ความมีระเบียบวินัย	ทำการทดลองเสร็จทันเวลา ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองและเก็บเข้าที่เรียบร้อย	ทำการทดลองเสร็จไม่ทันเวลา แต่ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองและเก็บเข้าที่เรียบร้อย	ทำการทดลองเสร็จไม่ทันเวลา ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองแต่ไม่เก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย	ทำการทดลองไม่เสร็จ ไม่เก็บและทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง

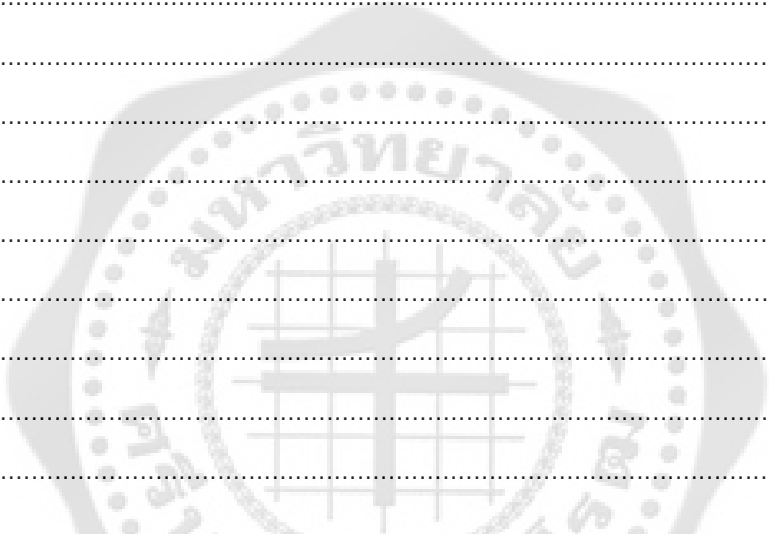
เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
4-6	ปรับปรุง



บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้



ปัญหาและ อุปสรรค

[illegible]

ข้อเสนอแนะและข้อควรแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

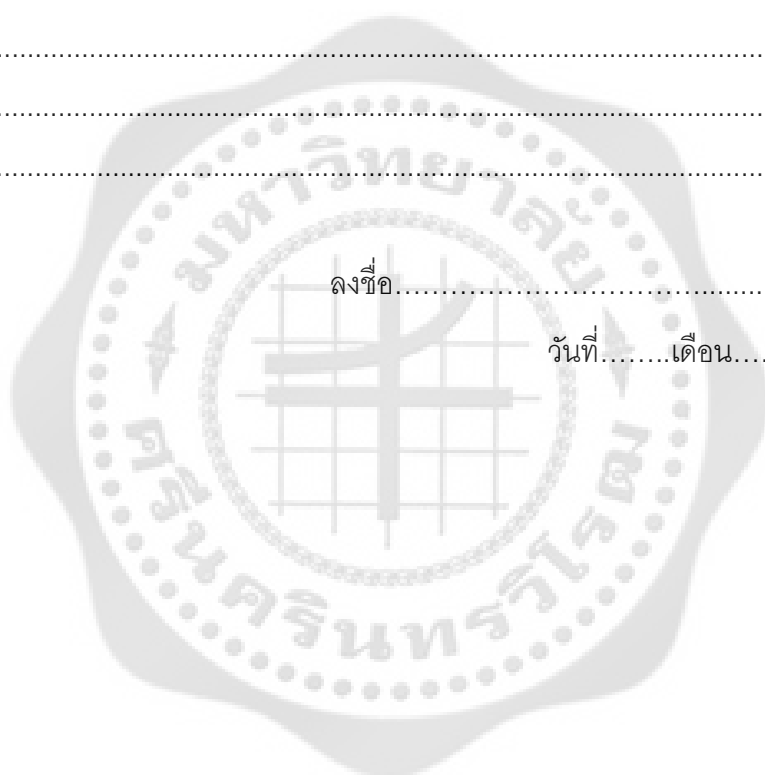
.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ยางพารา

จำนวน 17 ชั่วโมง

แผนการเรียนรู้ที่ 6 จากต้นกล้าสู่ยางแผ่น

(ผลกระทบจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ)

เวลา 2 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญของความรู้

น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ ทำให้แหล่งน้ำและดินเป็นกรด เมื่อมีการสะสมของกรดในปริมาณมาก ในระยะเวลายาวนานโดยไม่มีการจัดการที่เหมาะสมอาจส่งผลให้เกิดมลพิษในดินและแหล่งน้ำได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและค้นหาปัญหาที่ก่อให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้

3. ความสอดคล้องกับตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.3/5 อภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อมและเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา

ว 8.1ม.3/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

ว 8.1ม.3/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1ม.3/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

4. สาระการเรียนรู้

- ผลกระทบจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบที่ส่งผลต่อดินและแหล่งน้ำ

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้: มุ่งพัฒนาให้นักเรียนสามารถ วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปผลการแก้ปัญหา และนำเสนอและประเมินผล ซึ่งเป็นขั้นที่ 4 และ 5 ของการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยสอบถามนักเรียนว่าดินและแหล่งน้ำในบริเวณที่มีการผลิตยางแผ่นดิบที่นักเรียนตรวจวัดเกิดมลพิษหรือไม่ ถ้าไม่เกิดมลพิษแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง (5 นาที)

ขั้นพัฒนามโนทัศน์

1. ครูให้นักเรียนดูวีดิทัศน์เกี่ยวกับผลกระทบจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ (5 นาที)
2. ครูกล่าวว่ากระบวนการผลิตยางแผ่นดิบส่งผลกระทบต่อดินและแหล่งน้ำหากไม่มีการดูแล และจัดการที่เหมาะสม ในอนาคตจะทำให้ดินและแหล่งน้ำในบริเวณที่ผลิตยางแผ่นดิบเกิดมลพิษได้ และบรรยายเพิ่มเติม (5 นาที)

ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ

ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบที่ส่งผลต่อดินและแหล่งน้ำ (10 นาที)

ขั้นสร้างผลงานและประยุกต์ใช้ความรู้

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลองว่า สอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ และลงข้อสรุปในกลุ่มของตนเอง พร้อมจัดกระทำข้อมูลเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน (20 นาที)

ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปบทเรียน

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจพร้อมทั้งอภิปรายผลหน้าชั้นเรียนและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินการนำเสนอของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อนด้วย (20 นาที)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ อีกครั้ง (10 นาที)

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

สื่อ

- วีดิทัศน์
- หนังสือค้นคว้า เช่น หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แหล่งเรียนรู้

-

8. กระบวนการประเมิน

สิ่งที่ต้องประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
นักเรียนสามารถค้นหา ปัญหาที่ก่อให้เกิดมลพิษ ทางสิ่งแวดล้อมได้	ตรวจรายงานผลการ ปฏิบัติการทดลอง	แบบประเมิน	ระดับดี



แบบประเมินรายงานผลการปฏิบัติการทดลอง

รายการประเมิน	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
1.จุดประสงค์การทดลอง	- ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาได้และชัดเจน	- ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาได้และค่อนข้างชัดเจน	- ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาได้แต่มีความชัดเจนน้อย	- ไม่สามารถระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาได้
2.สมมติฐานในการศึกษา	- สามารถคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองได้อย่างชัดเจน	- สามารถคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองได้อย่างค่อนข้างชัดเจน	- สามารถคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองได้แต่มีความชัดเจนน้อย	- ไม่สามารถคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองได้
3.ตัวแปรที่ศึกษา	- สามารถกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้อย่างถูกต้อง	- สามารถกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามได้อย่างถูกต้องแต่ไม่สามารถกำหนดตัวแปรควบคุมได้	- สามารถกำหนดตัวแปรต้นได้อย่างถูกต้องแต่ไม่สามารถกำหนดตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้	- ไม่สามารถกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้
4.อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้	- สามารถเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับการทดลอง	- สามารถเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ค่อนข้างถูกต้องและเหมาะสมกับการทดลอง	- สามารถเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้องน้อยและไม่ค่อยเหมาะสมกับการทดลอง	- ไม่สามารถเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่เหมาะสมกับการทดลองได้

รายการ ประเมิน	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
5.สรุปผลการ ทดลอง	สามารถสรุปผลให้ เห็นถึงความ สัมพันธ์ของข้อมูล กับตัวแปรที่ศึกษา ได้อย่างถูกต้อง	สามารถสรุปผล ให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ ของข้อมูลกับตัว แปรที่ศึกษาได้ ค่อนข้างถูกต้อง มีข้อผิดพลาด เล็กน้อย	สามารถสรุปผลให้ เห็นถึงความสัมพันธ์ ของข้อมูลกับตัวแปร ที่ศึกษาได้ถูกต้อง น้อยมีข้อผิดพลาด มาก	ไม่สามารถสรุปผล ให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลกับตัวแปรที่ ศึกษาได้
6.อภิปรายผล การทดลอง	สามารถชี้แจง เหตุผลสนับสนุน ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลกับตัวแปรที่ ศึกษาได้ถูกต้อง	สามารถชี้แจง เหตุผลสนับสนุน ความสัมพันธ์ ของข้อมูลกับตัว แปรที่ศึกษาได้ ค่อนข้างถูกต้องมี ข้อผิดพลาด เล็กน้อย	สามารถชี้แจง เหตุผลสนับสนุน ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลกับตัวแปรที่ ศึกษาได้ถูกต้องน้อย มีข้อผิดพลาด เล็กน้อย	ไม่สามารถชี้แจง เหตุผลสนับสนุน ความสัมพันธ์ของ ข้อมูลกับตัวแปรที่ ศึกษาได้

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
22- 24	ดีมาก
17- 21	ดี
12 -16	พอใช้
7-11	ปรับปรุง

แบบประเมินการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการ

รายการประเมิน	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
1. ความถูกต้อง และสมบูรณ์ ของเนื้อหา	ถูกต้องตาม หลักวิชา ตั้งแต่ ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ถูกต้องตาม หลักวิชา ตั้งแต่ ร้อยละ 60 – 79	ถูกต้องตาม หลักวิชา ตั้งแต่ ร้อยละ 50 – 59	ถูกต้องตาม หลักวิชา ต่ำกว่า ร้อยละ 50
2. คุณค่าของ คำตอบ	มีประโยชน์ นำไปใช้ได้จริง	มีประโยชน์และ เอาไปใช้ได้บ้าง	มีประโยชน์น้อย และนำไปใช้ได้ น้อย	ไม่มีประโยชน์ และนำไปใช้ ไม่ได้
3. เวลา	ส่งงานภายในเวลา ที่กำหนด	ส่งงานช้ากว่า กำหนด 1 วัน	ส่งงานช้ากว่า กำหนด 2 วัน	ส่งงานช้ากว่า กำหนดเกิน 3 วัน ขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน

ระดับคุณภาพ

13-16

ดีมาก

10-12

ดี

7-9

พอใช้

4-6

ปรับปรุง

ข้อเสนอแนะและข้อควรแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

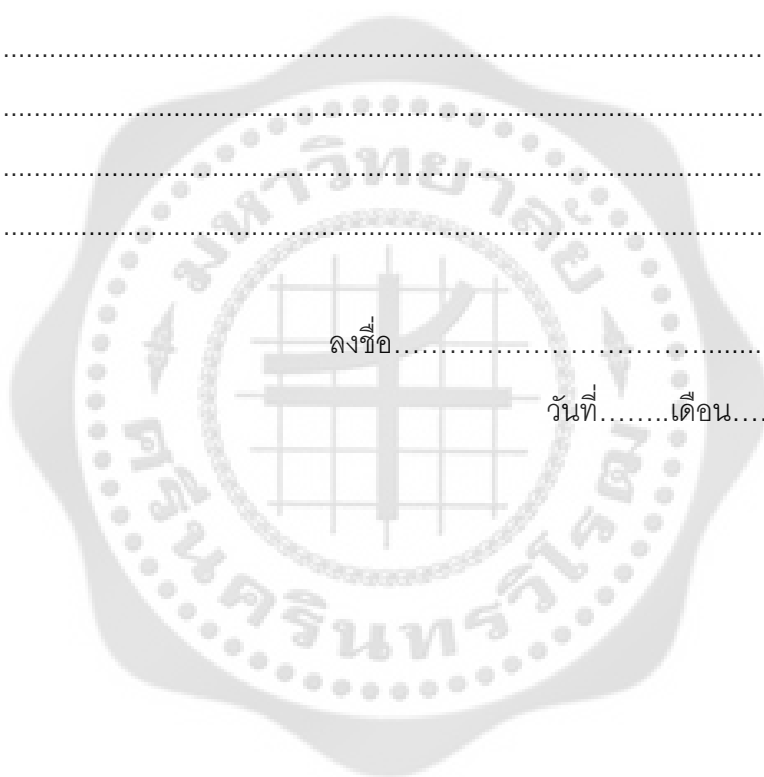
.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



ภาคผนวก ซ
รูปภาพการทำกิจกรรมขณะได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการ
ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ยางพารา

รูปภาพการทำกิจกรรมขณะได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่
เน้นปัญหาเป็นฐาน เรื่องยางพารา



รูปภาพการศึกษาผลกระทบต่อดินและแหล่งน้ำที่เกิดจากการผลิตยางแผ่นดิบ



ภาคผนวก ณ
ตัวอย่าง ผลงานนักเรียนจากการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการที่เน้นปัญหาเป็นฐาน
เรื่อง ยางพารา



รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการที่ 1 นักสืบสวนยาง

วัน/เดือน/ปี 15 สิงหาคม 2557กลุ่มที่ 1.....

ผู้ทดลอง

1. อ.ญ. อรวรรณ ชาติเมืองชั้น ม.3 เลขที่ 14.....
2. อ.ญ. พอลย์จันทร์ นฤยรัตน์ชั้น ม.3 เลขที่ 8.....
3. อ.ญ. อรุณรัตน์ งามศรีวงศ์ชั้น ม.3 เลขที่ 15.....
4. อ.ญ. ศาภิตยา แก้วมณีชั้น ม.3 เลขที่ 7.....
5. อ.ญ. เจษฎาภรณ์ พรหมนุกาชั้น ม.3 เลขที่ 12.....

ปัญหา ถ้านักเรียนต้องการทราบในประเด็นต่างๆดังนี้

- สวนยางพาราเชิงเดี่ยวในท้องถิ่นส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์
นักเรียนจะดำเนินการศึกษาเพื่อหาคำตอบของปัญหาอย่างไร

จุดประสงค์ของการสำรวจ

ต้องการทราบว่าผลกระทบต่อนสิ่งแวดล้อมมากน้อย
เพียงใด

สมมติฐาน 1. ผลกระทบจากการตัดสวนยางพาราเชิงเดี่ยว
คือ ทำให้หน้าฝน 2. ทำให้สัตว์ตาย 3. การทำสวน
ยางพาราแบบเชิงเดี่ยวทำให้ดินเสื่อมสภาพ

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น การใส่ปุ๋ย สัตว์นาง

ตัวแปรตาม ผลของการใส่ปุ๋ย

ตัวแปรควบคุม น้ำและ พื้นที่ในการสำรวจ



ให้นักเรียนออกแบบตารางสำรวจลงในกระดาษหน้า

ถัดไปและใช้ตารางนี้บันทึกผลการสำรวจ

กิจกรรม	ผลการปฏิบัติจริง	ผลการประเมินผล
1. เตรียมพื้นที่ - ขุดดิน - ใส่ปุ๋ยคอก	- การใส่ปุ๋ยคอกจะทำให้ดินมีธาตุอาหารมากขึ้นในเวลาที่เหมาะสม	เป็นอันดับ 1 ของพื้นที่ 70 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ บ้านเลี้ยงหมู 10 เลี้ยง ซึ่งได้
2. การปลูก - ใส่ปุ๋ยคอก	-	-
3. การเจริญเติบโต - ใส่ปุ๋ยคอก - ใส่ปุ๋ยคอก - ใส่ปุ๋ยคอก	- การเจริญเติบโตของพืช - ใส่ปุ๋ยคอกจะทำให้พืช - ใส่ปุ๋ยคอกจะทำให้พืช - ใส่ปุ๋ยคอกจะทำให้พืช	- เป็นอันดับ 1 ของพื้นที่ 70 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ บ้านเลี้ยงหมู 10 เลี้ยง ซึ่งได้
ผลของการใส่ปุ๋ย	- ผลของการใส่ปุ๋ยคอก - ผลของการใส่ปุ๋ยคอก - ผลของการใส่ปุ๋ยคอก	-

[illegible]

ครูพูนศักดิ์ สักกทัตติยะ โรงเรียนสาธิตฯ ฝ่ายมัธยม รัชดาภิเษก ในเมือง
กรุงเทพมหานคร เขต 5 โทร. 02-27237571

[illegible]

คำถามท้ายบทปฏิบัติการ



1. การทำสวนยางพาราในท้องถิ่นมีกี่รูปแบบได้แก่อะไรบ้าง

3 รูปแบบ 1. ไร่เดี่ยว 2. ป่ายาง
3. สวนเกษตร

2. การทำสวนยางพาราแต่ละรูปแบบเกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติชนิดใดบ้าง

1. ดิน 2. แหล่งน้ำ 3. น้ำ 4. อากาศ 5. แสงแดด
6. พืชพันธุ์ 7. อากาศ

3. การทำสวนยางพาราในท้องถิ่นของนักเรียนใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงหรือไม่
เพราะเหตุใด

บางส่วนจะใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เช่น เมื่อเริ่ม
การปลูกยางก็จะใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักแล้วค่อยใส่ปุ๋ยเคมี
บ้างเล็กน้อย

4. หากสวนยางพาราในท้องถิ่นของนักเรียนเป็นแบบเชิงเดี่ยวที่ก่อให้เกิดปัญหา
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม นักเรียนจะนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมา
ปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างไร

1. ใส่ปุ๋ยคอก
2. ทางางป่าเคนการฉีดยาวัชพืช
3. การเลี้ยงสัตว์ เช่นการเลี้ยงไก่ เป็ด ปลา เพื่อเสริม
อาหารการได้เสริมเวลาว่างของชาวสวน
4. การปลูกพืช

รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการที่ 2 สะเทือนใจภัยน้ำท่วม

วัน/เดือน/ปี. 28 สิงหาคม 2559 กลุ่มที่.....

ผู้ทดลอง

1. อ. ช. อัจฉรณพท คำทอง ชั้น ม.3 เลขที่ 3
 2. อ. ช. อัจฉรณพท พรหมพุกษ์ ชั้น ม.3 เลขที่ 9
 3. อ. ช. สุธาชัย พงษ์พทย ชั้น ม.3 เลขที่ 1
 4. อ. ช. พงษ์พิชัย ชั้น ม.3 เลขที่ 4
 5. อ. ช. อัจฉรณพท ชั้น ม.3 เลขที่ 8
- ปัญหา ถ้านักเรียนต้องการทราบประเด็นต่างๆดังนี้

- นำทั้งจากการผลิตยางแผ่นดิบส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง

นักเรียนจะดำเนินการศึกษาเพื่อหาคำตอบของปัญหาอย่างไร

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษา ความเข้มข้นกรด - เบส ของน้ำยางแผ่นดิบ
2. นำสารละลายที่อาศัยอยู่ในหน้า

สมมติฐาน 1. ผลการทดลองดังมีจริงในข้อ

2. น้ำให้ค่าความเป็น

3. ดินเสื่อมสภาพ

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น น้ำให้ค่า

ตัวแปรตาม ผลการทดลองดังมีจริงในข้อ

ตัวแปรควบคุม ปริมาณน้ำให้ค่า

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

เทอร์โมมิเตอร์

ชุดตรวจวัดค่า DO

ปิทมอร์ขนาด 100cm³

ชุดตรวจวัดค่า pH ของน้ำและดิน

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1

1. การตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพ



ตาราง 1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพ

รายการสำรวจ	ผลการสำรวจ
1. สีของน้ำ	ขุ่น
2. กลิ่น	มีกลิ่นเหม็น
3. ความขุ่นใส	ขุ่นเล็กน้อย
4. ค่าการส่องผ่านของแสง	
5. อุณหภูมิของน้ำ(องศาเซลเซียส)	23 องศาเซลเซียส
6. ความเป็นกรด-เบสของน้ำ	0.5
7. ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (BOD) DO	5 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

ตาราง 2 ผลการสำรวจแมลงน้ำหรือสัตว์หน้าดิน

ชนิดที่	ชื่อสิ่งมีชีวิต	ภาพวาดสิ่งมีชีวิต	จำนวน	การแปลผล คุณภาพน้ำ
1	ปลาซิว		2	พอใช้ ได้
2	กิ้งก่าขา		2	พอใช้ ได้

ชนิดที่	ชื่อสิ่งมีชีวิต	ภาพวาดสิ่งมีชีวิต	จำนวน	การแปลผล คุณภาพน้ำ
3	ปู			พอใช้ ได้
4	หอยเชอรี่			พอใช้ ได้
5	แมลงปอ			พอใช้ ได้
6	หอยทากน้ำ			พอใช้ ได้
7	แมลงช้าง กรมโต			พอใช้ ได้
8	ไส้เดือน น้ำ			พอใช้ ได้

ตอนที่ 2 การตรวจวัดคุณภาพดินทางกายภาพ

ตาราง 3 บันทึกผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพ

รายการสำรวจ	ผลการสำรวจ
1. สีของดิน	ทำให้ดินเป็นสีดำ
2. กลิ่น	ทำให้กลิ่นเหม็นหืน
3. อุณหภูมิของน้ำ(องศาเซลเซียส)	28°
4. ความเป็นกรด-เบสของน้ำ	มีความเป็นกรด 3.5

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบยวณแอมโมเนียมไนเตรดจากตัวอย่างดิน
คือห้วงมาคุณภาพน้ำและดิน สีของน้ำมีความขุ่น
เล็กน้อย อุณหภูมิ 28° ความเป็นกรด-เบสของน้ำได้
0.5 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ $<DO> 5$ กรัมต่อ 1 ลิตร
สีน้ำมีสีฟ้าที่อยู่ในน้ำมี ปรากฏ มี กลิ่น หอมกฉ่ำ
และรสชาติดี ดินเป็นสีดำ มีกลิ่นที่เหม็นหืน
อุณหภูมิของดิน 28 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด
เบสได้ 3.5 และยังมีอัตราค่าการรีไซเคิล
ในภาพทำแอมโมเนียมไนเตรด

อภิปรายผลการทดลอง

พบว่าในการทำกระบวนการผลิตแอมโมเนียมไนเตรด
กระบวนการมีขั้นตอนได้ดินดำ เป็นกรด เบส สูง และ
กลิ่นที่เหม็นหืน
พบว่าในน้ำมีสารที่อาศัยอยู่ในน้ำ มีลักษณะ
ที่เปลี่ยนแปลง มาเป็นคุณภาพน้ำ สี ความเป็นกรด-เบส
พบได้มี ปรากฏ

คำถามท้ายบทปฏิบัติการ



1. ถ้าต้องการตรวจวัดว่าแหล่งน้ำได้รับผลกระทบ

จากการทำยางแผ่นดิบหรือไม่ นักเรียนจะตรวจวัดด้วย

วิธีการใดได้บ้าง

1. DO เทสทิต โดยใช้สาร ๒๑

๑. สังเกตแผ่นน้ำที่ลอยในถังทดสอบ

๒. จำลองดิน

๓. สังเกตสีของน้ำที่ลอยในถัง

3. ขั้นตอนใดบ้างของการทำผลิตแผ่นดิบที่ก่อให้เกิดน้ำทิ้งที่ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำ
และดิน

๑. การผลิตแผ่นดิบ ๒. การล้างแผ่นดิบ ๓. การตากแผ่นดิบ ๔. การเก็บแผ่นดิบ

2. ถ้าต้องการตรวจวัดว่าดินได้รับผลกระทบจากการทำยางแผ่นดิบหรือไม่ นักเรียน

จะตรวจวัดด้วยวิธีการใดได้บ้าง

๑. การวัดค่า pH ของดิน ๒. การวัดค่า EC ของดิน ๓. การวัดค่า N ของดิน

๔. การวัดค่า P ของดิน ๕. การวัดค่า K ของดิน

๖. การวัดค่า Ca ของดิน ๗. การวัดค่า Mg ของดิน

4. การผลิตยางแผ่นดิบส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำ ดิน ระบบนิเวศแหล่งน้ำและระบบ
นิเวศในดินอย่างไรบ้าง

1. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

2. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

3. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

4. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

5. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

6. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

7. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

8. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

9. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

10. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

11. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

12. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

13. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

14. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

15. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

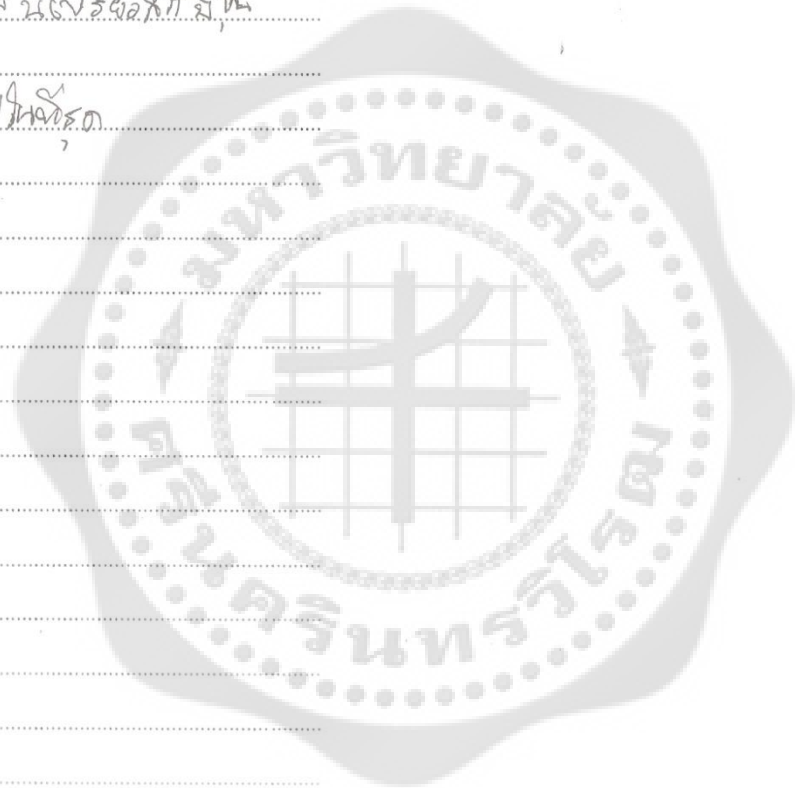
16. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

17. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

18. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

19. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ

20. ก่อให้เกิดมลพิษของน้ำ ดิน ป่าไม้ และสัตว์น้ำ



รายงานผลการทดลอง
 บทปฏิบัติการที่ 3 รวมใจพิชิตน้ำทิ้ง

วัน/เดือน/ปี ๑๑ กันยายน ๒๕๖๓กลุ่มที่ ๓.....

ผู้ทดลอง

- | | | | | |
|---|----------------|-----------|----------|-----------|
| 1 | ด.ญ. พทชวีภา | เพชรพงษ์ | ชั้น ม.3 | เลขที่ ๒ |
| 2 | ด.ญ. ชยาพิชญ์ | ธรรมณี | ชั้น ม.3 | เลขที่ ๙ |
| 3 | ด.ญ. จันทวีระ | อภัย | ชั้น ม.3 | เลขที่ ๑๑ |
| 4 | ด.ญ. พงษ์พัทธ์ | สงเคราะห์ | ชั้น ม.3 | เลขที่ ๑๓ |

ปัญหา ถ้านักเรียนต้องการทราบในประเด็นต่างๆดังนี้

1. น้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบมีสมบัติอย่างไร
2. สารที่กำหนดให้สารใดสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบได้และสารใดสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบได้ดีที่สุด

นักเรียนจะดำเนินการศึกษาเพื่อหาคำตอบของปัญหาอย่างไร

จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อให้ทราบถึงสมบัติของน้ำทิ้ง และทราบว่าสารใดสามารถบำบัด

น้ำทิ้งได้บ้าง

สมมติฐาน... น้ำทิ้งที่ได้ออกมา

1. จัดทำน้ำทิ้งให้ได้ 10 ลิตร

2. จัดทำน้ำทิ้งให้ได้ 10 ลิตร

3. จัดทำน้ำทิ้งให้ได้ 10 ลิตร

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น น้ำทิ้ง น้ำดื่ม น้ำดื่ม

ตัวแปรตาม ทำให้เป็นกลาง

ตัวแปรควบคุม ปริมาณของสาร

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. หลอดการทดลองกลาง 10 หลอด

2. น้ำดื่ม

3. สารเคมี

4. น้ำทิ้งจากการทำของเสีย

5. น้ำดื่ม

10. น้ำดื่ม



ผลการทดลอง

ตาราง 1 ผลการทดสอบค่าพีเอช (pH) ของสารแต่ละชนิด

ชื่อสาร	ความเป็นกรด - เบส	ค่าพีเอช (pH)
น้ำทิ้งจากการทำของเสีย	กรดอ่อน	3.5
น้ำดื่ม	ด่างอ่อน	8.5
น้ำดื่ม	ด่างอ่อน	8.0
น้ำดื่ม	ด่างอ่อน	7.5
น้ำดื่ม	กรดอ่อน	4.2
น้ำดื่ม	กรดอ่อน	3.5
น้ำดื่ม	กรดอ่อน	3.5

ตาราง 2 ค่า pH ของน้ำทิ้งหลังจากเติมสารและลำดับความสามารถของสารในการบำบัดน้ำทิ้งจากการผลิตของเสีย

ชื่อสาร	ค่าพีเอช (pH) ของน้ำทิ้ง หลังจากเติมสาร	ลำดับความสามารถ ของสารในการบำบัด น้ำทิ้ง
น้ำดื่ม	ด่างอ่อน PH 8.0	น้ำดื่ม
น้ำดื่ม	PH 3.5	น้ำดื่ม
น้ำดื่ม	PH 4.0	น้ำดื่ม

สรุปผลการทดลอง

จากกราฟทดลอง 1 ไม้ชี้เข้าได้ผลการทดลองว่า
วัดค่า pH 8.0 2. น้ำปัสสาวะวัดค่า pH 3.5
3. ไม้ชี้วัดค่า pH 7.0 ซึ่งไม้ชี้วัดค่า pH เป็น
กลาง ซึ่งไม้ชี้วัดค่า pH ที่น้อยกว่าไม้ชี้วัดค่า pH 7.0
ไม้ชี้เข้า

อภิปรายผลการทดลอง

ไม้ชี้วัดค่า pH ที่น้อยกว่าไม้ชี้วัดค่า pH 7.0 ไม้ชี้เข้า
เพราะ ไม้ชี้วัดค่า pH ที่ 7.0 ซึ่งไม้ชี้วัด
กับของเหลวที่มี pH 7.0 ไม้ชี้เข้า

คำถามท้ายบทปฏิบัติการ

1. นักเรียนสามารถนำการทดลองในบทปฏิบัติการที่ 3 ไปใช้แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตยางแผ่นดิบได้อย่างไร

โดยพิจารณา สิ่งที่เกิดจากยางแผ่นดิบที่ผลิตขึ้นกับ
ผลกระทบที่มีต่อสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น



2. หากในครัวเรือนของนักเรียนไม่มีสารตามที่ระบุในบทปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถนำสารใดมาใช้ทดแทนเพื่อบำบัดน้ำทิ้งจากการผลิตยางแผ่นดิบได้บ้าง

1. น้ำยาล้างจาน
2. น้ำส้ม
3. ดินเอน

3. นักเรียนจะแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากน้ำทิ้งในการผลิตยางแผ่นดิบได้อย่างไรบ้าง

1. นำน้ำทิ้งไปเลี้ยงปลา
2. ใช้กากมะพร้าวใส่ลงในน้ำทิ้ง
3. ใช้กากมะพร้าวใส่ลงในน้ำทิ้ง





ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาวจันทร์จิรา เทพดนตรี
วันเดือนปีเกิด	31 กรกฎาคม 2532
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	84/1 หมู่ 8 ตำบลบ้านนา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร 86190
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2550	มัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จาก โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
พ.ศ. 2555	วท.บ.ชีววิทยา จาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
พ.ศ. 2558	กศ.ม.วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ