

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ธันวาคม 2558

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ธันวาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ธันวาคม 2558

เอกภพ สร้อยฟ้า. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณินพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย.

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อบำบัดน้ำเสีย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง คือนักเรียนที่เรียนวิชาการศึกษาค้นคว้าองค์ความรู้ด้วยตนเอง จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อบำบัดน้ำเสีย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 และทดสอบค่าสถิติ t test for Dependent Sample

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อบำบัดน้ำเสีย ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.30/83.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนมีความตระหนักต่อปัญหาน้ำหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

THE DEVELOPMENT OF A LEARNING ACTIVITY PACKAGE TITLED MICROORGANISMS
IN WASTEWATER TREATMENT FOR GRADE 10 STUDENTS
OF MATTHAYOM WATSING SCHOOL.



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for The
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
December 2015

Akapob Sroyfar. (2015). *The development of a learning activity package titled microorganisms in wastewater treatment for grade 10 students of Matthayom Watsing School*. M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Srinakharinwirot University. Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Porntip Siripatharachai.

The purposes of this study were : 1) to develop learning activity package titled microorganisms in wastewater treatment to meet the required efficiency and; 2) to examine learning achievement on wastewater problem awareness. Thirty grade 10 students of Matthayom Watsing School who enrolled in an Independent Study Course for the first semester of academie year 2015, were purposively selected as the sample. The research tools included the learning activity package titled microorganisms in wastewater treatment, the learning achievement test, and the test on wastewater problem awareness. The statistics used in the study were Efficiency and Effectiveness Index (E_1/E_2), and t-test for dependent sample.

The results show that:

1. The efficiency of learning activity package titled microorganisms in wastewater treatment is 80.30/83.00.
2. Students' learning achievement posttest scores are significantly higher than pretest scores at .05 level
3. Students' wastewater problem awareness posttest scores are significantly higher than pretest scores at .05 level

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อบำบัดน้ำเสีย
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์
ของ
เอกภพ สร้อยฟ้า

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดุษฎี โยเหลา)
วันที่ เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย) (อาจารย์ ดร. สุนันทา มนัสมงคล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุณนาค)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการวิจัย แนวความคิด ข้อเสนอแนะ ตลอดจนแก้ไขปัญหาที่บกพร่องต่างๆ ด้วยความเมตตาใส่ใจเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุนันทา มั่นสมงคล ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุญนา รองอธิการบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เสียสละเวลาเข้าร่วมเป็นกรรมการการสอบปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอก แสงวิเชียร ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยรามคำแหง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาภักดิ์ สมบูรณ์ทรัพย์ ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒอาจารย์ ดร.บุญรอด ชาดิยานนท์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยศิลปากร อาจารย์สมชาย เลิศพรสุขสวัสดิ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ อาจารย์คุณิกร ศรีประดู่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม ที่อนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษาแนะนำการตรวจและแก้ไขเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียน โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ เพื่อน พี่ๆนิสิตปริญญานิพนธ์ ที่ช่วยเหลือให้กำลังใจ คอยอำนวยความสะดวกด้านต่างๆแก่ผู้วิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ พลตรีวิชณู สร้อยฟ้า คุณแม่เกศินี สร้อยฟ้า บิดามารดาของข้าพเจ้า คุณตาประจักษ์ คุณยายบุญเรือง กอวยชัย อาจารย์พรทิพย์ วันสม ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอดและกราบขอบพระคุณทุกท่านที่มีได้กล่าวถึงที่ช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้ดำเนินลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์นี้ ขอมอบเป็นเครื่องสักการะบูชาพระคุณของบิดามารดา ตลอดจนครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณของผู้วิจัยทุกท่าน

เอกภพ สร้อยฟ้า

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	6
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
สมมติฐานในการวิจัย.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	18
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความตระหนัก.....	27
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสีย.....	33
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์กับน้ำ.....	37
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	42
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	46
การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	46
การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	46
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ.....	47
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	51

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	54
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	54
สมมติฐานในการวิจัย.....	54
วิธีดำเนินงานวิจัย.....	55
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
สรุปผลการวิจัย.....	55
การอภิปรายผลการวิจัย.....	56
ข้อเสนอแนะ.....	58
บรรณานุกรม.....	60
ภาคผนวก.....	69
ภาคผนวก ก.....	70
ภาคผนวก ข.....	77
ภาคผนวก ค.....	89
ภาคผนวก ง.....	92
ภาคผนวก จ.....	101
ภาคผนวก ฉ.....	118
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	123

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรมและร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเรียนจบ.....	51
2 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียก่อนเรียนและหลังการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย.....	52
3 คะแนนเฉลี่ยของความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย.....	53
4 ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียจำนวน 40 ข้อ โดยใช้การวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ (Item Analysis) เทคนิค 27%.....	90
5 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย 91	
6 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียของผู้เชี่ยวชาญ.....	93
7 ผลการประเมินความสอดคล้องของคุณภาพของกิจกรรมที่ 1 เรื่องจุลินทรีย์เป็นอย่างไร.....	94
8 ผลการประเมินความสอดคล้องของคุณภาพของกิจกรรมที่ 2 เรื่องจุลินทรีย์มีประโยชน์จริงหรือ.....	95
9 ผลการประเมินความสอดคล้องของคุณภาพของกิจกรรมที่ 3 เรื่องมาทดลองตรวจจุลินทรีย์ในน้ำกันเถอะ.....	96
10 ผลการประเมินความสอดคล้องของคุณภาพของกิจกรรมที่ 4 เรื่องจุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย.....	97
11 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียของผู้เชี่ยวชาญ.....	98
12 ผลการประเมิน ความสอดคล้องของแบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียของผู้เชี่ยวชาญ.....	100

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 ขั้นตอนและกระบวนการเกิดความตระหนัก.....	29
3 ขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิด เป็นความตระหนักในสิ่งแวดล้อมที่เด่นชัด.....	30





บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันประเทศไทยได้ใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นจำนวนมากซึ่งส่งผลให้ระบบของธรรมชาติ ธรรมชาติทั้ง 4 ระบบได้แก่ ระบบธรณีภาค อุทกภาค อากาศภาคและชีวภาค เสียความสมดุลและเกิดผลกระทบต่างๆ ต่อสิ่งมีชีวิต โดยสาเหตุส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงนี้คือ มนุษย์ทำให้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมเนื่องจากการขยายตัวของประชากร และแบบแผนการดำรงวิถีชีวิตที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษเพิ่มขึ้น เพราะอากาศและน้ำอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐาน ปริมาณขยะมูลฝอยและของเสียอันตรายมีมากขึ้น ขาดกลไกการจัดการทั้งการควบคุมกระบวนการผลิต การจัดเก็บ การขนส่ง ทำให้เกิดการแพร่กระจายขยะและของเสียอันตรายในสิ่งแวดล้อมและปนเปื้อน ในห่วงโซ่อาหาร (สำนักงานแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10, 2553: 55) การขยายตัวอย่างต่อเนื่องของกรุงเทพมหานคร ก่อให้เกิดน้ำเสียในปริมาณมากที่ปล่อยลงสู่ แหล่งน้ำจนเกิดเป็นปัญหามลพิษทางน้ำ ซึ่งจากข้อมูลปริมาณน้ำใช้ของการประปานครหลวง ทำให้ทราบว่ากรุงเทพมหานครมีปริมาณน้ำเสียในปี 2553 ประมาณ 24 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน จากการตรวจน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนและชุมชนพบว่าน้ำมีปริมาณสารอินทรีย์ปะปนอยู่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการระบายของเสียลงในแหล่งน้ำ โดยไม่ได้รับการบำบัด จากการติดตามเฝ้าระวังสถานการณ์คุณภาพน้ำในคูคลองส่วนใหญ่ในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร ยังพบว่าในคูคลองจำนวนมากมีค่าออกซิเจน ละลายน้ำต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD: Biochemical Oxygen Demand) มีความแตกต่างไปตามพื้นที่ สำหรับคูคลองส่วนใหญ่ในพื้นที่ฝั่งธนบุรีมีค่า BOD อยู่ระหว่าง 4-10 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนฝั่งพระนครในพื้นที่เขตชั้นใน มีความสกปรกสูงมากมีค่า BOD สูงถึง 30-50 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่อย่างไรก็ตามพบว่าคูคลองส่วนน้อยที่น้ำมีคุณภาพค่อนข้างดีกระจายอยู่ในพื้นที่ชานเมือง ทั้งฝั่งพระนครและธนบุรี มีค่า BOD ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าออกซิเจนละลาย (DO: Dissolved Oxygen) สูงกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จากข้อมูลดังกล่าวแสดงว่า คุณภาพน้ำคูคลองส่วนใหญ่ กำลังประสบปัญหามลภาวะทางน้ำอยู่มาก (กองการจัดการน้ำเสียกรุงเทพ. 2555: 22)

นอกจากนี้ความเสื่อมโทรมของคลองยังเนื่องมาจาก จำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น กิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสกปรกมีมาก จนลำน้ำไม่สามารถทำลายได้ เช่น ปริมาณน้ำทิ้งจากชุมชน บริเวณริมคลองหลัก จำนวน 26 คลอง ในลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำนครนายก ลุ่มน้ำปราจีนบุรีมีปริมาณ ถึง 20,003 ลูกบาศก์เมตร ต่อวัน (ร้อยละ 34-40) ของปริมาณน้ำทั้งหมดนอกนั้นเป็นน้ำทิ้งจากการเกษตร คอกสัตว์ขยะมูลฝอยที่เล็ดตกค้างเพราะเทศบาลขนขยะไปไม่หมดอีกร้อยละ 10-20 สภาพน้ำเสียใน คลอง และแม่น้ำเจ้าพระยา ในกรุงเทพฯ ก็มีสาเหตุมาจากชุมชนเป็นส่วนใหญ่ (คณะกรรมการพิเศษ เพื่อประสานงานโครงการพระราชดำริ. 2552: 34) อาจกล่าวได้ว่า คลองซึ่งเป็นระบบนิเวศที่มีความ ซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันไม่ว่าจะเป็นระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันหรือกับสิ่งไม่มีชีวิตในพื้นที่หรือ อาณาเขตใดอาณาเขตหนึ่งมีการถ่ายทอดพลังงานต่างๆ นั้น ได้ถูกทำลายลงจากการกระทำ ของมนุษย์ น้ำเสียส่วนใหญ่มีมาจากน้ำใช้จากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่มีการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่ แหล่งน้ำ เป็นเหตุให้น้ำเน่าเสีย ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสุขภาพ อนามัยของผู้คนที่อยู่ในบริเวณ ใกล้เคียง หรือผู้สัญจรไปมา ทั้งความสกปรกไม่น่าดู ส่งกลิ่นไม่พึงปรารถนา และอาจมีสารเคมีที่เป็นพิษ เจือปนอยู่ด้วย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วล้วนเกิดจากน้ำมือของมนุษย์ แทบทั้งสิ้น (คณะกรรมการพิเศษเพื่อ ประสานงานโครงการพระราชดำริ. 2552: 56)

การแก้ปัญหา น้ำเสียมีทั้งมาตรการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ การบำบัด การกำจัด หรือหมุนเวียนของเสียจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม เกษตรกรรม การแสวงหาและใช้ทรัพยากร ธรรมชาติ การใช้มาตรการทางกฎหมาย ข้อบังคับมาตรฐาน ตลอดจนการจัดตั้งองค์กร และการใช้ อำนาจทางการบริหารเข้าเสริมการป้องกันแก้ไข การจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมเป็นวิธีการหนึ่งในการป้องกัน และแก้ไขที่ใช้มาตรการทั้งทางกฎหมาย ทางการบริหาร และทางเทคโนโลยีร่วมกันแก้ไขปัญหาน้ำเสีย และมลพิษต่างๆ และอีกวิธีหนึ่งการแก้ปัญหาน้ำเสียโดยวิธีการอย่างง่ายนั้นคือการใช้ จุลินทรีย์เพื่อการ บำบัดน้ำเสีย จากสถานการณ์น้ำท่วมใหญ่ในปี 2554 ได้ทำให้เกิดน้ำท่วมขังในหลายพื้นที่ และกลายเป็น น้ำเสียส่งกลิ่นเหม็นสร้างความเดือดร้อนให้กับประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณ ดังกล่าว ทำให้มีหลายองค์กร ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนได้รณรงค์ให้นำเชื้อจุลินทรีย์ที่เรียกว่า อีเอ็ม (EM) หรือ effective Microorganism (ซึ่งปกติเป็นเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่ถูกคัดพันธุ์มา ให้เหมาะ กับการทำปุ๋ยหมักและปรับปรุงดินใน การเกษตร) เอามาใช้ในการบำบัดน้ำเสียอย่างแพร่หลาย (สุเทพ ธนียวัน; คนอื่นๆ. 2550: 44)

ระบบนิเวศใช้ จุลินทรีย์เป็นตัวบ่งชี้สำคัญที่จะบ่งบอกถึงคุณภาพของสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นดิน น้ำ อากาศ ที่ซึ่งจุลินทรีย์นี้มีทั้งจุลินทรีย์ที่ให้คุณประโยชน์และให้โทษ นอกจากนี้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอีกปัญหาหนึ่งคือปัญหาภาวะโลกร้อนเนื่องจากปัญหานี้ได้ส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์ เพราะอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตเร็วหรือช้าถ้าจุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่งมีมากเกินไปหรือน้อยเกินไปก็จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศได้ (อรอนงค์ พริ้งสุลกะ. 2550: 40) นอกจากอุณหภูมิแล้วอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมคือสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ (Organic and Inorganic) ชนิดและปริมาณของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในแหล่งน้ำมีความสำคัญต่อชีวิตของจุลินทรีย์ แต่ในปัจจุบันของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาจมีสารยับยั้งจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำใกล้เคียงได้ โลหะบางชนิด เช่นปรอท และโลหะหนักอื่นๆ ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็อาจยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ในขณะเดียวกันก็ส่งเสริมการเจริญของเชื้อที่ต้านทานได้ ปัญหาที่กล่าวนี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต่างๆ มากมาย (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2543: 28) ปัญหานี้ยังส่งผลไปถึงโรคที่เป็นอันตรายต่อประชากรในชุมชนนั้น อาทิโรคท้องร่วง (เนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2543: 46) เนื่องจากการใช้น้ำไม่สะอาดจากแหล่งน้ำในชุมชน เชื้อโรคที่พบในน้ำเสียที่ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์ได้ มี 4 ชนิด คือ แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว และพยาธิ โดยมีสาเหตุมาจากอุจจาระของมนุษย์ปนมากับน้ำเสีย โรคติดต่อจากสิ่งขับถ่ายสามารถติดต่อสู่คน มี 2 วิธี คือ เกิดจากเชื้อโรคที่อยู่ในสิ่งขับถ่าย ของบุคคลหนึ่งแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมแล้วเข้าสู่บุคคลอื่น และเกิดจากเชื้อโรคจากสิ่งขับถ่าย เข้าทางปาก โดยที่สัตว์พาหนะ เช่น หนูหรือแมลงต่างๆ ที่อาศัยสิ่งขับถ่ายในการขยายพันธุ์ จะรับเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย โดยเชื้ออาจอยู่ในตัว ลำไส้ หรือในเลือดของสัตว์พาหนะนั้น (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2538: 98)

การแก้ปัญหาน้ำเสียมีหลายวิธีแต่ยังมีอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ไขได้คือ การใช้การศึกษาเป็นเครื่องมือซึ่งเป็นการแก้ปัญหาน้ำเสียอย่างยั่งยืน ผู้วิจัย เป็นครูผู้สอนวิชาการศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ได้พานักเรียนไปบริเวณชุมชน ให้นักเรียนสำรวจบริเวณพื้นที่ชุมชนใกล้เคียงโรงเรียนว่าในชุมชนบริเวณโรงเรียนและรอบโรงเรียนมีปัญหาสิ่งแวดล้อมใดบ้าง ผลปรากฏว่า นักเรียนพบว่า ปัญหาที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมคือคลองใกล้กับโรงเรียน คลองเป็นแหล่งน้ำจืดที่เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตทั่วไปมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะที่จะเป็นที่อยู่ของสัตว์น้ำ พืชน้ำรวมทั้งเป็นที่ประกอบอาชีพและเป็นที่อยู่อาศัยของมนุษย์ เนื่องจากมนุษย์

ใช้น้ำจืดในการดำรงชีวิต (สุพจน์ แสงมณี. 2546: 152-154) โดยพบปัญหาบริเวณนั้นมีร้านอาหารและบ้านเรือนล้อมรอบอยู่มาก นักเรียนสำรวจพบปัญหามีคราบไขมันและขยะ สิ่งสกปรกจำนวนมาก ส่งผลให้น้ำในคลองและบริเวณแหล่งน้ำสกปรก น้ำสีดำ ส่งกลิ่นเหม็น ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญของชุมชนของเสียจากบ้านเรือนที่พักอาศัยและอาคารต่างๆ ภายในแหล่งชุมชนเช่น น้ำเสียจากการซักล้าง ทำครัว อาบน้ำ และน้ำใช้ที่ระบายลงสู่ท่อระบายน้ำหรือแหล่งน้ำแล้ว ยังมีของเสียประเภทอื่นที่อาจถูกระบายทิ้งปนเปื้อนกับน้ำเสีย โดยของเสียที่กล่าวถึง คือของเสียอันตรายจากบ้านเรือน ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ต่างๆ ภายใน บ้านเรือนหรืออาคาร ซึ่งเมื่อปนเปื้อนมากับน้ำเสียและถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำจะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำ ตลอดจนแหล่งน้ำดิบเพื่อผลิตประปา คุณภาพ ชีวิตของมนุษย์ และคุณภาพสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2538: 26-27) ข้อมูลนี้ได้มาจากการสำรวจของนักเรียนโดยลงพื้นที่สัมภาษณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนจากประชากรที่อยู่อาศัยในชุมชนนั้น

การค้นพบปัญหาดังกล่าวนี้นสอดคล้องกับหลักปรัชญาของสิ่งแวดล้อมศึกษาซึ่งหมายถึง การมีส่วนร่วมในการศึกษาสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยได้ศึกษาและนำปัญหานี้มาพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยใช้ชุมชนเป็นฐานเรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจความสำคัญของจุลินทรีย์ว่ามีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา น้ำเสียเพียงใดการใช้ชุดกิจกรรม การเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียจะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในชุมชนของตนเองอาทิเช่นโรงเรียน และบริเวณรอบๆ และได้เห็นการเปลี่ยนแปลงและเหตุการณ์ที่อาจก่อให้เกิดปัญหา ในอนาคตได้และร่วมคิดวิธีหาทางแก้ปัญหานี้ๆ ได้โดยเลือกแนวทางที่เหมาะสมไปใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งกระบวนการนี้ทำให้นักเรียนได้ทั้งความรู้ ทักษะด้านการปฏิบัติการทดลอง การตรวจจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม เกิดความตระหนักและเข้าใจถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางความคิดที่จะปกป้องและแก้ไขสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น เกิดความตระหนักถึงปัญหาและผลกระทบอันเนื่องมาจากการทำลายแหล่งน้ำ ซึ่งแนวทางนี้ได้สอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติโดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะในการคิดวิเคราะห์และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ โดยมนุษย์นั้นต้องได้รับการเรียนรู้ถึงผลที่เกิดจากการกระทำของตนเองและมีความรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 6)

และยังสอดคล้องกับหลักการพัฒนาสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน โดยหลักการที่จะนำไปสู่การพัฒนาสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนคือ การพัฒนาที่มีการคำนึงถึงความเสี่ยงของสิ่งแวดล้อม มีการป้องกันปัญหาที่เกิดแก่สิ่งแวดล้อม หรือถ้าจำเป็นจะต้องเกิดความเสี่ยง ก็จะต้องทำในขอบเขตที่สูญหายน้อยที่สุด การพัฒนาที่ยั่งยืนในมิติทางด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมนี้ จึงเป็นรูปแบบการใช้ทรัพยากรที่มีการบำรุงรักษา และมีอัตราการใช้ที่อยู่ในขอบเขตการอำนวยให้ที่ทรัพยากรนี้ จะคืนสู่สภาพปกติได้ (เกษมจันทร์แก้ว, 2551: 40) ผู้วิจัยมีความคาดหวังว่า การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการแก้ปัญหาน้ำเสียในชุมชนร่วมกัน เน้นให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อได้รับประสบการณ์ตรงจากชุมชน เพื่อให้ นักเรียนเกิดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย การจัดประสบการณ์ เรียนรู้โดยทำงานเป็นกลุ่มจะพัฒนาให้นักเรียนมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี มีวินัยในการทำงาน รู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีการวางแผนในการทำงานและมีความสามัคคีในหมู่คณะ ความรู้ที่ได้นี้จะมีความรู้ที่ยั่งยืน โดยนักเรียนจะเป็นผู้มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียของชุมชน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/ 80
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย
3. เพื่อศึกษาความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความสำคัญดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ ให้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน

2. ผลการศึกษาทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อ การบำบัด น้ำเสีย เพื่อจะได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมในวิชาการศึกษาและค้นคว้าองค์ ความรู้

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาเขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวนนักเรียน 500 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ สำนักงาน เขตพื้นที่ การศึกษาเขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 40 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

3.2.1 ความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในวิชาการศึกษาและค้นคว้าองค์ความรู้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย 4 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรม 1 จุลินทรีย์เป็นอย่างไร

กิจกรรม 2 จุลินทรีย์มีประโยชน์จริงหรือ

กิจกรรม 3 มาทดลองตรวจจุลินทรีย์ในน้ำกันเถอะ

กิจกรรม 4 จุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน

ระยะเวลาที่ใช้การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยทำการทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ ในวิชาการศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ จำนวน 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที (รวม 20 คาบ รวมการสอบก่อนและหลังเรียน อย่างละ 1 คาบ)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย หมายถึง ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม โดยผู้เรียนได้ไปสำรวจท้องถิ่นของตนเอง ศึกษาและนำปัญหาของชุมชนมาเป็นกรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาในชุมชนของตนเอง ซึ่งแต่ละบทของชุดกิจกรรม ประกอบด้วย ชีวบทการเรียนรู้ คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ เนื้อหา วัสดุอุปกรณ์ กิจกรรม และแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม ประกอบด้วย 4 กิจกรรมคือ

กิจกรรมที่ 1 จุลินทรีย์เป็นอย่างไร

กิจกรรมที่ 2 จุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ

กิจกรรมที่ 3 การตรวจจุลินทรีย์ในน้ำเสีย

กิจกรรมที่ 4 จุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย

2. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม หมายถึง ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย โดย 80 ตัวแรก คือ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรม คิดเป็นร้อยละไม่ต่ำกว่า 80 และ 80 ตัวหลัง คือ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนทุกกิจกรรมครบทั้ง 4 กิจกรรม คิดเป็นร้อยละไม่ต่ำกว่า 80

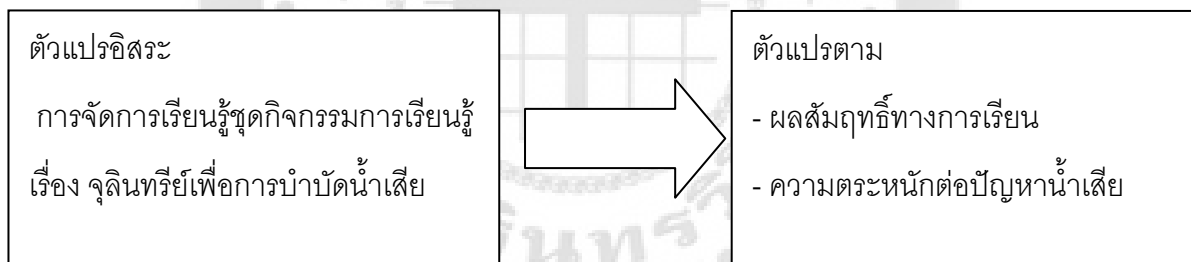
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งครอบคลุมพฤติกรรม ทั้ง 6 ด้านได้แก่ 1) ด้านความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ 6) การประมาณค่า วัดจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียแบบปรนัย 4 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย หมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มี ต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ความรู้สึกนึกคิดต่อปัญหาน้ำเสีย 2) พฤติกรรม ที่แสดงออกต่อการอนุรักษ์น้ำ และ 3) การเห็นประโยชน์ของน้ำในชุมชนหรือท้องถิ่น ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบสอบถามวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย ซึ่งแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ เป็นเครื่องมือวัด

5. วิชาการศึกษาค้นคว้าองค์ความรู้ด้วยตนเอง หมายถึง วิชาในโรงเรียนหลักสูตร มาตรฐานสากล เน้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ประเด็นปัญหา วิจัยหาคำตอบ และรายงานผลการศึกษา สามารถบูรณาการได้หลายวิชาตามความสนใจ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพประกอบข้างล่างนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80
2. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย มีความ ตระหนัก ต่อปัญหาน้ำเสียหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความตระหนัก
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสีย
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คือ สื่อที่นำไปใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองได้ จำเป็น ต้องมีรูปแบบที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดทักษะในการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น โดยมีผู้ให้ความหมายไว้หลายนัยยะ ผู้วิจัยได้รวบรวมพอสังเขปดังนี้

วิชัย วงศ์ใหญ่ (2525: 185) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการนำเอาวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการเรียนการสอนในรูปแบบสื่อการเรียนแบบประสม มาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

นิพนธ์ สุขปริดี (2525: 74-75) ให้ความหมายไว้ว่า ชุดการเรียนการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเอง คือ การรวบรวมการเรียนการสอนด้วยความสะดวกเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ชุดการเรียน การสอนจะต้องประกอบด้วยสื่อต่างๆ ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียน โดยอาจเป็นสื่อหลายอย่าง ตามความเหมาะสมโดยพิจารณาจาก

- 1) ใช้สื่อตรงจุดหมายที่ตั้งไว้
- 2) เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
- 3) เหมาะสมกับลักษณะการตอบสนองของผู้เรียนที่คาดหวังว่าจะได้รับ
- 4) เป็นสื่อที่จัดหาได้ไม่ยาก

วาสนา ชาวหา (2525: 139) ให้ความหมายเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดโปรแกรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนให้ผู้เรียนด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจเป็นรายบุคคล เพื่อส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนไปให้ถึงขีดสุดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลาคอยคนอื่น

ก๊าด (Good. 1973: 306) ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรมคือ โปรแกรมทางการสอนทุกอย่างที่จัดไว้โดยเฉพาะมีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน คู่มือครู เนื้อหา แบบทดสอบ ข้อมูลที่เชื่อถือได้มีการกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน ชุดกิจกรรมนี้ครูเป็นผู้จัดให้นักเรียนแต่ละคน ได้ศึกษาและฝึกฝนด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำเท่านั้น

ทบวงมหาวิทยาลัย (2534: 249) เสนอให้ใช้คำว่า ชุดการเรียนการสอน ด้วยเหตุผลที่ว่า การเรียนรู้ กิจกรรมของนักเรียนและการสอนเป็นกิจกรรมของครูกับนักเรียนซึ่งเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน

ประพจน์ ศิลปพัฒน์ (2540: 29) ให้ความหมายไว้ว่า ชุดการเรียน หรือชุดกิจกรรม เป็นสื่อ ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตัวเอง มีการจัดสื่อไว้อย่างเป็นระบบช่วยให้นักเรียนเกิดความ สนใจ ตลอดเวลาทำให้เกิดทักษะในการแสวงหาความรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542: 27) กล่าวว่า ชุดการเรียนเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบ และจัดอย่างมีระบบประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย เนื้อหา และวัสดุอุปกรณ์ โดยกิจกรรมต่างๆ ดังกล่าว ได้รับการรวบรวมไว้เป็นระเบียบในกล่องเพื่อเตรียมไว้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากประสบการณ์

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 91) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการสอนชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นชุดของสื่อผสม (Multi Media) ซึ่งหมายถึง การใช้สื่อการสอนตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียน ได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่นำมาใช้ร่วมกันนี้จะช่วยเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับขั้น ที่จัดไว้สำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหา และประสบการณ์ในแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียน ได้รับ

ปิยพงษ์ สุริยพรหม (2546: 63-64) ได้ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ สื่อต่างๆ หลายชนิดเป็นองค์ประกอบ เพื่อก่อให้เกิดความสมบูรณ์ในตัวเอง ลักษณะของชุดฝึกหรือชุดการสอนจะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการสร้าง เพื่อให้ผู้ใช้บรรลุ เป้าหมายการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชมทิตา ชันภักดี (2553: 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดกิจกรรม คือสื่อหรือนวัตกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอน ที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุด ตามศักยภาพและความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน โดยครูเป็นผู้วางแผนกำหนด เป้าหมายของการเรียน และนักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้บรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรม

กฤษณา พ้าคะนอง (2555: 24) ได้ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรมคือ การเรียนการสอนเพื่อนให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ จำเป็นต้องมีรูปแบบที่น่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาต่อยอดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งชุดกิจกรรมถือว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง

วิมลรัตน์ มากทรัพย์ (2555: 10) ได้ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้หรือชุดการเรียนรู้มาจากคำว่า Instructional Package หรือ Learning Package หรือ Instruction Kits เดิมใช้คำว่าชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวคิดที่จะจัดการสอนโดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้มีอิทธิพลมากขึ้น จึงมีผู้นิยมเรียกชุดการสอนเป็นชุดการเรียนรู้ บางคนเรียกรวมกันว่าชุดการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมเป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดไว้เพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้โดยมีวัสดุและอุปกรณ์เพื่อให้เกิดความน่าสนใจต่อการเรียนรู้เพื่อให้ผู้ใช้บรรลุจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

2. ประเภทของชุดกิจกรรม

ในการพัฒนาชุดกิจกรรมมีผู้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรม ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 174-175) ได้แบ่งชุดการเรียนการสอนตามลักษณะการใช้เป็น 3 ประเภท

- 1) ชุดการเรียนการสอนสำหรับบรรยาย เรียกว่า ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูเป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับกำหนดกิจกรรม และสื่อการเรียนรู้ให้ครูใช้ประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้น้อยลงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนให้มากขึ้น ชุดการเรียนการสอนแบบนี้มีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับนักเรียนทั้งชั้น

2) ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับกิจกรรมแบบแบ่งกลุ่ม เป็นชุดการเรียนรู้การสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นหมู่คณะอาจจัดกิจกรรมเป็นศูนย์การเรียนรู้การสอนแบบนี้ประกอบด้วยชุดการเรียนรู้การสอนหรือชุดการเรียนรู้ครบตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น สื่อการเรียนรู้อาจจัดอยู่ในรูปของการเรียนการสอนรายบุคคลหรือผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันก็ได้ ผู้เรียน ที่เรียนจากการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มอาจต้องขอความช่วยเหลือจากครูในระยะเริ่มต้นและระยะหลังจากที่เคยชินต่อวิธีการใช้แล้ว ผู้เรียนสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ในขณะที่ทำกิจกรรม ถ้ามีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอเมื่อเรียนจบในแต่ละศูนย์แล้ว ผู้เรียนอาจสนใจการเรียนรู้เสริมสามารถเรียนรู้จากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้เพื่อไม่เสียเวลาคอยผู้อื่น

3) ชุดการเรียนรู้การสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนรู้การสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ นักเรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามขั้นความสามารถของแต่ละบุคคลเมื่อศึกษาครบแล้วจะทำการทดสอบ ประเมินผลความก้าวหน้า และศึกษาชุดการเรียนรู้การสอนชุดอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหา ผู้เรียนจะปรึกษากันได้ระหว่างผู้เรียน และผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงาน หรือผู้ชี้แนะแนวทาง การเรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนแบบนี้จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ ของแต่ละบุคคล ให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปจนเต็มความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลาคอยผู้อื่น ชุดการเรียนรู้การสอนแบบนี้บางครั้งเรียกว่า “บทเรียนโมดูล” (Instructional Module)

นางลักษณ์ แก้วมาลา (2547: 9) ได้สรุปประเภทของชุดกิจกรรมไว้คล้ายๆ กันตามลักษณะของการใช้ ดังนี้

1) ชุดกิจกรรมแบบคำบรรยายหรือสำหรับครูใช้เพื่อลดบทบาทของครูให้พุดน้อยลงนักเรียน ได้ทำกิจกรรมมากขึ้น

2) ชุดกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดกิจกรรมที่ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาเป็นรายกลุ่มย่อยแต่ละชุดกิจกรรมอาจมีชุดกิจกรรมย่อยๆ ไปอีก เพื่อสะดวกแก่การศึกษาของนักเรียน โดยครูมีหน้าที่คอย อธิบาย ให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดสงสัยหรือไม่เข้าใจในชุดกิจกรรม

3) ชุดกิจกรรมรายบุคคลหรือสำหรับนักเรียน เป็นชุดกิจกรรมสำหรับให้นักเรียนได้เรียนรู้ ได้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถเรียนนอกเวลาได้ เมื่อเกิดข้อสงสัยครูมีหน้าที่คอยให้ความช่วยเหลือเสนอแนะ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2551: ออนไลน์) ได้กล่าวไว้ว่าของชุดการสอนนั้น (Instruction Package) โดยแท้จริงแล้วจะประกอบด้วยชุดบทเรียน 2 ลักษณะ คือ

1) เป็นชุดการสอนสำหรับครู (Teaching Package) เป็นการรวบรวมสื่อการสอนอย่างมีระบบครบวงจรมีความสมบูรณ์ เพื่อให้ครูนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยภายในชุดการสอนจะมีสื่อและข้อแนะนำในการใช้สื่อนั้นๆ กับวิธีการสอนอย่างละเอียดชัดเจนพร้อมที่จะให้ครูนำไปใช้ได้โดยไม่ยุ่งยาก

2) เป็นชุดการเรียนรู้ (Learning Package) เป็นชุดสำหรับผู้เรียนโดยเฉพาะโดยมีลักษณะ เป็นบทเรียนสำเร็จรูป มีสื่อการสอนหลายประเภทเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งอาจจะเป็นกลุ่ม เล็กๆ หรือเป็นรายบุคคลก็ได้ นักเทคโนโลยีการศึกษาทั้งต่างประเทศและในประเทศไทย ได้จัดแบ่งประเภทของชุดการสอนไว้หลากหลายแตกต่างกันออกไปดังนี้ ชุดการสอนแบ่งตามลักษณะของกิจกรรมในชุดการสอนแล้ว มี 3 ประเภท คือ

2.1) ชุดการสอนแบบบรรยายหรือชุดการสอนสำหรับครูชุดการสอนประเภทนี้ เป็นชุดสื่อประสมที่ผลิตขึ้นมาสำหรับครูใช้ประกอบการบรรยาย โดยจะกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูสามารถใช้ประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดบรรยาย ของครูให้ลดน้อยลงและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ภายในชุดการสอนจะจัดลำดับเนื้อหาและสื่อการสอนที่ครูจะใช้บรรยายในชั้นเรียนขนาดใหญ่ หรืออาจจะเป็นกลุ่มย่อยๆ ก็ได้ ครูผู้สอนจะมีบทบาทสำคัญในการดำเนินการใช้ชุดการสอนประเภทนี้

2.2) ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มหรือชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้เป็นชุดการสอน ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนให้ทำกิจกรรมร่วมกันโดยจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบของศูนย์การเรียนรู้ ชุดการสอนประเภทนี้จะประกอบด้วยชุดกิจกรรมย่อยที่มีจำนวนเท่ากับศูนย์กิจกรรมที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วยการสอน ซึ่งในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนรู้หรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น สื่อที่ใช้ในศูนย์จะเป็นสื่อที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เป็นรายบุคคลหรือร่วมกันทั้งกลุ่มได้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนจะปฏิบัติตามคำสั่งชี้แจงในสื่อการสอน โดยที่ครูเป็นเพียงผู้ควบคุมดูแลและประสานให้การดำเนินกิจกรรมสมบูรณ์ที่สุดเท่านั้น

2.3) ชุดการสอนแบบรายบุคคลเป็นชุดสื่อประสมที่จัดระบบไว้เป็นขั้นตอน ให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นตามความสามารถของแต่ละบุคคล และสามารถประเมินผลความก้าวหน้าของตนเองได้ครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหา ชุดการสอนชนิดนี้จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคลให้มีการพัฒนาไปได้จนสุดขีดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น ซึ่งชุดการสอนรายบุคคลจะเป็นลักษณะเดียวกัน กับบทเรียนโมดูล (Instructional Modules) ซึ่งมีลักษณะและองค์ประกอบเป็นหน่วยการสอนย่อย สำหรับผู้เรียนใช้ในการเรียนแบบอิสระ โดยมีส่วนประกอบดังนี้

2.3.1) หลักการและเหตุผล

2.3.2) จุดประสงค์

2.3.3) แบบทดสอบก่อนเรียน

2.3.4) กิจกรรมการเรียนรู้

2.3.5) แบบทดสอบความรู้ด้วยตนเอง และ

2.3.6) แบบทดสอบหลังเรียน

จากที่กล่าวมานั้นประเภทของชุดกิจกรรมสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมสามารถแบ่งออกได้เป็นชุดกิจกรรมรายบุคคล ชุดกิจกรรมกลุ่ม และชุดกิจกรรมสำหรับครูผู้สอน ที่จัดไว้เพื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้กำหนดรูปแบบการเรียนการสอนไว้

3. องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

นักวิชาการได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

บุญเกื้อ ควรรหาเวช (2530: 71) แบ่งองค์ประกอบของชุดกิจกรรมแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ

- 1) คู่มือสำหรับผู้เรียน มีคำชี้แจงวิธีการใช้ชุดกิจกรรมอย่างละเอียดอาจเป็นรูปเล่ม
- 2) บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ เป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนเริ่มการเรียนรู้หรือทำกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย คำอธิบายที่จะศึกษา คำสั่งทำกิจกรรมและสรุปบทเรียน นิยมใช้ตัดเป็นขนาด 6"x6"

3) เนื้อหาสาระและสื่อการสอนอาจประกอบด้วย ใบความรู้ สไลด์ แผ่นภาพ วัสดุอุปกรณ์ ผู้เรียนศึกษาจากสื่อการสอนต่างๆ ที่อยู่ในชุดการเรียนการสอน ตามคำสั่งที่กำหนดไว้

4) แบบประเมินผล ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ก่อนและหลังเรียน แบบประเมินผลอาจเป็นแบบฝึกหัด แบบเติมคำ แบบเลือกตอบ แบบจับคู่

สุวิทย์ มูลคำ และ อรรถชัย มูลคำ (2552: 52) ได้กล่าวถึงชุดกิจกรรมประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับครู หรือนักเรียนตามแต่ละชนิดของชุดการสอน ภายในคู่มือ จะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการสอนอาจจะเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2) บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้นักเรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ มักอยู่ในรูปของกระดาษแข็งซึ่งจะประกอบด้วย

2.1) คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา

2.2) คำสั่งให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม

2.3) การสรุปบทเรียน

3) เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่างๆ ประกอบด้วยบทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง วิดีโอ แผนภาพโปรเจกต์ วัสดุกราฟิก หุ่นจำลอง ของตัวอย่างรูปภาพ เป็นต้น นักเรียน จะศึกษาจากสื่อการสอนต่างๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดการสอน ตามบัตรคำที่กำหนดไว้ให้

4) แบบประเมินผล นักเรียนจะทำการประเมินผลด้วยตนเอง ก่อนและหลังเรียนแบบประเมิน ที่อยู่ในชุดการเรียนการสอนอาจเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกจับคู่ดูผลการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม ส่วนประกอบข้างต้นนี้ จะบรรจุในกล่องหรือซอง จัดเอาไว้เป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวก แก่การใช้ นิยมแยกออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

4.1) กล่อง

4.2) สื่อการสอนและบัตรบอกชนิดของสื่อการสอนเรียงตามการใช้

4.3) บันทึกรายการสอน ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

4.3.1) รายละเอียดเกี่ยวกับวิชาและหน่วยการสอน

4.3.2) รายละเอียดเกี่ยวกับนักเรียน

4.3.3) เวลา จำนวนชั่วโมง

4.3.4) วัตถุประสงค์ทั่วไป

4.3.5) วัตถุประสงค์เฉพาะ

4.3.6) เนื้อหาวิชาและประสบการณ์

4.3.7) กิจกรรมและสื่อการสอนประกอบวิธีการสอน

4.3.8) การประเมิน วัดผล การทดสอบก่อนและหลังเรียน

จากที่กล่าวมานั้นองค์ประกอบของชุดกิจกรรมสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมสามารถแบ่งออก ได้เป็น คู่มือสำหรับการใช้ชุดกิจกรรม คำสั่งหรือคำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจใน รายละเอียดเกี่ยวกับชุดกิจกรรมนั้นๆ เนื้อหาสาระในชุดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การ ประเมินชุดกิจกรรมโดยการประเมินนี้เป็นการประเมินเพื่อสะท้อนชุดกิจกรรมนั้นเพื่อที่จะได้นำไป ปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

4. การสร้างชุดกิจกรรม

จันทร์จิรา รัตนไพบูลย์ (2549: 48); ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2525: 18-19) ได้แบ่งขั้นตอนการ ผลิตชุดกิจกรรมไว้ใกล้เคียงกัน ดังนี้

- 1) กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจจะเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการ เป็นแบบสหวิทยาการตามที่เหมาะสม
- 2) กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณเนื้อหาที่ จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ใน 1 ครั้ง หรือ 1 สัปดาห์
- 3) กำหนดหัวข้อเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่าในการสอนแต่ละหน่วย ควรแบ่ง ประสบการณ์ ออกมาเป็นกี่หัวข้อเรื่อง
- 4) กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการโดยจะต้องสอดคล้องกับหน่วยแต่ละหัวข้อเรื่อง โดยสรุปรวมแนวคิด สาระและหลักเกณฑ์สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาที่สอนให้ สอดคล้องกัน
- 5) กำหนดวัตถุประสงค์โดยให้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนจากนั้น จึง เปลี่ยน เป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์พฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
- 6) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทุกอย่างที่ ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง การตอบคำถาม การเขียนภาพการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การ เล่นเกมส์ เป็นต้น

7) การประเมินผลโดยใช้การสอบแบบอิงเกณฑ์เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลัง จากผ่านกิจกรรม มาเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

8) เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้นเมื่อ ผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวข้อเรื่องแล้วก็จักสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพของ ชุดการสอน

9) หาประสิทธิภาพชุดการสอน เพื่อเป็นการประกันว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้าโดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นการช่วย ให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10) การใช้ชุดการสอน ที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้วสามารถนำไปสอน ผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอนและระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ดังนี้

10.1) ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน

10.2) ชี้นำสู่บทเรียน

10.3) ขึ้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนบรรยายหรือแบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการ เรียน

10.4) ขึ้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปความคิดรวบยอดและหลักการที่สำคัญ

10.5) ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้ว

บลูม (Bloom. 1976: 115-124) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมให้มี ประสิทธิภาพจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1) การให้แนวทาง (Cues) คือ คำอธิบายของครูที่ทำให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนว่าเมื่อเรียน เรื่อง เหล่านั้นแล้วจะต้องมีความสามารถอย่างไร ต้องทำอะไรบ้าง

2) การมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ (Participation) กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียน มี ส่วนร่วมในกิจกรรมมาก

3) การเสริมแรง (Reinforcement) ทั้งการเสริมแรงภายนอก เช่นการกล่าว ตีชม หรือการ เสริมแรงภายในตัวนักเรียนเองเช่นความอยากรู้อยากเห็น

จากที่กล่าวมานั้นการสร้างชุดกิจกรรมสรุปได้ว่าการสร้างชุดกิจกรรมจะต้องมีการแบ่งหมวดหมู่เนื้อหา เพื่อให้ทำให้ผู้เรียนสนใจในเนื้อหาของชุดกิจกรรม และในชุดกิจกรรม จะมีการวัดผลเชิงพฤติกรรม และการเลือกผลิตสื่อการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนและมีการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมด้วย

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2523: 137) กล่าวว่า ผลฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสิทธิภาพของการเรียนรู้ที่เกิดจากการ ฝึกอบรม หรือเกิดจากการสอน

กระทรวงศึกษาธิการ (2525: 6) ได้บัญญัติศัพท์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในหนังสือประมวลศัพท์บัญญัติว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใดๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะ หรือมีฉะนั้นก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาหนึ่งเฉพาะ

สุนันท์ ศลโกสุม (2525: 49) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนพฤติกรรม และประสิทธิภาพการเรียนการสอน การวัดผลจึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ หรือระดับผลสัมฤทธิ์ของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้เท่าใด มีความสามารถชนิดใด

อรรถณ เพชรชื่น (2527: 89) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจาก การเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ประกอบด้วย ความสามารถทางสมอง ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่างๆ

อัจฉรา สุขารมณ (2530: 6) ได้ให้ความหมายของว่า หมายถึงขนาด ของความสำเร็จที่ได้จากการที่ศักยภาพเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล โดยตัวชี้บ่งถึงผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนอาจได้มาจาก กระบวนการที่ไม่ต้องทดสอบ (Non-testing Procedures) เช่น การสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรือ

อาจอยู่ในรูปของเกรดที่ได้จากโรงเรียน (School Grade) มิลล์แมนและ กรีน (กรมวิชาการ. 2536: 21; อ้างอิงจาก Millman; & Greene. n.d.) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ปริมาณ และลักษณะของความรู้ในสาขาวิชาบุคคล ได้รับลักษณะการจัดองค์ประกอบ และโครงสร้างของความรู้ และการใช้ประโยชน์โครงสร้างของความรู้ในการแก้ปัญหา ในการคิดเชิงสร้างสรรค์ การประเมินความ น่าเชื่อถือของข้ออ้าง

สุภวรรณ พันธุ์จันทร์ (2534: 6) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ เกิดจากการทำงานที่ประสานกัน และต้องอาศัย ความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา แสดงออกมา ในรูปของความสำเ็จ สามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์หรือ แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

อภิญา เจิมประไพ (2538: 21) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถแสดงออกถึงความสำเร็จของบุคคลในการเข้าถึงความรู้ใดๆ สามารถวัดด้วยแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

องอาจ นัยพัฒน์ (2548: 160) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัด ความรอบรู้ในเนื้อหาสาระที่ได้จากการศึกษาเล่าเรียน หรือได้รับการฝึกอบรม คะแนนที่ได้จาก แบบทดสอบประเภทนี้บ่งชี้ระดับคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะด้านความคิดและด้านทักษะปฏิบัติที่เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นิสิต นักศึกษา และผู้เข้ารับการฝึกอบรมว่า มีปริมาณมาก น้อยเพียงใด ภายหลังจากการที่ได้ศึกษาหรือฝึกอบรมในหน่วยการเรียนรู้

สมศักดิ์ พาหะมาก (2550: 44) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ผลการเรียนรู้ ของนักเรียนที่เกิดจากการใช้สมองของนักเรียนเป็นกลไก ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรม 6 ด้าน คือ 1) ความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินผล

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงคุณลักษณะความรู้ ความสามารถของบุคคลที่มีการพัฒนาขึ้น หลังจากการเรียนรู้ การฝึกฝน การอบรมจน ประสบ ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และสรรพภาพด้านต่างๆ

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2526: 36) ได้แบ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดหมาย และลักษณะสาระที่จัดการเรียนรู้สามมารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดหมายและลักษณะสาระ ดังนี้

1) การวัดผลด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของนักเรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในรูปแบบของการกระทำจริง เป็นผลงาน เช่น วิชา ศิลปศึกษา พลศึกษา การงาน เป็นต้น การวัดผลแบบนี้ จึงต้องใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภาคปฏิบัติ (Performance Test)

2) การวัดผลด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหา อันเป็นประสบการณ์ของการเรียนรู้ของนักเรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถด้านต่างๆ สามารถวัดผลได้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test)

บลูม (Bloom, 1976: 139) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

1) ด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวกับกระบวนการต่างๆ ทางด้านสติปัญญาและสมอง ประกอบด้วยพฤติกรรม 6 ด้าน ดังนี้

1.1) ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถระลึกถึงเรื่องราวประสบการณ์ที่ผ่านมา

1.2) ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจับใจความ การแปลความการตีความ การขยายของความหมายของเรื่องได้

1.3) การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หรือหลักวิชาที่เรียนมาแล้ว ในการสร้างสถานการณ์จริงๆ หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

1.4) การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่างๆ หรือวัตถุดิบของเพื่อต้องการค้นหาสาเหตุเบื้องต้น หาความสัมพันธ์ระหว่างใจความ ระหว่างส่วนรวมระหว่าง ตอนตลอดจนหาหลักการที่แฝงอยู่ในเรื่อง

1.5) การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้มาจัดระบบใหม่ เป็นเรื่องใหม่ที่ไม่เหมือนเดิม มีความหมายและประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม

1.6) การประเมินค่า หมายถึง การวินิจฉัยคุณค่าของบุคคลเรื่องราว วัสดุสิ่งของอย่างมีหลักเกณฑ์

2) ด้านความรู้สึก (Affective Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และพัฒนาการในด้านความสนใจ คุณค่าความซาบซึ้งเจตคติต่างๆ ของนักเรียน

3) ด้านการปฏิบัติการ (Psycho-Motor Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติและการดำเนินการ เช่น การทดลอง

จากการที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น สามารถวัดได้ทั้งด้านทักษะปฏิบัติโดยการใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติและการวัดทางด้านเนื้อหา โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสังคมศึกษา ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้าน

1) ด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) โดยวัดพฤติกรรมด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์และการประเมิน

2) ด้านความรู้สึก (Affective Domain) พฤติกรรมด้านนี้ เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการในด้านความสนใจ คุณค่าความซาบซึ้งเจตคติต่างๆ ของนักเรียน

3) ด้านการปฏิบัติการ (Psycho-Motor Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติ และการดำเนินการ

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2539: 3) ได้กล่าวไว้ว่าประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกระทำได้ 2 ลักษณะ คือ

1) การทดสอบแบบอิงกลุ่ม เป็นการทดสอบที่เกิดจากแนวความเชื่อในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งมีความสามารถในการกระทำ การเรียนรู้และการปฏิบัติในเรื่องต่างๆ ไม่เท่ากัน บางคนมีความสามารถในการกระทำ บางคนมีความสามารถด้อย คนส่วนใหญ่จะมีความสามารถ ปานกลาง ข้อสอบจะครอบคลุมเนื้อหาวิชาการที่สามารถจำแนกนักเรียนได้ การทดสอบแบบอิงกลุ่ม จะยึดคนส่วนใหญ่เป็นหลักในการเปรียบเทียบ ด้วยวิธีการพิจารณาคะแนนจากการทดสอบของบุคคลเทียบกับคนอื่น ในกลุ่มคะแนนจะมีความหมายก็ต่อเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับบุคคลที่สอบด้วยข้อสอบฉบับเดียวกัน การแปลความหมายของคะแนนในการสอบแบบนี้ จะทำให้ครูทราบว่านักเรียนแต่ละคนอยู่ในตำแหน่งใดของกลุ่มนั้นก็คือ คนที่มีความสามารถสูงจะได้คะแนนสูงคนที่มีความสามารถด้อยกว่าก็จะได้คะแนนลดหลั่นลงมาจนถึงคะแนนต่ำสุด คุณลักษณะ ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอิงกลุ่มมีดังนี้

คุณลักษณะสำคัญของการพัฒนาแบบสอบอิงกลุ่ม

การทดสอบแบบสอบอิงกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นแบบสอบมาตรฐานหรือแบบสอบที่ครูสร้างขึ้นก็ตามต่างก็มุ่งจะวัดคุณลักษณะของบุคคล (Attribute) ที่แตกต่างกันในกลุ่มเป็นสำคัญ ดังนั้น การพัฒนาแบบ สอบประเภทนี้จึงไม่เพียงแต่จะต้องมีคุณสมบัติในการวัดคุณลักษณะเฉพาะได้เท่านั้น ยังจำเป็นต้องมีคุณสมบัติในด้านของอำนาจจำแนกที่สูงพอ เพื่อจะช่วยบ่งชี้ถึงคุณลักษณะเฉพาะ ที่แตกต่างกัน ระหว่างบุคคลในกลุ่มได้อีกด้วย

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม

1.1) ขาดประสิทธิภาพในการวินิจฉัยจุดอ่อน ทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน และด้านการจัดกระบวนการเรียนการสอนของครู

1.2) การประเมินระดับความรู้ของผู้เรียนจากข้อสอบข้อเดียวที่จำกัด ไม่สามารถที่จะตรวจสอบพฤติกรรมซึ่งครอบคลุมจุดประสงค์ของการเรียนการสอนอันจะนำไปสู่ผลผลิตของการเรียนรู้ที่แท้จริงได้

1.3) การประเมินหลักสูตรก็เป็นแต่เพียงการตรวจสอบจากผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไปเท่านั้น ไม่สามารถวิเคราะห์ไปถึงจุดประสงค์ของหลักสูตรว่า ได้บรรลุผลตามที่ต้องการหรือไม่ เพียงใด

1.4) การประเมินจุดแข็งและจุดอ่อนของโปรแกรมการศึกษา ได้จำกัดอยู่เฉพาะผู้เรียนในกลุ่ม สถานศึกษาที่ใช้แบบสอบเท่านั้น ไม่สามารถอ้างอิงสภาพที่แท้จริงของโปรแกรมการศึกษานั้นว่ามีประสิทธิภาพเพียงใด

2) การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ เป็นการทดสอบที่ยึดความเชื่อเรื่องการเรียนเพื่อรอบรู้ซึ่งมุ่งส่งเสริมผู้เรียนทั้งหมดหรือผู้เรียนเกือบทั้งหมดให้ประสบความสำเร็จทางการเรียน มีการกำหนดเกณฑ์ไว้เป็นมาตรฐาน แบบทดสอบสร้างขึ้นจากเนื้อหาวิชา เพื่อประเมินความรู้และทักษะที่ได้เรียนมา แล้วนำผลการสอบวัดของนักเรียนแต่ละคนไปเทียบกับเกณฑ์คะแนนที่ตั้งไว้ เกณฑ์จะกำหนดตามจุดมุ่งหมายของการสอนในแต่ละบท หรือแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งอาจเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ก็ได้ การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีข้อดีดังนี้

- 2.1) ตัดสินว่าการเรียนรู้แบบใดที่ควรจะมีไว้ในการเรียน เพื่อวัดความสามารถขั้นรอบรู้
- 2.2) จำกัดข้อบ่งชี้ของเนื้อหาและทักษะ ที่ต้องการทดสอบ
- 2.3) กำหนดผลผลิตของการเรียนรู้ให้ชัดเจน
- 2.4) กำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการปฏิบัติ

สำหรับการเตรียมข้อคำถามในแบบสอบถามเชิงเกณฑนั้น ควรคำนึงถึงลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

- ก) คำถามควรวัดผลการเรียนรู้ที่สำคัญ ซึ่งจะเป็นตัวแทนของการเรียนรู้ในขอบข่ายที่อ้างถึง
- ข) คำถามควรวัดผลการเรียนรู้ในเชิงพฤติกรรมซึ่งสามารถวัดโดยตรง
- ค) ความยากง่ายของข้อคำถาม ควรขึ้นอยู่กับธรรมชาติของการเรียนรู้ว่าควรมีความยากง่ายเพียงใด

ง) คำถามควรวัดความรอบรู้ด้านความรู้หรือทักษะ

จ) คำถามควรวัดระดับความรอบรู้ ที่ผู้สอบน่าจะทำได้ถูกต้องทั้งหมดตามความสามารถ ที่คาดหวังไว้

บุญชม ศรีสะอาด (2543: 53) ได้กล่าวไว้ว่าประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนที่ใช้สำหรับตัดสินว่า ผู้เรียนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการวัดเพื่อให้ตรงตามจุดประสงค์ซึ่งเป็นหัวใจของข้อสอบประเภทนี้.

2) แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร สร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร สามารถจำแนกผู้เรียนตามความเก่งอ่อนได้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถวัดได้ทีแสดงสถานภาพความสามารถของบุคคล เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

3. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กรมวิชาการ (2544: 56) กล่าวว่า การวัดผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เน้นความสามารถและคุณลักษณะที่แท้จริงของนักเรียนจะต้องใช้วิธีการ และเครื่องมือที่หลากหลาย เช่น

1) การทดสอบ เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบความรู้ ความคิด ความก้าวหน้าในสาระการเรียนรู้ มีเครื่องมือวัดหลายแบบ เช่น แบบทดสอบเลือกตอบ แบบเติมคำสั้นๆ แบบถูกผิดแบบจับคู่ เป็นต้น

2) การสังเกต เป็นการประเมินพฤติกรรม มีการปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน เช่น ความสัมพันธ์ ในการทำงานกลุ่ม การวางแผน ความอดทน วิธีการแก้ปัญหา การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ในระหว่าง การเรียนการสอนและการทำกิจกรรมต่างๆ โดยผู้สอนสามารถสังเกตได้ตลอดเวลาซึ่งจะบันทึกข้อมูล ลงในแบบสังเกตที่สร้างขึ้น

3) การสัมภาษณ์ เป็นการสนทนาซักถามพูดคุย เพื่อค้นหาข้อมูลที่ไม่อาจพบเห็นได้อย่างชัดเจนในสิ่งที่นักเรียนประพฤติปฏิบัติ

4) การประเมินภาคปฏิบัติ เป็นการประเมินการกระทำ การปฏิบัติงานในการสร้างผลงาน ให้สำเร็จ โดยผู้สอนต้องจัดทำประเด็นการประเมิน และเครื่องมือเพื่อประกอบการประเมินด้วย เช่น Scoring Rating Scale หรือ Checklist เป็นต้น

5) การประเมินแฟ้มสะสมผลงาน เป็นการประเมินความสามารถในการผลิตผลงาน การบูรณาการ ความรู้ รวบรวมผลงาน การคัดเลือกผลงานและศักยภาพในการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2551: 55) ได้กล่าวว่า การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนต้องอยู่บนหลักพื้นฐาน สอง ประการ คือ การประเมินเพื่อพัฒนานักเรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น นักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทุกระดับไม่ว่าจะเป็นระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพนักเรียนโดยใช้ผลการเรียนประเมินเป็นข้อมูลและสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้าและความสำเร็จทางการเรียนของนักเรียน ส่งเสริม ให้นักเรียนเกิดการพัฒนา และเรียนอย่างเต็มตามศักยภาพ

ดังนั้นมิติใหม่ของการจัดการเรียนการสอน จึงควรพัฒนาให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะกระบวนการ คิดที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับปรนอม เดชชัย (2521: 78-79) ที่กล่าวว่า ทักษะที่ควรได้รับการฝึกฝนที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ต้องแสวงหาวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบต่างๆ ให้เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา ความสามารถ และความสนใจของนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่านิยมที่ถูกต้อง สามารถนำความรู้ ไปปรับใช้กับการดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข

4. หลักการสร้างข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วารี ว่องพินัยรัตน์ (2530: 10) กล่าวว่า เมื่อครูทำการสอนนักเรียนจบ จำเป็นต้องมีเครื่องมือ ที่มีความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงในการประเมินผลการเรียนการสอนนั้น ข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นเครื่องมือในการประเมินการเรียนการสอนอย่างหนึ่ง ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบที่ดี จะต้องมีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1) ก่อนจะลงมือสร้างแบบทดสอบ จะต้องทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร (A Table of Specification) ตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นตารางที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชา ช่วยให้ครูทราบว่าต้องสร้างแบบทดสอบวัดเนื้อหาหรือพฤติกรรมอย่างละเท่าไร เพราะแต่ละเนื้อหา แต่ละพฤติกรรมมีความสำคัญต่างกัน ตารางวิเคราะห์หลักสูตร จึงควรเตรียมไว้ก่อนเริ่มสอบ และเมื่อสร้างเสร็จแล้ว ควรนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างแบบสอบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2) แบบทดสอบทั้งฉบับจะต้องประกอบด้วยข้อคำถามหลายๆ ข้อ และหลายรวบรวมทั้งนี้ เพราะธรรมชาติของเนื้อหาวิชาบางตอน อาจจะเหมาะกับรูปแบบหนึ่งโดยเฉพาะ แล้วรวบรวมแบบทดสอบให้เป็นหมวดหมู่ตามประเภทของแบบทดสอบ เช่น แบบเติมคำ แบบถูกผิด หรือแบบหลายตัวเลือก เป็นต้น

3) เขียนคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบแต่ละประเภทให้รัดกุมชัดเจน เพื่อให้ นักเรียนทราบ ว่า แต่ละแบบทดสอบต้องทำอะไร

4) ควรให้ข้อคำถามแต่ละข้อจบในในหน้าเดียวกัน ไม่ควรมีคำถามอยู่หน้าหนึ่ง คำตอบอยู่อีกหน้าหนึ่ง

5) สร้างแบบทดสอบทันทีภายหลังที่สิ้นสุดการสอน เพื่อให้แบบทดสอบวัดได้ตรงตามเนื้อหามากยิ่งขึ้น

6) ควรสร้างแบบทดสอบให้มีความยากพอเหมาะ ทั้งนี้เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพ และ เพื่อให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูงสุด

7) ควรสร้างแบบทดสอบให้มีจำนวนมากกว่าที่ต้องการในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ประมาณร้อยละ 25-50 เพราะภายหลังจากการตรวจทาน หรือการวิเคราะห์แบบทดสอบแล้วอาจมีการตัดข้อคำถามบาง ข้อที่ใช้ไม่ได้ออกไป

8) หลังจากการสร้างข้อทดสอบเสร็จแล้วควรตรวจทานแก้ไขขั้นสุดท้าย โดยพิจารณา
สิ่งต่อไปนี้

8.1) แบบทดสอบจะต้องวัดพฤติกรรมและเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

8.2) แบบทดสอบจะต้องมีคำถามที่เป็นข้อเท็จจริงที่ถูกต้องและมีตัวเลือกที่ถูกต้องเพียง

ตัวเดียว

8.3) ข้อคำถามทุกข้อต้องมีความอิสระจากกัน

8.4) ข้อคำถามจะต้องเขียนให้ถูกหลักภาษา

8.5) ข้อคำถามในแต่ละข้อต้องชัดเจน วัตถุประสงค์เข้าใจง่าย

8.6) ถ้าเป็นแบบทดสอบแบบหลายตัวเลือกต้องพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้

8.6.1) คำถามต้องเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์

8.6.2) คำตอบที่ถูกต้องมีเพียงตัวเดียว

8.6.3) ตัวลวงต้องเป็นคำตอบผิดจริง ๆ

8.9.4) ตัวเลือกทุกตัวมีลักษณะเป็นเอกพจน์จากกัน

9) ควรให้เพื่อนครูด้วยการอ่าน และตรวจทางอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบด้านภาษาและป้องกัน การ
แปลความหมายที่คลาดเคลื่อน

10) นำแบบทดสอบที่เสร็จสมบูรณ์ไปทดสอบกับนักเรียน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า แบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัดผลการเรียนรู้ศึกษาที่สามารถวัด
คุณลักษณะและความสามารถต่างๆ ของผู้เรียน การเขียนข้อคำถามให้ดีขึ้น จะต้องอาศัยองค์ประกอบ
หลายประการ โดยเริ่มตั้งแต่การวางแผนจนกระทั่งได้ทดสอบ โดยผู้สอนควรมีความชำนาญในเนื้อหา
และมีความรอบคอบขณะสร้างแบบทดสอบอย่างยิ่ง เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งหมายถึง ผลการ
เรียนรู้ของนักเรียนครอบคลุมพฤติกรรมทั้ง 6 ด้านได้แก่ 1) ด้านความรู้ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้
4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ 6) การประมาณค่า ซึ่งวัดจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนเรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียแบบปรนัย 4 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความตระหนัก

1. ความหมายของความตระหนัก

บลูม (Bloom. 1971: 273) กล่าวว่า ความตระหนัก เป็นขั้นต่ำสุดของอารมณ์และความรู้สึก ความตระหนักเกือบคล้ายความรู้สึกตรงที่ไม่เน้นลักษณะของสิ่งเร้า และไม่เน้นปรากฏการณ์ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความตระหนักจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีสิ่งเร้า

กู๊ด (Good. 1973: 54) กล่าวว่า ความตระหนักหมายถึง การกระทำที่แสดงว่า จำได้ การรับรู้ หรือมีความรู้ ซึ่งความตระหนักมีความหมายเหมือนกับคำว่าสำนึก (Consciousness)

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523: 133) ให้ความหมายของ “ความตระหนัก” ว่าความตระหนักเป็นพฤติกรรมด้านต่ำสุดของทางความรู้ (Cognitive Domain) แต่ความตระหนักนั้นไม่ได้เกี่ยวกับความจำ หรือความระลึกได้ ความตระหนัก หมายถึง ความสามารถนึกคิดความรู้สึกที่เกิดขึ้นในสภาวะของจิตใจ

โวลแมน (สุชาติ ศิริรัตน์. 2540: 13; อ้างอิงจาก Wolman. 1973: 38) กล่าวว่า ความตระหนักว่า หมายถึง ภาวะการณ์ที่บุคคลเข้าใจหรือสำนึกบางสิ่งบางอย่างของเหตุการณ์ประสบการณ์หรือวัตถุสิ่งของได้

ราชบัณฑิตยสถาน (2542: 428) ได้ให้ความหมายของความตระหนัก (กิริยา) ว่า รู้ ประจักษ์ชัด รู้แจ้ง

แครทโฮลต์ และคนอื่นๆ (จันทน์ เกียรติโพธา. 2542: 10; อ้างอิงจาก Krathwahi; other. n.d.) กล่าวถึงความตระหนักไว้ว่า ความตระหนักจะเหมือนพฤติกรรมด้านความจำ เป็นความรู้สึกรับผิดชอบของบุคคล ที่สำนึกสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เขาอยู่ และความ ตระหนักที่เกิดขึ้นนั้นเกิดได้ตั้งแต่ความตระหนักอย่างผิวเผินจนถึงความถนัดอย่างลึกซึ้ง

มยุรี บุญเยี่ยม (2545: 60) กล่าวว่า ความตระหนัก หมายถึง การที่บุคคลแสดงถึงการรับรู้ การคิดได้ และการแสดงซึ่งความรับผิดชอบเมื่อเผชิญกับปัญหาเหตุการณ์หรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง

อนุสรณ์ กาลดิษฐ์ (2548: 51) กล่าวว่า ความตระหนัก หมายถึง ความสำนึกซึ่งบุคคลเคยมี การรับรู้หรือเคยมีความรู้มาก่อนเมื่อสิ่งเร้ามากระตุ้นจึงเกิดความรู้สึกหรือความตระหนักขึ้น ความตระหนักมีความหมายเหมือนกับคำว่าความสำนึก เป็นสภาวะจิตใจที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกความคิด ความปรารถนาต่างๆ อันเกิดจากความรู้และความสำนึกต่างๆ มาแล้วโดยมีการประเมินค่าและตระหนักถึงความสำคัญของตนเองที่มีต่อสิ่งนั้น

รัชนก ทุมชาติ (2551: 20) กล่าวว่า ความตระหนัก หมายถึง ความสำนึกการรับรู้คิดได้ เข้าใจอย่างแจ่มแจ้งและความรู้นั้นมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม

กรรณา วัชรธำรงกุล (2552: 25-26) กล่าวว่า ความตระหนัก หมายถึง ความ สำนึกซึ่งบุคคล มีการรับรู้หรือเคยมีความรู้มาก่อนโดยมีสิ่งเร้ามากระตุ้นจะทำให้เกิดความสำนึกขึ้น หรือเกิด ความตระหนักขึ้น ความตระหนักจึงเป็นภาวะทางจิตใจที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกรู้สึก ความคิด และความปรารถนา ต่างๆ อันเกิดจากการรับรู้และความสำนึกซึ่งเป็นภาวะที่บุคคลได้รับรู้ หรือได้รับ ประสบการณ์ต่างๆ มาแล้วโดยมีการประเมินค่าและตระหนักถึงคุณค่าของสิ่งที่ตนมีต่อสิ่งนั้นๆ ความตระหนักจึงเป็น การตื่นตัวทางจิตใจต่อเหตุการณ์หรือสถานการณ์นั้นๆ ซึ่งหมายความว่าระยะเวลาหรือประสบการณ์ และสภาพแวดล้อมจะทำให้เกิดการรับรู้ขึ้นและนำไปสู่การเกิดความคิด รวบรวมการเรียนรู้และความ ตระหนักตามลำดับ

ภัทรรัตน์ แสงเดือน (2553: 61) ได้ให้ความหมายว่า ความตระหนัก หมายถึง การกระทำ หรือ การแสดงออกที่เกิดจากความสำนึกของบุคคล เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นในสภาวะของจิตที่เกี่ยวข้อง กับ ความรู้สึก ความคิด และความปรารถนาต่างๆ สามารถประเมินค่าความสำคัญในสิ่งที่ตนเองมีอยู่ได้ ซึ่งประสบการณ์ สภาพแวดล้อม ถือว่าเป็นสิ่งเร้าภายนอกที่จะทำให้บุคคลเกิดความตระหนัก

จากการศึกษาเอกสารความหมายของความตระหนัก สรุปได้ว่า ความตระหนักเป็นความ สำนึก เมื่อได้รับการกระตุ้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ซาบซึ้งจึงสามารถทำให้เกิดความสำนึกได้และ พฤติกรรมจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตระหนัก

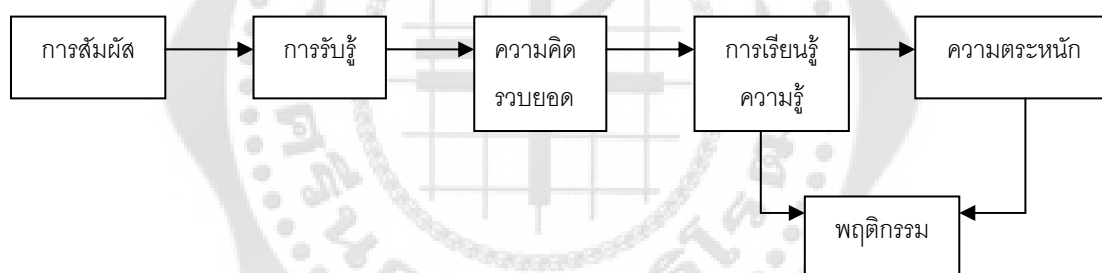
บัณฑิต จุฬาศัย (2528: 77-80) ปัจจัยหรือสิ่งที่มีอิทธิพลต่อความตระหนัก สามารถแบ่ง ออกเป็นใหญ่ คือลักษณะของสิ่งเร้า และลักษณะของบุคคลที่รับรู้

1) ลักษณะของสิ่งเร้าหรือคุณสมบัติของสิ่งเร้าจะเป็นปัจจัยภายนอกที่ทำให้บุคคลเกิด ความสนใจที่จะรับรู้ อันนำไปสู่ความตระหนักต่อไป

2) ลักษณะของบุคคลที่รับรู้ หมายถึง การที่บุคคลจะเกิดความตระหนักต่อปรากฏการณ์ อย่างใดอย่างหนึ่งมากน้อยแค่ไหนย่อมจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านกายภาพ ได้แก่ สมรรถภาพของ อวัยวะรับสัมผัส หู ตา จมูก ปาก และปัจจัยทางจิตวิทยา อันได้แก่ ความรู้เดิมการสังเกตพิจารณา

ความสนใจ ความตั้งใจ ความพร้อมที่จะรับรู้ การเพิ่มคุณค่า ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะมีอิทธิพลทำให้บุคคลเกิดความตระหนักแตกต่างกัน ความตระหนักเป็นผลมาจากกระบวนการทางปัญญา กล่าวคือ เมื่อบุคคลได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าหรือรับสัมผัสจากสิ่งเร้าแล้ว จะเกิดการรับรู้ขึ้น เมื่อเกิดการรับรู้แล้วต่อไปจะนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งเร้า นั่นคือเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งเร้า นั้น และนำไปสู่การเรียนรู้ในขั้นต่อไป คือมีความรู้ในสิ่งนั้น และเกิดความรู้แล้ว ก็จะมีผลไปสู่ความตระหนักในที่สุด และทั้งความรู้และความตระหนักก็นำไปสู่การกระทำหรือการแสดงพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า นั้นๆ และในการสะสมความรู้จนเกิดความตระหนัก

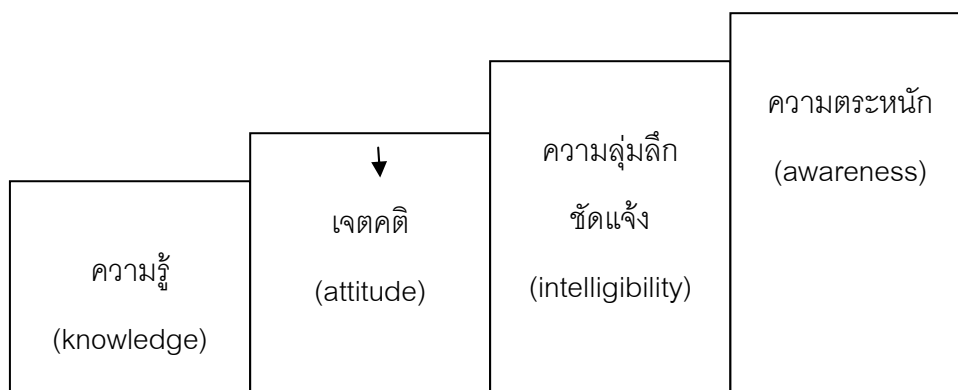
สรุปได้ว่า ความตระหนักเป็นความสำนึก การรับรู้ คิดได้ เข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง และความรู้นั้นมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม ดังนั้นความตระหนักจะเกิดขึ้นได้เมื่อ มีความรู้ และความรู้จะต้องได้มาจากการสัมผัสจากสิ่งเร้า เมื่อเกิดการรับรู้ (Perceptions) จะนำไปสู่การเกิดความคิดรวบยอด การเรียนรู้ และ ความตระหนัก ตามลำดับ



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนและกระบวนการเกิดความตระหนัก

ที่มา: Good. (1973: 54).

จากภาพประกอบ 2 แสดงว่า ความตระหนักเป็นผลของกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) กล่าวคือ เมื่อบุคคลได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าหรือรับสัมผัสจากสิ่งเร้าแล้วจะเกิดการรับรู้ขึ้น เมื่อเกิดการรับรู้แล้ว ต่อไปก็จะเกิดการนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งเร้า นั่นคือเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งเร้า นั้น และนำไปสู่การเรียนรู้ในขั้นต่อไป คือ มีความรู้ในสิ่งนั้น และเมื่อบุคคลเกิดความรู้แล้ว ก็จะมีผลไปสู่ความตระหนักในที่สุด และทั้งความรู้และความตระหนักก็จะนำไปสู่การกระทำหรือพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิดเป็น ความตระหนักใน
สิ่งแวดล้อมที่เด่นชัด

ที่มา: กิตติภูมิ มีประดิษฐ์. (2537: 40).

จากภาพประกอบ 3 แสดงขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิด
เป็นความตระหนักในสิ่งแวดล้อม ซึ่งในการสร้างความตระหนักนั้นจะต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ (Knowledge)
ทางสิ่งแวดล้อมอย่างถูกต้องตามหลักการ เมื่อเกิดความรู้แล้วจะต้องมีการสร้างเจตคติ (Attitude) ทาง
สิ่งแวดล้อมที่ถูกต้อง และต้องมีความรู้อย่างถ่องแท้ รู้ว่าสิ่งใดถูก สิ่งใดผิด สิ่งใดดี ไม่ดี จึงจะนำไปสู่ขั้น
ความลุ่มลึกชัดแจ้ง (Intelligibility) แล้วจึงจะเกิดความตระหนักในที่สุด

ความตระหนัก (Awareness) เป็นพฤติกรรมทางด้านอารมณ์หรือความรู้สึก (Affective Domain) ซึ่งคล้ายกับความรู้ (Known Ledge) ซึ่งเป็นพฤติกรรมขั้นต่ำสุดของความรู้ ความคิด (Cognitive Domain) ปัจจัยด้านความรู้สึกหรืออารมณ์นั้น จะมีความสัมพันธ์กับปัจจัยด้านความรู้ ความคิดเสมอ (ประสาท อิศรปริดา. 2523: 177) ดังที่กล่าวมาแล้วว่าความรู้เป็นสิ่งที่เกิดจาก ข้อเท็จจริง การสัมผัส และการใช้จิตไตร่ตรองแล้ว จึงเกิดสำนึกต่อปรากฏการณ์ หรือสถานการณ์นั้นๆ และในเรื่องของความตระหนักนี้ จะไม่เกี่ยวข้องกับความรู้หรือการระลึกมากนัก เพียงแต่รู้สึกว่ามี สิ่งนั้นอยู่ (Conscious of Something) จำแนกและรับรู้ในการประเมินเข้าร่วมด้วย และยังไม่สามารถ แข่งออกมาว่าลักษณะอย่างไร หรืออาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าความรู้หรือการศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญที่มี ผลต่อความตระหนักนั่นเอง

ทงศักดิ์ ประสภกิตติคุณ (2534: 22-23) กล่าวว่า เนื่องจากความตระหนักรู้ของแต่ละบุคคล ขึ้นอยู่กับการรับรู้ของแต่ละบุคคล ดังนั้น ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้จึงมีผลต่อความตระหนักรู้ด้วยเช่นกัน ซึ่งได้แก่

- 1) ประสบการณ์ที่มีต่อการรับรู้
- 2) ความเคยชินต่อสภาพแวดล้อม ถ้าบุคคลใดที่มีความเคยชินต่อสภาพแวดล้อมนั้น ก็จะทำให้บุคคลนั้นไม่ตระหนักรู้ต่อสิ่งที่เกิดขึ้น
- 3) ความใส่ใจและการเห็นคุณค่า ถ้ามนุษย์มีความใส่ใจเรื่องใดมากก็就会有ความตระหนัก รู้ในเรื่องนั้นมาก
- 4) ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้านั้นสามารถทำให้ผู้พบเห็นเกิดความสนใจยอมทำให้ผู้พบเห็นเกิดการรับรู้และความตระหนักรู้ขึ้น
- 5) ระยะเวลาและความถี่ในการรับรู้ ถ้ามนุษย์ได้รับการรับรู้บ่อยครั้งเท่าใดหรือนานเท่าไร ก็ยิ่งทำให้มีโอกาสเกิดความตระหนักรู้ได้มากขึ้นเท่านั้น

สรุปได้ว่า ความตระหนักเป็นการสร้างและพัฒนาความรู้สึกที่มีผลต่อการกระทำและพฤติกรรม

3. การวัดความตระหนัก

วันพร ผลาวัลย์ (2528: 33-34) กล่าวว่าความตระหนัก (Awareness) เป็นการแสดงพฤติกรรมที่ละเอียดอ่อนเกี่ยวกับด้านความรู้สึกและอารมณ์ดังนั้นเครื่องมือที่จะนำมาว่าจะต้องมีหลักการและวิธีการทดลองจนเทคนิคเฉพาะเพื่อจะได้ผลออกมาเที่ยงตรงและเชื่อถือได้มีผู้เสนอเครื่องมือที่ใช้วัดความตระหนักหลายประเภทดังนี้ คือ

1. วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) อาจเป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างอย่างแน่นอน (Structured Item) คือมีการสร้างคำถามและมีคำตอบให้เลือกเหมือนกัน หรือแบบสอบถามชนิดที่เลือกตอบ เป็นต้น ส่วนอีกชนิดหนึ่งเป็นแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructure Item) เป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีไว้แค่ข้อใหญ่ๆ ให้ผู้ตอบมีเสรีภาพในการตอบมากๆ และคำตอบก็เป็นไปตามโอกาสจะอำนวยให้
2. แบบสอบถาม (Questionnaire) แบบสอบถามอาจเป็นชนิดปลายปิดหรือปลายเปิดหรืออาจผสมกันทั้งสองแบบก็ได้

3. แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) เป็นเครื่องมือวัดชนิดที่ให้ตรวจสอบว่าเห็นด้วย ไม่เห็นด้วยหรือมีไม่มีสิ่งที่กำหนดในรายการนำอยู่ในรูปของการทำเครื่องหมายตอบหรือเลือกว่าใช่ไม่ใช่ก็ได้

4. มาตรวัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale) เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการใช้วัดอารมณ์และความรู้สึกที่มีความเข้มเข้มน้อยเพียงใด

การใช้ความหมายทางภาษา (Semantic Differential Technique) เป็นเครื่องมือวัดชนิดหนึ่งที่สามารถวัดเกี่ยวกับการประเมินค่า (Evaluation) ศักยภาพและที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม (Activity) เป็นเทคนิคการวัดเกี่ยวกับความตระหนัก เป็นเครื่องมือวัดได้ครอบคลุมมากชนิดหนึ่ง ประกอบด้วย เรื่องซึ่งถือว่าเป็นสิ่งกับและจะมีคุณศัพท์ที่ตรงข้ามกันเป็นคู่ๆ แต่ละคู่จะมีขั้ว ช่องจะห่างระหว่างสองคันนี้บ่งบอกด้วยตัวเลข ถ้าใกล้ข้างใดมากก็จะมีคุณลักษณะตามคุณลักษณะ ตามคุณลักษณะ ของขั้วนั้นมาก บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2553: 10) กล่าวว่าคุณรู้หรือความตระหนักเป็นความรู้สึกไวต่อปรากฏการณ์ หรือสิ่งเร้าบางอย่าง ซึ่งแสดงออกถึงความตั้งใจหรือความสนใจ ดังนั้นการประเมิน จึงต้องมีหลักเกณฑ์ หรือสิ่งเร้าบางอย่าง ซึ่งแสดงออกถึงความตั้งใจหรือความสนใจ ดังนั้นการประเมิน มีหลักเกณฑ์ เทคนิค ใช้วิธีการ ดังนี้

1) การสังเกต เป็นการใช้ประสามสัมผัสทั้งห้าได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง ศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยการเฝ้าดูการกระทำของเขาซึ่งแสดงออกในสถานการณ์ต่างๆ และในกิจกรรมต่างๆ

2) การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการสองทาง มีการสนทนาระหว่างผู้มีข้อมูลกับผู้ต้องการทราบข้อมูล เป็นการถามตอบกับ หากมีข้อสงสัยหรือคำถามใดไม่เข้าใจหรือเข้าใจไม่ชัดเจนก็ถามซ้ำและ ทำความเข้าใจได้ทันที เป็นการสร้างความมั่นใจให้ทั้งผู้ตอบและผู้ทำวิจัย

3) การใช้แบบสอบถาม แบบสอบถามเป็นชุดของคำถามที่จัดเรียงไว้ อย่างเป็นระเบียบเป็นระบบสำหรับส่งให้กลุ่มตัวอย่างอ่านและตอบคำถามด้วยตนเอง แบบสอบถามจะถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงกับความเห็นของผู้ตอบ ซึ่งคำถามอาจเป็นคำถามชนิดปลายเปิดหรือปลายปิดก็ได้ หรืออาจจะผสมกันทั้งสองแบบ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสีย

1. ความหมายของน้ำเสีย

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม (2545: ออนไลน์) กล่าวว่าน้ำเสีย หมายถึง น้ำ ที่มีสารใดๆ หรือสิ่งปนเปื้อนที่ไม่พึงปรารถนาเจือปนอยู่ การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกเหล่านี้ จะทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไป จนอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ สิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ น้ำมัน ไขมันผงซักฟอก สบู่ ยาฆ่าแมลง รวมทั้งสารอินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเหม็นและเชื้อโรคต่าง ๆ

สำหรับแหล่งที่มาของ น้ำเสียแบ่งได้เป็น 2 แหล่ง ดังนี้

1) น้ำเสียจากแหล่งชุมชน มาจาก อาคารบ้านเรือน หมู่บ้านจัดสรร คอนโดมิเนียม โรงแรม ตลาดสด โรงพยาบาล เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าความเน่าเสียของคุณคลองเกิดจากน้ำเสียประเภทนี้ถึงประมาณร้อยละ 75

2) น้ำเสียจากกิจกรรมอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียจากขบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งน้ำหล่อเย็นที่มี ความร้อนสูงและน้ำเสียจากห้องน้ำ ห้องส้วมของคนงาน ด้วยความเน่าเสียของคุณคลองเกิดจากน้ำเสียประเภทนี้ประมาณร้อยละ 25 แม้จะมีปริมาณไม่มากนัก แต่สิ่งสกปรกในน้ำเสียจะเป็นพวกสารเคมีที่เป็นพิษและพวกโลหะหนักต่าง ๆ รวมทั้งพวก สารอินทรีย์ต่างๆ ที่มีความเข้มข้นสูง

ปริมาณน้ำเสียที่มาจากทั้งสองแหล่งนี้ ถูกบริหารจัดการอย่างไม่เป็นระบบ มีการปนเปื้อนของน้ำเสียจากทั้งสองแหล่ง ลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ สร้างปัญหาต่างๆ ให้เกิดขึ้นมากมาย อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ ชุมชนและสังคม เป็นอย่างยิ่ง

ภาสินี เปี่ยมพงศ์สานต์ (2548: 235-236) กล่าวว่า น้ำเสีย ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลว รวมทั้ง มวลสารที่ปะปนและปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น น้ำเสียอาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

- 1) น้ำเสียจากชุมชน ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของประชาชนที่อาศัยในชุมชน
- 2) น้ำเสียจากอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรมตั้งแต่ ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การล้างวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องจักรกล ตลอดจนการทำความสะอาดในโรงงาน

3) น้ำเสียจากเกษตรกรรม ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร ซึ่งควบคุมถึงการเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์

4) น้ำเสียจากแหล่งกำเนิดอื่นๆ ได้แก่ น้ำฝน และน้ำที่ไหลผ่านและชะล้างความสกปรกต่างๆ

ขนิษฐา มั่นคง (2553: ออนไลน์) ได้กล่าวว่า น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีการปนเปื้อนสิ่งสกปรกในปริมาณสูง จนกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการและเป็นที่น่ารังเกียจของคนทั่วไปที่พบเห็น สิ่งเจือปนที่ทำให้น้ำกลายเป็นน้ำเสีย ได้แก่ สารอินทรีย์ต่างๆ กรด ด่าง ของแข็งหรือสารแขวนลอย และสิ่งที่ย่อยปนอยู่ในน้ำ เช่น น้ำมัน ไขมัน เกลือและแร่ธาตุ ที่เป็นพิษ เช่น โลหะหนัก สารที่ทำให้เกิดฟอง ความร้อน สารพิษเช่น ยาฆ่าแมลง สี กลิ่น เป็นต้น

น้ำเสียตาม พ.ร.บ ส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติปี 2535 (2535:103) หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลว รวมทั้งมวลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น ลักษณะของน้ำเสียแบ่งออกได้ 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ

1) ลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพ เช่น

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำและสามารถไหลผ่านกระดาษกรองใยแก้ว แล้วนำน้ำไปที่กรองได้ ไประเหยจนแห้ง แล้วจึงนำไปอบของแข็งแขวนลอย หมายถึงปริมาณของแข็งแขวนลอยที่เหลือค้างบนกระดาษกรองใยแก้ว

ความขุ่น หมายถึง สมบัติทางแสงของสารแขวนลอยซึ่งทำให้แสงกระจาย และดูดกลืนมากกว่าที่จะอมให้แสงผ่านเป็นเส้นตรง ความขุ่นของน้ำเกิดการมีสารแขวนลอยต่างๆ เช่น ดิน ดินตะกอนแขวนลอยอยู่ในน้ำมาก

2) ลักษณะของน้ำเสียทางเคมี คือการพิจารณาคุณภาพน้ำจาก

2.1) ออกซิเจนละลาย การหาดีไอ (DO) หรือออกซิเจนละลาย สามารถทำได้ทั้งวิธีทางเคมี และใช้เครื่องวัดโดยตรง

2.2) บีโอดี (BOD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย

2.3) ซีโอดี (COD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการใช้เพื่อออกซิเดชันสารอินทรีย์ในน้ำ ด้วยสารเคมีซึ่งมีอำนาจในการออกซิไดส์สูงในสารละลายที่เป็นกรด ให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ค่าซีโอดีมีความสำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง การควบคุมระบบบำบัดน้ำทั้ง การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย ค่า COD นี้มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร

2.4) ค่าความกรด-ด่าง (pH) มีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพน้ำและน้ำเสียควบคุมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เพื่อไม่ให้เกิดการก่อกำเนิดของท่อ เพื่อใช้ในการควบคุมสารเคมีที่ใช้บำบัดน้ำเสียให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปน้ำมีค่า pH อยู่ในช่วง 5-8 ค่า pH เป็นค่าที่แสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจนในน้ำ

2.5) ไนโตรเจน เป็นธาตุที่มีความสำคัญในการสังเคราะห์โปรตีน ทำให้พืชน้ำมีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว

2.6) สารโลหะหนักชนิดต่างๆขึ้นอยู่กับชนิดของอุตสาหกรรม สารโลหะหนักยอมให้มีได้ในน้ำในปริมาณที่น้อยมากเนื่องจากบางตัวให้ความเป็นพิษสูง แต่บางชนิดหากที่ปริมาณไม่มากนักจะมีผลดีต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

3. ลักษณะของเสียทางชีวภาพ เช่น

3.1) แบคทีเรีย คือ จุลินทรีย์เซลล์เดียว มีขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เป็นผู้ย่อยสลายในแหล่งน้ำ

3.2) รา เป็นจุลินทรีย์ที่มีหลายเซลล์ ไม่มีคลอโรพิลล์ ามีความสำคัญในการย่อยสลายพวกคาร์บอนที่มีค่า pH ต่ำ ามีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียบางระบบการตรวจสอบความเน่าเสียของน้ำ วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ นิยมหาได้ 2 แบบคือ

3.2.1) หาปริมาณออกซิเจนที่ใช้ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ทั้งจุลินทรีย์ย่อยสลายได้และไม่ได้ วิธีนี้เป็นวิธีทางเคมี

3.2.2) หาปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆในน้ำเสีย วิธีนี้ถือว่าเป็นวิธีทางชีววิทยา

3.2.3) หาปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำ

3.2.4) วัดความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ

พินิติ รัตนากุล (2544: 65 - 67) กล่าวว่า ลักษณะของน้ำเสียมี 3 ลักษณะ คือ

1) ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ จะประกอบไปด้วยของแข็งทั้งหมด กลิ่น อุณหภูมิ สี และความขุ่น ซึ่งใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำเสียทางกายภาพได้ ปริมาณของแข็งทั้งหมดประกอบด้วย

1.1) ปริมาณของแข็งที่แขวนลอย (TSS.Total Suspended Solids) และปริมาณ ของแข็งละลายน้ำ (TDS.Total Dissolved Solids) ค่าปริมาณของแข็งจะเป็นตัวบ่งชี้ความสกปรกและ ความหนาแน่นของน้ำเสียได้ และยังสามารถบอกถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดพาเสียต่างๆ ที่ เลือก ใช้ในการบำบัดได้

1.2) กลิ่นส่วนมากจะมาจากแก๊สที่เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เช่น แก๊สไข่เน่า เกิดจากจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจน โดยทำการเปลี่ยนสภาพของซัลเฟต ไปเป็นซัลไฟด์ การกำจัดกลิ่นในน้ำเสีย อาจใช้สารเคมีที่สามารถออกซิไดซ์สารที่ทำให้เกิดกลิ่นได้ เช่น คลอรีน หรือผงถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon)

1.3) อุณหภูมิของน้ำ เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติจะมีผลทำให้ปฏิกิริยาชีวเคมีของพวกจุลินทรีย์สูงขึ้นไปด้วย ทำให้ปริมาณออกซิเจน ในน้ำถูกใช้เพิ่มมากขึ้น และทำให้มีการเจริญเติบโตของพืชที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำมีมากกว่าปกติ นอกจากนี้ยังมีผลให้การละลายของออกซิเจนในน้ำลดลง เนื่องจากสภาพอิ่มตัวของออกซิเจนลดลงเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น

1.4) สีของน้ำเสียเป็นปัญหาเนื่องจากโรงงานหลายแห่งเช่น โรงงานทอผ้า โรงงานสีย้อม และอื่นๆ ปล่อยน้ำเสียออกมาทำให้เกิดผลเสียคือจะเป็นตัวกันขวางแสงแดดไม่ให้ส่งลงไปได้น้ำทำให้แหล่งน้ำมีสีไม่น่าดูเนื่องจากสามารถมองเห็นสีของน้ำด้วยตาเปล่า

1.5) ความขุ่นเกิดจากการมีสารแขวนลอยที่ลอยอยู่ในน้ำ จะกลั่นหรือขวางแสงแดดไม่ให้ส่งลงได้น้ำได้มากถึงร้อยละ 50 เช่นเดียวกับสี น้ำที่มีความขุ่นมากจะทำให้ยากต่อการกรองน้ำ

2) ลักษณะน้ำเสียทางเคมีจะประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์น้ำเสียที่มาจากบ้านเรือน จะประกอบด้วยร้อยละ 50 ของสารอินทรีย์และร้อยละ 50 ของสารอนินทรีย์

2.1) สารอนินทรีย์ส่วนประกอบที่สำคัญของอินทรีย์ในน้ำเสีย คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันและน้ำมันและปริมาณเล็กน้อยของผงซักฟอกสารประกอบฟีนอลและยาปราบศัตรูพืช

2.2) สารอนินทรีย์ได้แก่ คลอไรด์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ โลหะหนัก แก๊ส และสภาพความเป็นกรด-เบส ของน้ำเสีย เป็นต้น

2.3) ลักษณะน้ำเสียทางชีววิทยา ประกอบด้วยจุลินทรีย์มากมายหลายชนิดเจริญอยู่ จุลินทรีย์ที่พบในน้ำเสียทั่วไป ได้แก่ แบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ โปรโตซัว โรทีเฟอร์ และไวรัส เป็นต้น

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์กับน้ำ

1. ความหมายของจุลินทรีย์

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ (2552: 45) กล่าวว่า จุลินทรีย์ คือ สิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่มองด้วย ตาเปล่า ไม่เห็นจนกว่ามันจะเกาะกลุ่มกัน จุลินทรีย์มีอยู่ในธรรมชาติ ทั้งในน้ำ ในอากาศและในดิน มีทั้งที่เป็นอันตรายต่อการทำให้เกิดโรคกับพืช มนุษย์ สัตว์และที่เป็นประโยชน์ในการสร้างสารปฏิชีวนะ ทาง การแพทย์ บทบาทตามธรรมชาติของจุลินทรีย์ คือ ผู้ย่อยสลาย โดยจุลินทรีย์จะเป็นตัวการทำให้ทุก อย่างที่มาจากพืชและสัตว์เน่าเปื่อย ผุพัง แหลักเลเยียดจนไม่เหลือซาก กลายเป็นดินที่ยังคงมีธาตุ อาหารซึ่งเคยมีอยู่ก่อนการย่อยสลาย ธาตุอาหารนี้จะละลายน้ำได้และรากพืชจะดูดกลับไปเลี้ยงต้นไม้ ให้เจริญเติบโตออกงามอีกครั้ง

วันเชิญ โพธาเจริญ (2552: 22) กล่าวว่า จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็น ได้ด้วยตาเปล่า มีทั้งพวกที่เป็นเซลล์เดียวและหลายเซลล์ พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมทั้งในดิน น้ำ อากาศ ท้องทะเลลึก ปล่องภูเขาไฟ และทั้งภายในและภายนอกร่างกายมนุษย์และสัตว์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปว่า จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่ตามธรรมชาติซึ่ง ถือว่าเป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ จุลินทรีย์มีทั้งมีประเภทที่มีประโยชน์และมีโทษโดยประโยชน์ สามารถนำไปใช้ในการด้านการแพทย์และทางอุตสาหกรรมในด้านต่างๆ และประเภท ที่เป็นโทษส่งผลให้เกิด โรคต่างๆ การเป็นเน่าเสียของอาหารได้ และเป็นมลภาวะกับสิ่งแวดล้อมได้

2. จุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ

อัมพร เทียงตรงดี (2555: 8-10) กล่าวว่า

2.1) น้ำในบรรยากาศ (Atmospheric Water) หมายถึง ความชื้นที่อยู่ในเมฆและตกลง มาเป็นฝน หิมะ ลูกเห็บ จุลินทรีย์จะลักษณะ มีแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะอากาศบริเวณนั้น ฝนที่ตกใน ระยะแรกจะชะล้างเอาฝุ่นละอองรวมทั้งจุลินทรีย์ต่างๆ ลงมาด้วย ถ้าฝนตกนานๆ น้ำฝนในระยะหลังๆ จะค่อนข้างสะอาด

2.2) น้ำผิวดิน (Surface Water) เป็นน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาบ ลำธาร ทะเลและมหาสมุทร น้ำผิวดินจะได้รับจากน้ำฝนที่ชะล้างผ่านบรรยากาศลงมารวมกับน้ำที่ไหลผ่านพื้นดินมา จึงมีจำนวนและชนิดของจุลินทรีย์แตกต่างกันมาก เพราะแหล่งน้ำนี้จะได้รับแร่ธาตุสารอาหาร สะสมกันมาก ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตรวดเร็ว

2.3) น้ำใต้ดิน (Ground Water) เป็นน้ำที่เกิดจากการซึมผ่านชั้นหิน ดิน หินทราย จุลินทรีย์ จะถูกแยกออกโดยการกรองและถ่านน้ำใต้ดินนั้นอยู่ลึกมาก ทำให้เกิดการกรองได้มาก น้ำนั้นก็ถือว่า สะอาด สภาพแวดล้อมที่มี ผลต่อจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำสภาพแวดล้อมทางกายภาพและเคมีมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำแต่ละชนิดดังนี้

1) อุณหภูมิ (Temperature) เป็นปัจจัยที่ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตเร็วหรือช้า อุณหภูมิของน้ำที่ผิวดินแตกต่างกันมากที่ขั้วโลกอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส จนถึงบริเวณศูนย์สูตรมีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส น้ำทะเลมากกว่า 90% มีอุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส จึงเหมาะกับการเจริญของไซโครไฟล์เท่านั้น ในน้ำพุร้อนบางแห่งมีอุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส ก็พบจุลินทรีย์อาศัยอยู่ได้ เป็นพวกเทอร์โมไฟล์ นอกจากนี้อุณหภูมิน้ำยังเปลี่ยนแปลงไปด้วย

2) ความกดดันของน้ำ (Hydrostatic Pressure) น้ำผิวดินและน้ำในมหาสมุทรลึกๆ มีความกดดันต่างกัน ความกดดันของน้ำจะทำให้ pH ของน้ำทะเลลดลง ทำให้ความสามารถในการละลายสารอาหาร เช่น ไบคาร์บอเนตเปลี่ยนไปและทำให้จุดเดือดของน้ำสูงขึ้น ความกดดันของน้ำจะเพิ่มขึ้นตามความลึก คือ เพิ่มขึ้นหนึ่งบรรยากาศทุก 10 เมตร ในมหาสมุทรลึกตั้งแต่ 1,000 เมตร จนถึง 10,000 เมตร ก็ยังพบจุลินทรีย์ได้ ซึ่งเป็นพวกชอบความกดดันของน้ำ (Barophilic Microorganism)

3) แสงสว่าง (Light) สิ่งมีชีวิตในน้ำส่วนใหญ่ต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์แสงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในแหล่งน้ำส่วนใหญ่ผู้ผลิตขั้นต้นคือ สาหร่าย ซึ่งการเจริญเติบโตของสาหร่าย จะถูกจำกัดด้วยแสงที่ส่องลงมา โดยทั่วไปการสังเคราะห์แสงเกิดที่น้ำระดับบนๆ คือ 50 ถึง 125 เมตร

4) ความเค็ม (Salinity) ในน้ำทะเลมีความเค็มสูงและมักคงที่ ความเข้มข้นของเกลืออยู่ระหว่าง 33-37 กรัม/กิโลกรัมของน้ำ เกลือส่วนใหญ่จะเป็นเกลือคลอไรด์ ซัลเฟตและคาร์บอเนตของโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ความเข้มข้นของเกลือที่ปากแม่น้ำและชายฝั่งจะมีน้อยกว่า จุลินทรีย์ในทะเลส่วนใหญ่เป็นพวกชอบความเค็มจะเจริญได้ดีที่ความเค็ม 2.5-4% แต่จุลินทรีย์จากทะเลสาบ และปากแม่น้ำจะไม่เจริญถ้ามีความเค็มมากกว่า 1%

5) ความขุ่น (Turbidity) ความขุ่นของน้ำมีผลต่อการแพร่ผ่านของแสงลงสู่แหล่งน้ำซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์แสงด้วย แหล่งน้ำที่มีความขุ่นไม่เท่ากันในบริเวณทะเลลึกจะใส บริเวณใกล้ฝั่งแม่น้ำจะมีความขุ่น สารแขวนลอยที่ทำให้น้ำมีความขุ่นได้แก่ แร่ธาตุจากบนบก ซากสารอินทรีย์ และจุลินทรีย์ที่แขวนลอย

6) pH จุลินทรีย์ในน้ำเจริญที่ pH ระหว่าง 6.5–8.5 แต่ pH ของน้ำทะเลอยู่ระหว่าง 7.5–8.5 เมื่อเลี้ยงแบคทีเรียจากทะเลในอาหารจะเจริญได้ดีที่สุดที่ pH 7.2-7.6

7) สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ (Organic Ant Inorganic Constituents) ชนิดและปริมาณของสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำมีความสำคัญต่อชีวิตของจุลินทรีย์ในเตรตและฟอสเฟสเป็นสารอนินทรีย์ที่สำคัญต่อการเจริญของสาหร่ายส่วนสารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญของแบคทีเรียและเชื้อราที่เป็น แสโทรไฟต์ แหล่งน้ำใกล้ชายฝั่ง ซึ่งได้รับของเสียจากบ้านเรือน จะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอาหารมากกว่าแหล่งน้ำในทะเล ซึ่งปริมาณสารอาหารต่ำมากและค่อนข้างคงที่ ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาจมีสารยับยั้งจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำใกล้ชายฝั่งได้ โลหะบางชนิดเช่น ปรอทและโลหะหนักอื่นๆ ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็อาจยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ในขณะเดียวกันก็ส่งเสริมการเจริญของเชื้อที่ต้านทานได้ ซึ่งมี อาพลาสมีด (Rplasmid, Resistance plasmid)

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปเกี่ยวกับจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำได้ว่าจุลินทรีย์มีลักษณะต่างกัน ขึ้นอยู่กับสถานที่ โดยมีปัจจัยต่างๆ ที่สนับสนุนที่ทำให้จุลินทรีย์เจริญได้โดยมีปัจจัยดังนี้ อุณหภูมิ ความกดดันของน้ำค่า pH ความขุ่น ความเค็ม และแสงสว่าง

3. ความสำคัญของจุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย

อาณัฐ ดันโช (2550: ออนไลน์) กล่าวว่าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันพบว่าจุลินทรีย์เข้ามามีบทบาทต่อสังคมมนุษย์เป็นอย่างมาก ซึ่งจำแนกได้ 2 ประการใหญ่ คือ ประโยชน์ของจุลินทรีย์ และโทษของจุลินทรีย์ต่อสังคม

เยาวภา สุวัทธิ (2555: 56-57) ได้กล่าวไว้ว่าปัจจุบันนี้ ปริมาณน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลต่างๆ มีเพิ่มมากขึ้นทุกๆ ปี สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร เพราะเมื่อมีประชากรเพิ่มขึ้น ปริมาณการใช้น้ำก็เพิ่มขึ้นด้วย ส่วนสาเหตุอื่นที่สำคัญก็คือ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และน้ำเสียจากการเกษตรกรรม โดยเฉพาะการใช้น้ำและยาฆ่าแมลงในการเกษตรสำหรับสารปนเปื้อนในน้ำเสียนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ด้วยกัน คือ

1) สารอินทรีย์ จะพบได้ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร น้ำเสียจากบ้านเรือน โดยสารอินทรีย์จะเป็นสาเหตุให้น้ำเสียนั้นมีค่า BOD (Biological Oxygen Demand) สูง

2) สารอนินทรีย์ จะพบได้ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผงซักฟอก น้ำเสียจากบ้านเรือน โดยสารอนินทรีย์จะเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้สาหร่ายและวัชพืชเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เช่น ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน

3) จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น น้ำเสียที่มาจากโรงพยาบาล อาจจะมีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค โรคปนเปื้อนออกมา เช่น จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอุจจาระร่วง ไวรัสตับอักเสบ

ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียก็คือ การกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่างๆ เช่น สารเคมี และจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียให้เหลือน้อยที่สุดที่จะไม่เป็นอันตรายเมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง

ขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน

1) Primary Treatment เป็นขั้นตอนที่มีการกำจัดวัตถุหรือสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดใหญ่ออกก่อน อาจจะเป็นโดยการกรองผ่านตะแกรง หรือตกตะกอนของแข็งเหล่านั้นก่อน จากนั้นจึงจะปล่อยน้ำเสียผ่านสู่ขั้นตอนที่ 2

2) Secondary Treatment เป็นขั้นตอนที่จะนำจุลินทรีย์มาช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ โดยจะย่อยสลายของเสียที่ผ่านมาจากขั้นตอนที่ 1 ที่ยังมีสารอินทรีย์ปนอยู่ โดยในขั้นตอนนี้จะมีการให้อากาศเพื่อให้จุลินทรีย์พวก Aerobic เจริญเติบโต ส่วนตะกอนที่ได้จากขั้นตอนนี้ ก็จะถูกส่งไปยังถังย่อยตะกอนที่มีจุลินทรีย์พวก Anaerobic เพื่อย่อยสลายต่อไป น้ำเสียที่ผ่านขั้นตอนนี้แล้วก็จะถูกส่งต่อไปยังขั้นตอนที่ 3 เพื่อกำจัดสารอนินทรีย์ เช่น ฟอสเฟต และไนเตรต ให้มีปริมาณน้อยลง

3) Tertiary Treatment เป็นขั้นตอนในการลดปริมาณของสารอนินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย โดยจะใช้วิธีทางเคมีช่วยในการกำจัดฟอสเฟต และไนเตรตก่อนจะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ จุลินทรีย์ ที่ช่วยในการบำบัดน้ำเสีย

จุดประสงค์ของการบำบัดน้ำเสียใน Secondary treatment นั้นก็คือ การใช้จุลินทรีย์ช่วยลดค่า BOD ในน้ำเสียนั้นให้น้อยลง น้ำที่ได้รับการบำบัดจะต้องมีค่า BOD ลดลงก่อนจะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสำหรับขั้นตอนในการใช้จุลินทรีย์ช่วยในการบำบัดน้ำเสียนั้นสามารถแบ่งได้ 2 ขั้นตอน คือ

1) Aerobic Secondary Treatment Process ในขั้นตอนนี้จะจะเป็นขั้นตอนที่จุลินทรีย์พวก Aerobicเจริญเติบโต และย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน แอมโมเนีย ฟอสเฟต และซัลเฟต โดยขั้นตอนนี้สามารถเลือกได้ 2 วิธี คือ

1.1) Trickling Filter Tank การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีนี้จะต้องมีถังขนาดใหญ่ โดยในถังจะมีหินเป็น Support Material ให้จุลินทรีย์เจริญเป็นฟิล์มเกาะอยู่ น้ำเสียที่ผ่านจากขั้นตอนที่ 1 จะถูกส่งเข้าไปในถังจากส่วนบน น้ำเสียก็จะซึมผ่านลงสู่ส่วนล่าง โดยจะมีการให้อากาศ โดยพ่นอากาศผ่านตัว Support Material ดังนั้นจุลินทรีย์พวก Heterotrophic ก็จะเจริญเกาะเป็นฟิล์มบริเวณชั้นบน เช่น แบคทีเรีย พวก *Pseudomonas*, *Zoogloea* ส่วนเชื้อรา ก็จะเป็นพวก *Fusarium*, *Ascoidea*, *Trisporon* สำหรับจุลินทรีย์ที่เจริญในชั้นล่างส่วนใหญ่จะเป็นพวก Autotrophic Nitrifying Bacteria เช่น *Nitrosomonas* ซึ่งจะ Oxidize แอมโมเนียไปเป็นไนไตรต์ และ *Nitrobacter* จะ oxidize ไนไตรต์ไปเป็นไนเตรต

1.2) Activated Sludge Process การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีนี้จะมีการเติมจุลินทรีย์ลงไป ในน้ำเสียที่ผ่านจากขั้นตอนที่ 1 และมีการให้อากาศตลอดเวลา เพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ในขบวนการนี้ก็เป็นจุลินทรีย์ พวกเดียวกับจุลินทรีย์ใน Trickling Filter Tank แต่จะมี Slime-Forming Bacteria คือ *Zoogloea Ramigera* เป็นจุลินทรีย์สำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เมื่อจุลินทรีย์เจริญขึ้นก็จะจับตัวกันเป็นตะกอนตกอยู่ที่ ก้นถัง จากนั้นตะกอนเหล่านี้ก็จะถูกส่งต่อไปยังถังที่มีจุลินทรีย์พวก anaerobic เพื่อย่อยสลายต่อไป

สำหรับตะกอนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้จากขั้นตอนนี้สามารถนำกลับมาใช้เป็น Inoculum สำหรับบำบัดน้ำเสียที่จะเข้ามาใหม่ได้อีก การบำบัดน้ำเสียโดยวิธี Aerobic Secondary Treatment จะสามารถลดค่า BOD ได้ถึง 20 Mg ออกซิเจนต่อลิตร

2) Anaerobic Secondary Treatment Process หลังจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์จำพวก Aerobic แล้ว ตะกอนที่เกิดจากการย่อยสลายจะถูกส่งไปยังถังย่อยสลายที่มีจุลินทรีย์พวก Anaerobic จุลินทรีย์พวกนี้ไม่ต้องใช้ออกซิเจนเพื่อการเจริญเติบโต และตะกอนส่วนใหญ่ก็จะเป็นพวก Insoluble Organic Matter เช่น Cellulose กระบวนการย่อยสลายจะแบ่งเป็น 2 Stage ด้วยกัน คือ Acid-Forming และ Methane-Forming

จุลินทรีย์ใน Acid-Forming Stage จะเป็นพวก Obligate Aerobes ซึ่งจะใช้ในเตรตเป็น Electronacceptor สำหรับ Methane-Forming Stage นั้น จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเป็นพวก Strictly Anaerobes เช่น Methanobacterium Methanobacillus และ Methanococcus ซึ่งจะสามารถเปลี่ยนอะซิเตตไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็น มีเทน (CH_4) ได้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีค่า BOD ลดลงสามารถปล่อยลงสู่ แม่น้ำ ลำคลอง ได้โดยไม่ทำให้แหล่งน้ำนั้นเน่าเสีย ส่วนตะกอนที่ได้ก็สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ หรือปุ๋ยได้ วิธีหนึ่งที่จะช่วยในการบำบัดน้ำเสียได้คือการคัดแยกขยะตามประเภทของขยะ เพราะนอกจากจะช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์และสาร อนินทรีย์ในน้ำเสียแล้ว ยังเป็นการ Recycle ขยะ และยังเป็นการใช้พลังงานและทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

จันทร์จิรา รัตนไพบูลย์ (2549: 107) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมค่ายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนบางเลนวิทยา จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ใช้ชุดกิจกรรม 5 ชุด คือ 1) การอนุรักษ์น้ำ 2) การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า 3) การลดปริมาณขยะมูลฝอย 4) การนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ และ 5) วิธีชีวิตกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมค่ายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.14/83.00 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความตระหนักต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนหลังฝึกอบรมมีคะแนนเฉลี่ย 4.83 อยู่ในระดับดีมาก

สมศักดิ์ พาหะมาก (2550: 80-90) พัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ สมเด็จพระเจ้าภคินีเธอ เจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดา สิริโสภาพรรณวดี กรุงเทพมหานคร ทดลองกับนักเรียน 40 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ใช้ชุดกิจกรรมจำนวน 5 ชุด คือ 1) น้ำและธรรมชาติของน้ำ 2) แหล่งน้ำและการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ 3) ปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ 4) การจัดการแหล่งน้ำ 5) การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 83.30/ 82.50 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม อยู่ในระดับดีมากและความตระหนักต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชมทิตา ชันภักดี (2553: 54) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

จิรพร แขวงเพชร (2552: 71) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมขนาดนาอูปถัมภ์ จำนวน 34 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ความตระหนักและเจตคติต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมในระดับมาก

กวี สุภานันท์ (2535: 92) การศึกษาเรื่องความรู้และความตระหนักของนักเรียนนายร้อยตำรวจ เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม จำนวน 80 80 พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความถนัดของนักเรียนนายร้อยตำรวจเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ได้แก่ ระดับการศึกษา ภูมิสำเนาเดิม การรับรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อม การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม การร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมนอกโรงเรียนนายร้อยตำรวจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ชูศักดิ์ วิทยากัด (2537: 54-56) ศึกษาการรับรู้และความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมของเมืองเชียงใหม่ พบว่า ยังมีจำนวนครั้งในการเข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม การฟังรายการวิทยุ และการดูรายการโทรทัศน์ยังมีความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ตามไปด้วยเนื่องจากบุคคลได้โอกาสสัมผัสและรับรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่างการได้รับรู้ปัญหาหรือเรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมกับความตระหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมบุญ ศิลปรุ่งธรรม (2540: 148-149) ศึกษาเรื่องความรู้และความตระหนักของนักเรียนอาชีวศึกษาเกี่ยวกับมลพิษสิ่งแวดล้อมในกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน พบว่า นักเรียนอาชีวศึกษามีความรู้เกี่ยวกับมลพิษสิ่งแวดล้อมในกรุงเทพมหานคร อยู่ในระดับปานกลาง แต่

นักเรียนอาชีวศึกษามีความตระหนักเกี่ยวกับมลพิษสิ่งแวดล้อมในกรุงเทพมหานคร อยู่ในระดับสูง และเมื่อนำมาวิเคราะห์ ความสัมพันธ์เพิ่มเติม ผลที่ได้คือ ความรู้กับความตระหนักเกี่ยวกับมลพิษสิ่งแวดล้อมในกรุงเทพมหานคร ของนักเรียนอาชีวศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อผลปรากฏว่าความรู้ที่อยู่ในระดับปานกลาง ความตระหนักซึ่งมีความรู้สึกหรืออารมณ์อยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของปัจจัยด้านความรู้ว่าไม่ใช่ตัวกำหนดที่สำคัญที่ก่อให้เกิดความตระหนัก

ชูสม ฉัตรทอง (2553: 22) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนัก ในปัญหาสิ่งแวดล้อมชนบทของเจ้าหน้าที่บริหารงานพัฒนาชุมชนจำนวน 120 คนผลการศึกษาวิจัยสรุปได้ว่า เจ้าหน้าที่บริหารงานพัฒนาชุมชนกลุ่มตัวอย่างมีความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมชนบทระดับสูง ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมมากที่สุด คือ สถานการณ์ปัญหาป่าไม้ในเขตภูมิภาคที่ปฏิบัติงาน ส่วนปัจจัยทางสังคม ได้แก่ การให้ความสนใจเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม ชนบท และประสบการณ์เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมชนบท ไม่มีความสัมพันธ์กับความตระหนัก

งานวิจัยต่างประเทศ

เบอร์เชต (Burchett. 1972: 4439A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนในเกรด 4,5 และ 6 จำนวน 9 ห้องเรียนจากโรงเรียนประถมศึกษา 2 โรงผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในทางบวก ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเจตคติของนักเรียนคือการสอนของครู และสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น ภาพยนตร์ ส่วนองค์ประกอบที่สำคัญที่จะเป็นตัวเปลี่ยนแปลงเจตคติของนักเรียน คือการได้มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

แซคเคอร์ (Zacher. 1975: 4883A) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนเกรด 11 ในสหรัฐอเมริกาโดยสุ่มนักเรียน 436 คนจาก 6 โรงเรียน พบว่า เพศ ขนาดของครอบครัว การอ่านหนังสือพิมพ์ การได้ศึกษาความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนและภูมิภาคนาของนักเรียนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและจากการเปรียบเทียบต่างๆ ปรากฏว่า นักเรียนชายมีคะแนนสูงกว่านักเรียนหญิง นักเรียนจากครอบครัวเล็กมีคะแนนสูงกว่านักเรียนจากครอบครัวใหญ่ นักเรียนที่อ่านหนังสือพิมพ์ตั้งแต่ 3 ฉบับ ขึ้นไปมีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่อ่านน้อยกว่านั้น

เบคเกอร์ (Becker. 1975: 4566) ศึกษาผลการใช้ประสบการณ์นอกห้องเรียนต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติที่มีต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อศึกษาว่า การเปลี่ยนแปลงเจตคติที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับ 6 จำนวน 50 คนจะมีนัยสำคัญ หรือไม่ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้ประสบการณ์นอกห้องเรียนและการเรียนในห้องเรียนกับนักเรียนที่เรียนปกติในห้องเรียนอย่างเดียว โดยทดสอบความคิดรวบยอด 5 ประการ คือ สิ่งแวดล้อมความเป็นอิสระ การสงวนทรัพยากรทางธรรมชาติ ผลภาวะผลกระทบของ มนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเจตคติที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญใน 2 ประเด็น คือ การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเด็กผู้หญิงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเด็กผู้ชายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในความคิดรวบยอด 2 ประเด็น คือ ผลภาวะและผลกระทบของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศพบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความตระหนัก และเจตคติของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาการศึกษาและค้นคว้าองค์ความรู้ ซึ่งในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. กำหนดประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 500 คน

2. เลือกกลุ่มประชากร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้น ม.4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นนักเรียนที่เรียนวิชาการศึกษา ค้นคว้าองค์ความรู้ด้วยตนเอง จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลอง

การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ชนิด คือ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย 4 กิจกรรม
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปัญหาการบำบัดน้ำเสียเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก
3. แบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์กับสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบไปด้วยเอกสารการสร้างชุดกิจกรรม จาก กู๊ด (Good. 1973: 306) กฤษณา ฟ้าคะนอง (2555: 10) ชมทิศา ชันภักดี (2553: 10) บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 91) ปิยพงษ์ สุริยพรหม (2546: 64-65) และวิมลรัตน์ มากทรัพย์ (2555: 10) จากการศึกษา งานวิจัยสามารถนำมาสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียได้ทั้งหมด 4 กิจกรรม ได้ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 จุลินทรีย์เป็นอย่างไร

กิจกรรมที่ 2 จุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ

กิจกรรมที่ 3 การตรวจจุลินทรีย์ในน้ำเสีย

กิจกรรมที่ 4 จุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย

1.2 การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างชุดกิจกรรม และดำเนินการพัฒนาตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543: 4-6) ซึ่งแต่ละกิจกรรมมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 ชื่อชุดกิจกรรม ต้องมีความน่าสนใจ

1.2.2 คำชี้แจงประกอบชุดกิจกรรม เป็นกล่าวให้เห็นภาพอย่างกว้างๆ

1.2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ ต้องบอกจุดมุ่งหมายของกิจกรรม

1.2.4 เนื้อหาสาระ และสื่อการเรียนรู้ต้องมีเนื้อหาที่ครอบคลุมรายละเอียดและ สอดคล้องกับกิจกรรมที่ปฏิบัติ

1.2.5 กิจกรรม ต้องมีขั้นตอนและสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและอำนวยความสะดวก แก่ครูผู้สอน

1.2.6 แบบทดสอบต้องมีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา

1.3 การประเมินผลเป็นส่วนที่นักเรียนได้ประเมินความรู้และความสามารถของตน

1.4 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม ตรวจพิจารณาชุดกิจกรรม

1.5 ทดลองใช้เบื้องต้นกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน และ 9 คน เพื่อปรับแก้และนำไปใช้กับนักเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมกับนักเรียน 30 คน

1.6 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านการหาประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2

1.7 การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2 โดย

1.7.1 คำนวณค่า E_1 โดยนำคะแนนของนักเรียน 30 คน ที่สอบย่อยแต่ละกิจกรรม มาหาค่าเฉลี่ย แล้วคิดเทียบเป็นร้อยละ จากนั้นคำนวณค่าร้อยละเฉลี่ยของกิจกรรมทั้ง 4 กิจกรรม

1.7.2 คำนวณค่า E_2 โดยนำคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนเป็นภาพรวมของนักเรียน 30 คน มาคำนวณค่าเฉลี่ย และคำนวณเทียบเป็นร้อยละ

1.7.3 นำค่า E_1 และ E_2 มาเทียบค่าประสิทธิภาพ โดยใช้เกณฑ์ตัดสิน E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พิจารณา

2.3.1 นำผลการประเมินมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2.3.2 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับแก้

2.4 นำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คนเพื่อนำผลมาหาคุณภาพ ดังนี้

2.4.1 ความยากง่าย (p) เป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มสูงต่ำ โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.35-0.85 จำนวน 40 ข้อ

2.4.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มสูงต่ำ โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30-0.70 จำนวน 40 ข้อ

2.4.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน เท่ากัน 0,834

2.4.3 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. การสร้างแบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย

เครื่องมือวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย เป็นแบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย

3.2 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความตระหนักต่อการปัญหาน้ำเสีย 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้สึกรู้สึกต่อปัญหาน้ำเสีย 2) ด้านความคิดเห็นต่อปัญหาน้ำเสีย 3) ด้านความสำนึกต่อปัญหาน้ำเสีย

3.3 นำแบบวัดความตระหนักที่จัดทำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านพิจารณา นำผลการประเมินมาดำเนินการดังนี้

3.3.1 นำผลการประเมินมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.50-1.00 ไว้ใช้

3.3.2 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับแก้

3.4 นำแบบวัดความตระหนักที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คนเพื่อนำผลมาหาคุณภาพ ดังนี้

3.4.1 หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ Item Total Correlation รายข้อมีค่า 0.24-0.73

3.4.2 ค่าความเชื่อมั่นแบบค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา โดยใช้สูตรของ ครอนบัค ได้เท่ากับ 0.864

3.5 พิมพ์แบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ระยะเวลาทำการวิจัย การทดลองทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ในคาบ วิชา การศึกษาค้นคว้าองค์ความรู้ด้วยตนเอง จำนวน 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ รวม 20 คาบ

4.2 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2.1 ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้นักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้องมากขึ้น

4.2.2 ผู้วิจัยนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย ใช้นักเรียน ม.4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างบันทึกคะแนน

4.2.3 ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมจำนวน 20 คาบ

4.2.4 เมื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์ เพื่อการบำบัดน้ำเสียที่พัฒนาแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียบันทึกคะแนนเป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติพรรณนาได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.2 หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สูตร E_1/E_2

2. สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ t test dependent sample

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ สามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ความสำคัญ
ต่อไปนี้

1. การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ผู้วิจัยได้นำชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกลุ่มตัวอย่างใช้ 3 ครั้ง สรุป
ผลได้ดังนี้

ครั้งที่ 1 ทดลองกับนักเรียน 3 คน พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจบางเนื้อหาและคำศัพท์ภาษาอังกฤษบางคำ ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงแก้ไขด้วยการปรับเนื้อหาให้เหมาะสมและเขียนภาษาไทยกำกับ ควบคู่
ไปกับภาษาอังกฤษ จากนั้นนำไปทดลองครั้งที่ 2 ต่อไป

ครั้งที่ 2 ทดลองใช้ชุดกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขในครั้งที่ 1 กับนักเรียนจำนวน 9 คน พบว่า
นักเรียนให้ความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม เนื้อหาไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป และสามารถเข้าใจ
คำศัพท์ได้ดี

ครั้งที่ 3 ทำการทดลองกับนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่ปรับปรุงแล้วกับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่ม
ตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายบททันที (E_1)
เมื่อนักเรียนเรียนแต่ละบทจบและทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจำนวน 40 ข้อ
เมื่อเรียนจบทั้ง 4 กิจกรรมแล้ว (E_2) ผลปรากฏดังตาราง

ตาราง 1 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรมและร้อยละของคะแนน เฉลี่ย
จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเรียนจบ

การทดสอบ	กิจกรรมที่1	กิจกรรมที่2	กิจกรรมที่3	กิจกรรมที่4	ค่าร้อยละ(E_1)	ค่าร้อยละ(E_2)
ระหว่างเรียน	240	243	236	245	80.30	-
หลังเรียน	-	-	-	-	-	83.00

จากตาราง 1 แสดงประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัด น้ำเสีย พบว่าค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรมแต่ละบทโดยรวม เท่ากับ 80.30 และค่าร้อยละของคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเรียนจบ 4 กิจกรรม เท่ากับ 83.00 จึงสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมนี้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 จากนั้นผู้วิจัยจึงได้นำชุดกิจกรรมนี้ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนักรู้ต่อปัญหาน้ำเสีย

ตาราง 2 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียก่อนเรียนและหลังการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

การทดสอบ	N	$\bar{x}$	S.D.	t
ระหว่างเรียน	40	16.20	3.42	
หลังเรียน	40	20.00	2.94	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 แสดงคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ของนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 16.20 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 20.00 เพื่อวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for dependent Samples สรุปได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

ตาราง 3 คะแนนเฉลี่ยของความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t
ระหว่างเรียน	40	80.20	5.41	
หลังเรียน	40	89.00	4.72	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตาราง 3 แสดงคะแนนเฉลี่ยของความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียก่อนเรียนเท่ากับ 80.20 และคะแนนเฉลี่ยของความตระหนักหลังเรียนเท่ากับ 89.00 เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของความตระหนักก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for dependent Samples พบว่า ความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ โดยพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย ซึ่งสามารถสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อน และหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย
3. เพื่อเปรียบเทียบความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อน และหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/ 80
2. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียมีความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการค้นคว้าและดำเนินการ ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชุดกิจกรรมจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียและข้อมูลพื้นฐาน

ตอนที่ 2 การสร้างและการพัฒนาชุดกิจกรรมเรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน

ตอนที่ 3 การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียที่พัฒนาแล้วไปทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์คุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียเมื่อได้ค่าเฉลี่ยแล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์

2. การทดสอบสมมติฐาน กระทำดังนี้

2.1 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียตามเกณฑ์ 80/80 กระทำโดยคำนวณค่าเฉลี่ยร้อยละของผลการทดสอบเป็นรายกิจกรรมรวม 4 กิจกรรม เพื่อหาค่า E_1 และคำนวณค่าเฉลี่ยร้อยละของผลสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อหาค่า E_2

2.2 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 ว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
กระทำการทดสอบค่าสถิติ t-test for dependent samples

2.3 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 ว่านักเรียนมีความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนกระทำการทดสอบค่าสถิติ t-test for dependent samples

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากการพัฒนาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.30/83.00 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม การเรียนรู้เรื่อง ทรัพยากรน้ำมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

3. นักเรียนมีความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

การอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรม

ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.36/83.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีเหตุผลดังนี้

ประการแรก ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากบริบทของโรงเรียน มีการลงพื้นที่เพื่อสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดจนผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมทั้งส่วนของเนื้อหา ระดับวัยของนักเรียน ภาษาที่ใช้ นอกจากนั้นแล้ว กิจกรรมดังกล่าว ยังเป็นส่วนหนึ่งของกิจวัตรประจำวันของนักเรียนเนื่องจากเป็นชุมชนของนักเรียนทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

ประการที่ 2 ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนนอกห้องเรียนซึ่งเป็นกิจกรรมที่ได้รับประสบการณ์ตรง ทำให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีการเชิญวิทยากรผู้เชี่ยวชาญมาให้ความรู้แก่นักเรียนพร้อมทั้งลงมือปฏิบัติร่วมกับวิทยากร มีการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ บลูม (1976: 17) ที่กล่าวว่า เป็นกิจกรรมที่ครูเปิดโอกาสชุดกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมจะเป็นโอกาสให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น อยากเรียนอยากรู้

ประการที่ 3 ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดีมาก(ตามภาคผนวก) กล่าวคือมีการนำชุดกิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้นครั้งแรกใช้กับนักเรียน 3 คน และนำข้อปรับปรุงมาใช้กับ 9 คน และนำข้อปรับปรุงมาใช้ครั้งที่3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จีรพร แสงเพชร (2552: 71) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมนาคนาวาอุปถัมภ์ จำนวน 34 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสมศักดิ์ พาหะมาก (2550: 80-90)

พัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ สมเด็จพระเจ้าภคินีเธอ เจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดา สิริโสภาพรรณวดี กรุงเทพมหานคร ทดลองกับนักเรียน 40 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ใช้ชุดกิจกรรมจำนวน 5 ชุด คือ 1) น้ำและธรรมชาติของน้ำ 2) แหล่งน้ำและการใช้ประโยชน์จากแหล่ง น้ำ 3) ปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ 4) การจัดการแหล่งน้ำ 5) การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 80.30/ 82.30 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า

ประการแรก ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการทำงานเป็นกลุ่ม ทุกคนมีบทบาทที่สำคัญโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ ให้คำปรึกษาในการทำกิจกรรมซึ่งเกิดการเรียนรู้เกิดขึ้นแล้วจึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ประการที่ 2 ชุดกิจกรรมมีการจัดกิจกรรมเป็นขั้นตอนชัดเจนซึ่งสอดคล้องกับ จอห์น ดิวอี้ (บุปผา เรืองทอง, 2554: ออนไลน์; อ้างอิงจาก จอห์น ดิวอี้, 1911) กล่าวว่า ผู้เรียนต้องเรียนรู้จากการกระทำในสถานการณ์จริง การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมในลักษณะกลุ่มปฏิบัติการที่เรียนรู้ด้วยประสบการณ์ ตรงจากการเผชิญสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการ การต่างๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และฝึกทักษะการแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม กระบวนการเรียนรู้แบบแก้ ปัญหา เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยให้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ บางครั้งก็เรียกวิธีสอนนี้ว่าการสอนแบบวิทยาศาสตร์และนอกจากนี้ ผู้วิจัยยังให้นักเรียนมีส่วนร่วมวิเคราะห์ปัญหาน้ำเสียซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของแหล่งน้ำถ้าปล่อยให้เกิดน้ำเสียจะส่งผลกระทบต่อสิ่งใดบ้าง ซึ่งชุดกิจกรรมชุดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้สมกับวัยของนักเรียน ส่งผลให้ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ความตระหนัก

ความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์ เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีเหตุผลดังนี้

ชุดกิจกรรมนี้เป็นชุดกิจกรรมที่มีความหลากหลายในการเรียนรู้ มีการเรียนรู้จากการสำรวจ และการลงมือปฏิบัติ มีการใช้ธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ ทำให้นักเรียนเกิดความรักในชุมชน มีการเรียนรู้และตระหนักมากขึ้นสอดคล้องกับ อนุสรณ์ กาลดิษฐ์ (2548: 51) ได้กล่าวไว้ว่าความตระหนัก เป็นความยอมรับและสำนึกซึ่งบุคคลเคยมีความรับรู้หรือมีความรู้ว่าจะอยู่เมื่อมีสิ่งมากระตุ้นจึงเกิดความสำนึกและตระหนักขึ้น ความตระหนักเป็นสภาวะทางจิตใจและเกี่ยวข้องกับความรู้สึก นึกคิด อันเกิดจากความรู้สึกและปรารถนาต่างๆ อันเกิดจากความรู้และประเมินค่าได้นอกจากนี้ยังสอดคล้อง กับ กรรณภา วัชรธำรงกุล (2552: 51-52) ได้กล่าวไว้ว่า ความตระหนัก หมายถึง ความสำนึกซึ่งบุคคลเคยมีความรับรู้ หรือเคยมีความรู้มาก่อน โดยเมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นจะทำให้เกิดความสำนึกหรือ เกิดความรับรู้ขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียชุดนี้จัดทำขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาตามปัญหาและบริบทของโรงเรียนซึ่งมีคลองเป็นสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของชุมชน ดังนั้นผู้สนใจนำชุดกิจกรรมไปใช้จึงต้องปรับกิจกรรมต่างๆ ให้สอดคล้องกับชุมชน ของโรงเรียนตนเอง

2. ในการทำกิจกรรมครั้งนี้จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์ สีย้อม ตลอดจนทักษะในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรมีทักษะในการปฏิบัติการ ให้มีความชำนาญในด้านการปฏิบัติการก่อนนำไปสอนนักเรียน

3. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปปรับใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แต่ควรปรับเนื้อหาและบริบทให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยพัฒนาชุดกิจกรรมในชั้นอื่นๆ และเนื้อหาสาระควรเป็นไปตามความเหมาะสมของระดับชั้นนักเรียนบริบทสิ่งแวดล้อมนั้นๆ

2. ชุดกิจกรรมนี้เน้นการทำงานในลักษณะกลุ่มซึ่งการจัดกิจกรรมกลุ่มถือได้ว่าเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะชีวิตให้รู้จักการปรับตัวเข้าสังคมและร่วมกิจกรรมเข้ากับผู้อื่นได้ดีซึ่งควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานกลุ่ม





บรรณานุกรม

- กรรณา วัชรธำรงกุล. (2552). การสร้างแบบวัดด้านความรู้ต่อผลกระทบของสภาวะโลกร้อน
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทมมหานครเขต 1.
ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ. (2536). คู่มือการพัฒนาหลักสูตรตามความต้องการของท้องถิ่น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
ม.ป.พ.
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2548, ธันวาคม –
2549, มีนาคม). เส้นทางสีเขียววารสารราย 4 เดือน. ฉบับที่ 17.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2525). ความรู้และแนวทางการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์
คุรุสภาลาดพร้าว.
- (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระจ่างจิต แก้วชล. (2549). การพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่อง การอนุรักษ์น้ำสำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามัธยม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กวี สุภานันท์. (2535). ความรู้และความตระหนักของนักเรียนนายร้อยต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม.
วิทยานิพนธ์ สด.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- กฤษณา ฟ้าคะนอง. (2555). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องภาวะโลกร้อนกับสุขภาพสำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามัธยม). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิติภูมิ มีประดิษฐ์. (2537). ความตระหนักในสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2549). มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย ศรีปทุม.
- กองการจัดการน้ำเสีย. (2555). วารสารเผยแพร่การจัดการน้ำเสีย. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- กองอนามัยสิ่งแวดล้อม. (2545). กรมอนามัย. สืบค้นเมื่อ 7 กรกฎาคม 2558, จาก
<http://env.anamai.moph.go.th>.
- กอล อิล. (2553). โลกร้อน ฉบับคนรุ่นใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: มติชน.
- เกษม จันทรแก้ว. (2536). สิ่งแวดล้อมศึกษา. กรุงเทพฯ: อักษรสยาม.
- (2551). วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกริก ท่วมกลาง; และ จันตนา ท่วมกลาง. (2555). *การพัฒนาสื่อ/นวัตกรรมการศึกษาเพื่อเลื่อน
วิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ: สภาพรบู้คส์.

ชนิษฐา มั่นคง. (2553). สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2558, จาก <http://www.tpa.or.th/writer>.

คณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการพระราชดำริ. (2552). *รวมโครงการพระราชดำริ*.
กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

จันทน์ เกียรติโพธา. (2542). *ความตระหนักในมลพิษทางอากาศของตำรวจจราจรกรุงเทพมหานคร*.

ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (สุขศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.

จันทริจิรา รัตนไพบูลย์. (2549). *การพัฒนาชุดกิจกรรมค่ายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เรื่อง การอนุรักษ์
สิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมค่ายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
แบบเป็นกลุ่ม*. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

จิรพร แขวงเพชร. (2552). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนมัธยมขนาดนาหวาอุบลรัตน์*. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เจียมใจ เครือสุวรรณ; และคณะ. (2553). *การจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย
แบบจำลองภูมิอากาศท้องถิ่น MM5*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

ชมพิดา ชันภักดี. (2553). *การศึกษาผลการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยตัวเอง
PDCA ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำเสนอความรู้
ด้วยหนังสือการ์ตูนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชวาล แพรัตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2525). *ชุดการสอนในระดับประถมศึกษาในเอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอน
ประถมศึกษา หน่วยที่ 8-15*. กรุงเทพฯ: ป สัมพันธ์พาณิชย์.

----- . (2551). *การจัดนวัตกรรมการและเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมการเรียนการสอน*.
สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2558, จาก <http://www.portal.in.th>

ฐสม ฉัตรทอง. (2553). *ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมชนบทของเจ้าหน้าที่
บริหารงานพัฒนาชุมชน*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (สิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

ชูศักดิ์ วิทยากค. (2537). *การรับรู้และความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมของเมืองเชียงใหม่*.
การสำรวจในระยะต้น 6. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยสังคมมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- ชไมพร กาญจนกิจสกุล. (2555). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์*. ตาก: ไพรเจ็คท์ ไฟฟ์-โฟว์.
- ทพวงมหาวิทยาลัย. (2534). *การผลิตสื่อการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: องค์การการค้าครูสภา.
- ทะนงศักดิ์ ประสงค์ติคุณ. (2534). *การประเมินค่าความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดตราด*. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ธนวัฒน์ จารุงษ์สกุล. (2554). *โลกร้อนสุดขั้ว วิกฤตอนาคตประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สุวานบุ๊คส์.
- นภาพร วงศ์เจริญ. (2550). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- นงลักษณ์ แก้วมาลา. (2547). *ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการใช้
แก้ปัญหาทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2543). *จุลินทรีย์ก่อโรค*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2552). *จุลชีววิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. (2545). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: นิลนาราการพิมพ์.
- นิตยา วัฒนศักดิ์. (2548). *การศึกษาความรู้และความตระหนักเกี่ยวกับมลพิษสิ่งแวดล้อมใน
ชีวิตประจำวันโดยใช้ชุดฝึกอบรมสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญานิพนธ์
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- บัณฑิต จุฬาศัย. (2528). *เยาวชนผู้กำหนดสถานะแวดล้อมในทศวรรษหน้า*. จุลสารสถานะแวดล้อม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2546). *การวิจัยสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2553). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือและรวบรวมข้อมูลสำหรับงานวิจัย.
พิมพ์ครั้งที่ 7*. กรุงเทพฯ: ศรีอนันต์การพิมพ์.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2530). *นวัตกรรมการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: เจริญวิทย์การพิมพ์.
- (2542). *นวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เจริญวิทย์การพิมพ์.
- บุบผา เรืองทอง. (2554). *การเรียนรู้โดยการลงมือทำ*. นครศรีธรรมราช: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏนครศรีธรรมราช.

- ปิยพงษ์ สุริยพรหม. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 mat ในเรื่องของป่าชุมชนเพื่อส่งเสริมเจตคติการอนุรักษ์ป่าชุมชน. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประนอม เดชชัย. (2521). แนวคิดใหม่ในการสอน. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ประพจน์ ศีลพิพัฒน์. (2540). การศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่าวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2523). สารัตถกิจวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สายส่งสุขภาพใจ.
- ประเสริฐ ลำธารอด. (2551). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องระบบนิเวศในโรงเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ดอมินิก. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535. (2535). กรุงเทพฯ: พระราชบัญญัติฯ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัน ทองชุมนุช. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอนเดียนสโตร์.
- พินิติ รตะนากุล. (2544). อิทธิพลของสารเคมีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- พิศิษฐ์ ตันทวนิช. (2553). สถิติเพื่องานวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: บุ๊คพอยท์.
- พิสณ พงศรี. (2554). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธา.
- พิสุทธิพร จำใจ. (2551). 29 โรคอันตรายอันเป็นผลจากภาวะโลกร้อน. กรุงเทพฯ: ต้นธรรม.
- ไพศาล หวังพานิช. (2523). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรรัตน์ แสงเดือน. (2553). อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อความตระหนักของประชาชนในสังคม. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ภาสินี เปี่ยมพงศ์สานต์. (2548). สิ่งแวดล้อมศึกษา : แนวการสอน สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ธรรมดาเพลส.
- มยุรี บุญเยี่ยม. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้เรื่อง ความเป็นน้ำจะเป็น ของนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2539). การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เยาวภา สุวิติ. (2555). งานวิจัยอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- รัชนก ทุมชาติ. (2551). การศึกษาความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดสมุทรสาครโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสารราชบัณฑิตยสถาน. (2542). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2543). การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ: สิริวิริยาสาน.
- วันพร ผลวัลย์. (2528). ความรู้ความตระหนักของครูมัธยมในเรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโครงการพัฒนาชายฝั่งตะวันออก. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- วันเชิญ โปธาเจริญ. (2552). จุลินทรีย์กับสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: ฟาเฮอร์พิมพ์.
- วัฒนาพร ระบัพทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- วาสนา ชาวหา. (2525). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์.
- วารี ว่องพินัยรัตน์. (2530). การสร้างข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาทดสอบและวิจัยทางการศึกษา คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). พัฒนาสื่อการเรียนการสอนมิติใหม่. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- . (2543, กันยายน-ตุลาคม). วารสารจดหมายข่าว ศึกษาศาสตร์. 51(2).
- วิมลรัตน์ มากทรัพย์. (2555). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องทรัพยากรน้ำ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอัสสัมชัญ. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เวธกา หนูเพชร. (2550). การพัฒนาชุดกิจกรรมเรื่องน้ำเสียในชุมชนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมนาคราวันอุบลรัตน์. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิธร มงคลทอง. (2548). การพัฒนาชุดกิจกรรมเรื่องน้ำเพื่อชีวิตสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ศิริลักษณ์ หนองเส. (2545). *การศึกษาความสามารถทางการพึ่งพาตนเองด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC). (2551). *ปฏิทินวิชาการประจำปี พุทธศักราช 2551 “ภาวะโลกร้อน”*. ปทุมธานี: ม.ป.พ.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2552). *รวมผลงานการเรียนรู้ลดโลกร้อนด้วยวิถีพอเพียง*. กรุงเทพฯ: ส.เจริญ.
- สมบุญ ศิลปรุ่งธรรม. (2540). *ความรู้และความตระหนักของนักเรียนอาชีวศึกษาเกี่ยวกับมลพิษสิ่งแวดล้อมในกรุงเทพมหานคร*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ คงเพียง; และ อัญชลี โพธิ์ทอง. (2542). *การบริหารบุคลากรและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สมศักดิ์ พาพะมาก. (2550). *การพัฒนาชุดกิจกรรมเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีอยุธยาในพระอุปถัมภ์ สมเด็จพระเจ้าภคินีเธอเจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดาสิริโสภาพัฒน์วดี*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. (2552). *21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุชนา ลำเนียงสูง. (2546). *การพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องสิ่งแวดล้อมชุมชนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุชาดา ศิริล้น. (2540). *ความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กษ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สุนันท์ โกศลสุข. (2525). *การพัฒนาคุณภาพการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- สุพจน์ แสงมณี. (2546). *การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ: ประสานมิตร.

- สุภรณ์ พันธ์จันทร์. (2534). *ความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเกษตรกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลในภาคเหนือ*.
 ปรินญานิพนธ์. พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- สุเทพ ธนียวัน; และคณะ. (2550). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2553). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10*. กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2543). *ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน*. กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.
- สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2538). *แผนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายฯ.
- สำนักนโยบายและแผนพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2540). กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายฯ.
- สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2555). *แผนยุทธศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 2 พ.ศ. 2555-2559*. กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สามลดา.
- อนุสรณ์ กาลดิษฐ์. (2548). *การศึกษาความรู้และความตระหนักของนักศึกษาที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในเขตกรุงเทพมหานคร*.
 ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรอนงค์ พริ้งสุละ. (2550). *จุลินทรีย์เพื่อสุขภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิญา เจิมประไพ. (2538). *องค์ประกอบบางประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิต บัณฑิตศึกษา*. ปรินญานิพนธ์. พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.
 ถ่ายเอกสาร.
- อาณัฐ ตันโช. (2550). *การกำจัดของเสียโดยจุลินทรีย์*. สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2558, จาก
<http://www.oknation.net/blog/kontan/2007/08/13/entry-2>.
- อารมณ เพชรชื่น. (2527). *เทคนิคการวัดและประเมินผลการศึกษา ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ(บางแสน).

- อัฉรา สุชารมณี. (2530). *การศึกษาเปรียบเทียบนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าระดับความสามารถกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปกติ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อัมพร เทียงตรงดี. (2555). *เอกสารประกอบการสอนวิชาจุลชีวและปฐพีวิทยา*. สุพรรณบุรี: วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี.
- อารี พันธุ์มณี. (2546). *จิตวิทยาสร้างสรรค์การสอน*. กรุงเทพฯ: ไผ่ไหม.
- อิสริยา หนูจ้อย. (2549). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาเรื่องระบบนิเวศในนาข้าวสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. ปริญญาโท กศ.ม. (การศึกษามัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Alamo, Samiul Joseph. (1969, March). -A Study of factors Influencing Value preference in Environmental Problems of Seventh Through Twelfth Grade Student. *Dissertstion Abstracts International*. 39: 5427k.
- Becker, Leners Marcia. (1975). *The effect of the Resident Outdoor Experience on Attitudinal change Environmental Issue*. 4566.
- Bloom, Benjamin S. Bloom, Benjamin S.; et al. (1971). *Hand book on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: Mc Graw-Hill Book Company
- (1976). *Taxonomy Of Education Objectives*. Handbook 1. Cognitive Domain. New York: David Mc Kay Company.
- Burchett. B.M. (1972, Februaray). descriptive study Of fouth, fifth and sixth grade students, attitude relating to environmental problems". *Dissertsation Abstracts International*. 4439A.
- Devito Alfred; & Gerald H. KrockOver. (1976). *Creative sciencing Ideas Activities for Teachers and Children*. Little, Brown and Company.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: MC Grow-Hill.
- Norman, John T. (1992. September). Systematic Modeling versus the Learning Cycl. Comparative Effects of Integrated Science Process Skills Achievement. *Journal Of Research in Science teaching*. 29(1 715-727).
- Wallerstein, Harvey. (1971). *A Dictionary of Psychology*. Maryland Penguin Book.
- Zacher,L. (1975). *A student of Facter Affecting the Environmental Knowlage of Elevent Grade students In Montana Doctoral Dissertation*. University of Montana, 1974.





รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผศ.ดร.เอก แสงวิเชียร

ภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ผศ.ดร.พิชาภัค สมบูรณ์ทรัพย์

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ดร.บุญรอด ชาติยานนท์

คณะศึกษาศาสตร์

โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยศิลปากร

อาจารย์สมชาย เลิศพรสุขสวัสดิ์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์

อาจารย์คุณิกร ศรีประดู่

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม

ที่ ศธ 0519.12/ 0446



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

เนื่องด้วย นายเอกภพ สร้อยฟ้า นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์” โดยมี อาจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอก แสงวิเชียร เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจด้านเนื้อหา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายเอกภพ สร้อยฟ้า และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิติสดี โทรศัพท์ 084-671-7731



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 15664

ที่ ศธ 0519.12/ 0448

วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นายเอกภพ สร้อยฟ้า นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์ เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์” โดยมี อาจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชามัก สมบูรณ์ทรัพย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจด้านเนื้อหา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายเอกภพ สร้อยฟ้า และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 084-671-7731

ที่ ศธ 0519.12/ ๑๑๑



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๕ กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

เนื่องด้วย นายเอกภพ สร้อยฟ้า นิติระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์ เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์” โดยมี อาจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.บุญรอด ชาดิยานนท์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจด้านภาษา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายเอกภพ สร้อยฟ้า และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิติ โทรศัพท 084-671-7731

ที่ ศธ 0519.12/ 0999



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

11 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดสิงห์

เนื่องด้วย นายเอกภพ สร้อยฟ้า นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์” โดยมี อาจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภทราชัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายสมชาย เลิศพรสุขสวัสดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจด้านหลักสูตรและการสอน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายเอกภพ สร้อยฟ้า และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 084-671-7731

ที่ ศธ 0519.12/ ๐๑๑๗



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดดุสิตาราม

เนื่องด้วย นายเอกภพ สร้อยฟ้า นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์” โดยมี อาจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภทราชัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นางสาวคุณิกร ศรีประดู่ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจด้านวัดผลและประเมินผล

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายเอกภพ สร้อยฟ้า และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันตวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 084-671-7731

ภาคผนวก ข

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย
- แบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

- คำชี้แจง: 1 แบบทดสอบนี้ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2 แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 40 ข้อ
3 จงเลือกตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวแล้วระบายด้วยดินสอ 2B ลงใน

กระดาษคำตอบ

- 4 ห้ามทำเครื่องหมายใดลงแบบทดสอบ
- 5 หากมีข้อสงสัยให้ถามกรรมการคุมสอบ

คำสั่ง: จงเลือกตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

- 1 ข้อใดกล่าวถึงความหมายของจุลินทรีย์ได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า
 - ข. สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กสามารถดูได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์
 - ค. สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กได้ชื่อว่าเป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ
 - ง. สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กซึ่งจำแนกทางรูปร่างกับการติดสีย้อม
- 2 ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงจุลินทรีย์ถูกต้องที่สุด
 - ก. ต้องเป็นพื้นแดงคันที่เท้าจึงบอกกับเพื่อนว่าเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์
 - ข. ดื่มน้ำอาหารไปสองถ้วยกล้องจุลทรรศน์พบสิ่งมีชีวิตรูปท่อน
 - ค. เต็มไปพรวนดินในสวนเห็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กสามารถเคลื่อนไหวได้
 - ง. ต้องรู้สึกคันจนบอกจึงบอกว่าเกิดอาการภูมิแพ้ซึ่งเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์
- 3 จุลินทรีย์ที่มีลักษณะกลม เป็นสาเหตุให้เกิดอาการท้องร่วง คือจุลินทรีย์ชนิดใด
 - ก. *Spilulina*
 - ข. *Streptococcus sp.*
 - ค. *E.coli*
 - ง. *Lactobacillus sp*

4 จากรูปจุลินทรีย์ที่นักเรียนเห็นเป็นจุลินทรีย์ประเภทใด



- ก. cocci
- ข. bacilli
- ค. Spiral
- ง. coccobacilli

5 ในการแบ่งประเภทจุลินทรีย์ตามสีย้อมจะได้กี่ประเภท

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

6 เราย้อมสีจุลินทรีย์เพื่อจุดประสงค์ใด

- ก. เพื่อใช้แบ่งประเภทของจุลินทรีย์
- ข. เพื่อช่วยในการมองเห็นในกล้องจุลทรรศน์
- ค. เพื่อให้ทราบโครงสร้างภายในของจุลินทรีย์
- ง. เพื่อให้ทราบรูปร่างของจุลินทรีย์

7 การที่จุลินทรีย์ติดสีย้อมได้นั้น สีย้อมคือสีใด

- ก. สีแดงจากฟีนอลเรด สีม่วงจากเจนเชียลไวโอเลต
- ข. สีแดงจากซาฟานิน สีม่วงติดจากคริสตัลไวโอเลต
- ค. สีแดงจากซาฟานิน สีม่วงจาไอโอดีน
- ง. สีแดงจากฟีนิลเรด สีม่วงจาก คริสตัลไวโอเลต

8 เราเรียกจุลินทรีย์ที่ย้อมติดสีแดงและสีม่วงว่าอะไร

- ก. สีแดงจุลินทรีย์แกรมบวก สีแดงจุลินทรีย์แกรมลบ
- ข. สีแดงจุลินทรีย์แกรมผสม สีม่วงจุลินทรีย์แกรมบวก
- ค. สีแดงจุลินทรีย์แกรมลบ สีม่วงจุลินทรีย์แกรมบวก
- ง. สีแดงจุลินทรีย์แกรมศูนย์ สีม่วงจุลินทรีย์แกรมลบ

9 ในการแบ่งประเภทของจุลินทรีย์ตามลักษณะรูปร่างมีความสำคัญอย่างไร

- ก. เพื่อจัดจำแนกจุลินทรีย์ออกเป็นกลุ่ม
- ข. เพื่อช่วยในการมองเห็น
- ค. เพื่อให้ทราบโครงสร้างภายใน
- ง. เพื่อช่วยให้จดจำลักษณะได้ง่าย

10 ถ้าพูดถึงผลิตภัณฑ์ประเภทโยเกิร์ตนักเรียนจะนึกถึงจุลินทรีย์ชนิดใด

- ก. *Spilulina*
- ข. *Streptococcus sp.*
- ค. *E.coli*
- ง. *Lactobacillus sp*

11 ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่จะต้องใช้จุลินทรีย์ประเภทใดเพื่อช่วยในการฟูของขนม

- ก. *Spilulina*
- ข. Yest.
- ค. *E.coli*
- ง. *Lactobacillus sp*

12 น้านมพาสเจอร์ไรซ์ สามารถเก็บในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียสได้นานเท่าใด

- ก. 7 วัน
- ข. 14 วัน
- ค. 21 วัน
- ง. 30 วัน

13 การหมักเป็นหลักการที่คนใช้ผลิตสุราหลักการที่สำคัญในการทำสุรา คืออะไร

- ก. ใช้เชื้อราเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเมทิลแอลกอฮอล์
- ข. ใช้ยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเมทิลแอลกอฮอล์
- ค. ใช้เชื้อราเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอธิลแอลกอฮอล์
- ง. ใช้ยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอธิลแอลกอฮอล์

14 อ้อยพบว่าบริเวณผิวหนังมีอาการคัน มีกลากเกลื้อน จากอาการที่อ้อยเป็นจากสิ่งใด

- ก. รา
- ข. ยีสต์
- ค. แบคทีเรีย
- ง. ฝุ่นละออง

จากสถานการณ์ต่อไปนี้จึงตอบคำถามข้อ 15-16

ชุมชนแห่งหนึ่งมีแหล่งน้ำอยู่ 2 แหล่ง คือแหล่ง A และ B โดยแหล่ง A นั้นมีร้านค้าอยู่รอบบริเวณแหล่งน้ำซึ่งทั้งขยะเศษอาหารลงในแหล่งน้ำจึงทำให้เกิดน้ำเสียแต่แหล่งน้ำ B เป็นแหล่งน้ำที่ใสสะอาด

15 จากสถานการณ์นี้นักเรียนคิดว่าจุลินทรีย์ประเภทใดที่อาศัยในแหล่งน้ำ A

- ก. ประเภทชอบออกซิเจน
- ข. ประเภทไม่ชอบออกซิเจน
- ค. ประเภทสร้างกรด
- ง. ประเภทสร้างสารพิษ

16 นักเรียนคิดว่าสาเหตุที่ทำให้แหล่งน้ำ A เน่าเสียเกิดจากสิ่งใด

- ก. เกิดจากสารพิษตกค้างทำให้จุลินทรีย์ในน้ำตาย
- ข. เกิดจากคราบไขมันจากร้านอาหาร
- ค. เกิดจากจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์เร็วเกินไป
- ง. เกิดจากสิ่งปฏิกูลในแหล่งน้ำ A

17 ข้อใดคือประโยชน์ของจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ

- ก. จุลินทรีย์ช่วยเพิ่มออกซิเจนในน้ำ
- ข. จุลินทรีย์จะช่วยยับยั้งสิ่งปฏิกูลในน้ำไม่ให้เน่าเสีย
- ค. จุลินทรีย์จะย่อยสารอินทรีย์ในน้ำเสีย
- ง. จุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต

18 แบคทีเรียที่บ่งบอกถึงอันตรายในการปนเปื้อนทำให้ท้องเสียเกิดจากแบคทีเรียชนิดใด

ก. *Spilulina*

ข. *Streptococcus sp.*

ค. *E.coli*

ง. *Lactobacillus sp*

19 อาหารใดมีโอกาสเกิดอาหารพิษจาก *Staphylococcus aureus* น้อยที่สุด

ก. ลูกชุบ ขนมนั่น

ข. นมข้นหวาน สาหร่ายทอดกรอบ

ค. เกี้ยวซ่า ปอเปี๊ยะสด

ง. สาเกใส่หมู ข้าวเกรียบปากหม้อ

20 จุลินทรีย์ใดที่นิยมใช้ทางการแพทย์

ก. *Penicillium*

ข. *Spilulina*

ค. *Streptococcus sp.*

ง. *E.coli*

21 ข้อใดถูก

ก. แบคทีเรียทุกชนิดเป็นจุลินทรีย์ก่อโรค ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

ข. ราทุกชนิดเป็นจุลินทรีย์ก่อโรค ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

ค. ยีสต์ทุกชนิดเป็นจุลินทรีย์ก่อโรค ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

ง. โรคอาหารเป็นพิษ ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากแบคทีเรีย

22 ข้อใดไม่ช่วยควบคุมความเสี่ยงต่อการเกิดอาหารเป็นพิษ

ก. เก็บรักษาวัตถุดิบ พักเนื้อสัตว์ อาหารทะเล ระหว่างอุณหภูมิ 20 -30 องศาเซลเซียส

ข. ควบคุมนกบินผ่านบริเวณที่ประกอบอาหาร

ค. ควบคุมการแต่งกาย และการล้างมือ ของวิศวกรที่เข้าไปซ่อมเครื่องจักรขณะแปรรูปอาหาร

ง. เก็บรักษาน้ำมันพาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส

23 ข้อใดผิดเกี่ยวกับแบคทีเรียโคลิฟอร์ม

- ก โคลิฟอร์ม คือกลุ่มของแบคทีเรีย แกรมลบ
- ข รูปร่างเป็นท่อน สร้างสปอร์
- ค เป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งมีอากาศและไม่มีอากาศ
- ง แบคทีเรียกลุ่มนี้ ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สุขภาพอาหารและน้ำ

24 อาหารกระป๋องที่เป็นกรดต่ำ มีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายจากแบคทีเรียใด

- ก Bacillus cereus
- ข Clostridium perfringens
- ค Salmonella
- ง Clostridium botulinum

25 ในการตรวจจุลินทรีย์ระหว่างน้ำดีและน้ำเสียลักษณะผลการส่องดูจะเป็นอย่างไร

- ก. ขนาดของจุลินทรีย์ในน้ำเสียใหญ่กว่าน้ำดี
- ข. จุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียมีสิ่งสกปรกอยู่ในเซลล์
- ค. จุลินทรีย์ในน้ำดีปราศจากสิ่งปนเปื้อนในเซลล์
- ง. ถูกทุกข้อ

26 หลักการทำให้น้ำสะอาดโดยจุลินทรีย์ใช้หลักการใด

- ก. ใช้จุลินทรีย์ปล่อยออกซิเจนออกมามากๆ
- ข. ให้จุลินทรีย์ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาๆ
- ค. ให้จุลินทรีย์ไปจับกินสารอินทรีย์
- ง. ให้จุลินทรีย์เพิ่มสารอินทรีย์

27 โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำชาวบ้านจึงร้องเรียนเจ้าหน้าที่ ถ้านักเรียนเป็นชาวบ้านระหว่างรอเจ้าหน้าที่นักเรียนควรทำอย่างไร

- ก. ร่วมกันขับไล่ประท้วงโรงงานให้รับผิดชอบ
- ข. ร่วมใจกันไม่ทิ้งขยะลงในคลองเพิ่มเติม
- ค. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำในแต่ละวัน
- ง. นำน้ำจากคลองมาสาธิตใส่โรงงาน

28 จุลินทรีย์ในแหล่งน้ำมีบทบาทอย่างไร

- ก. ช่วยไม่ให้น้ำเน่าเสีย
- ข. ช่วยบ่งบอกทรัพยากรในแหล่งน้ำ
- ค. ช่วยทำให้น้ำเสีย
- ง. ช่วยให้มีสิ่งปนเปื้อนมากขึ้น

29 การที่ช่วยเพิ่มจุลินทรีย์ชนิดดีให้กับน้ำจะช่วยให้เกิดผลอย่างไร

- ก. มีสารอินทรีย์สูงขึ้น
- ข. มีค่า BOD สูงขึ้น
- ค. มีออกซิเจนในน้ำมากขึ้น
- ง. มีคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมากขึ้น

30 แบคทีเรียกลุ่มใดที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ถ้าพบในแหล่งน้ำ

- ก. *Fecal Aral root*
- ข. *Clostridium perfringens*
- ค. *Salmonella*
- ง. *Clostridium botulinum*

31 จุลินทรีย์มีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมด้านใดบ้าง

- ก. บำบัดน้ำเสีย
- ข. ผลิตนมเปรี้ยว
- ค. ผลิตยาปฏิชีวนะ
- ง. ผลิตซีอิ๊วขาว

32 ค่าปริมาณที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำคือค่าใด

- ก. BO
- ข. DO
- ค. BOD
- ง. COD

33 จากคำตอบข้อที่ 24 ค่ามาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดว่าถ้าเกินเท่าใดจึงเป็นน้ำเสีย

- ก. ไม่เกิน 20mg/L
- ข. ไม่เกิน 30mg/L
- ค. ไม่เกิน 45 mg/L
- ง. ไม่เกิน 50 mg/L

34 ข้อใด ไม่ใช่ หลักการบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์

- ก. จุลินทรีย์ช่วยทำลายสิ่งมีชีวิตในน้ำ
- ข. จุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย
- ค. จุลินทรีย์ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ
- ง. จุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำให้หมดไป

35 จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นจุลินทรีย์ตั้งต้นในการทำน้ำหมักชีวภาพเป็นจุลินทรีย์ประเภทใด

- ก. ชอบออกซิเจน
- ข. ไม่ชอบออกซิเจน
- ค. ชอบคาร์บอนไดออกไซด์
- ง. ไม่ชอบคาร์บอนไดออกไซด์

36 ความแตกต่างระหว่างน้ำหมักชีวภาพกับอีเอ็มบอลต่างกันอย่างไร

- ก. น้ำหมักชีวภาพสามารถไม่ต้องรอให้ส่วนผสมย่อยสลาย
- ข. น้ำหมักชีวภาพใช้จุลินทรีย์ตั้งต้นคนละชนิดกับอีเอ็มบอล
- ค. น้ำหมักชีวภาพมีส่วนผสมของปุ๋ยหมักจากธรรมชาติ
- ง. น้ำหมักชีวภาพเมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายแล้วไม่เหลือสิ่งตกค้าง

37 ในการปลูกจิตสำนึกที่ดีในการที่ใช้ประชากรอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำควรใช้วิธีใดดีที่สุด

- ก. ติดป้ายไม่ให้ทิ้งขยะลงแม่น้ำลำคลอง
- ข. ทำมาตรการปรับบุคคลที่ทำให้แม่น้ำเน่าเสีย
- ค. รณรงค์สร้างจิตสำนึกในกับประชาชนในการอนุรักษ์น้ำ
- ง. ถูกทุกข้อ

38 ข้อใดไม่ใช่ผลที่เกิดจากการใช้น้ำหมักชีวภาพ (วิเคราะห์)

- ก. ทำให้น้ำเกิดความใสสะอาด
- ข. ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้น
- ค. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเพิ่มขึ้น
- ง. สารอินทรีย์ในน้ำถูกย่อยสลายได้ดี

39 ข้อใดเป็นการดูแลรักษาทรัพยากรน้ำอย่างง่ายที่สุด

- ก. ไม่ทิ้งสิ่งปฏิกูลลงในน้ำ
- ข. ใช้น้ำอย่างประหยัด
- ค. จัดระบบน้ำเสียในชุมชน
- ง. แจ้งเจ้าหน้าที่เมื่อพบสิ่งผิดปกติในน้ำ

40. การนำน้ำทิ้งจากการอุปโภคมาใช้น้ำรดต้นไม้สมควรหรือไม่

- ก. ไม่สมควร เพราะจะทำให้ต้นไม้ตาย
- ข. ไม่สมควร เพราะเป็นน้ำไม่สะอาด
- ค. สมควร เพราะเป็นการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์
- ง. สมควร เพราะประหยัดค่าน้ำ

.....

แบบวัดความตระหนัก ต่อปัญหาน้ำเสียสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

- คำชี้แจง: 1. แบบวัดนี้เป็นแบบวัดความตระหนัก ต่อปัญหาน้ำเสียสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นและความรู้สึกต่อปัญหาน้ำเสีย
2. นักเรียนมีอิสระในการเลือกตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน คำตอบของนักเรียน ไม่มีถูกและผิด และไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียน
3. แบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย ชุดนี้มี 20 ข้อ ให้นักเรียนตอบให้ครบทุกข้อ
4. วิธีตอบให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อให้เข้าใจและพิจารณาเลือกตอบโดยทำเครื่องหมาย / ลง ในช่องข้อความด้านขวา ที่ตรงกับความเห็นนักเรียนโดยใน 1 ข้อ สามารถทำเครื่องหมายได้เพียงครั้งเดียว
5. ความหมายของคำตอบในแต่ละระดับความคิดเห็น
- | | |
|----------------------|---|
| เห็นด้วยอย่างยิ่ง | หมายความว่า นักเรียนมีความคิดเห็นด้วยอย่างยิ่งกับสถานการณ์ที่กำหนด |
| เห็นด้วย | หมายความว่า นักเรียนมีความคิดเห็นด้วยกับสถานการณ์ที่กำหนด |
| ไม่แน่ใจ | หมายความว่า นักเรียนมีความคิดเห็นไม่แน่ใจกับสถานการณ์ที่กำหนด |
| ไม่เห็นด้วย | หมายความว่า นักเรียนมีความคิดไม่เห็นด้วยกับสถานการณ์ที่กำหนด |
| ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง | หมายความว่า นักเรียนมีความคิดไม่เห็นอย่างยิ่งด้วยกับสถานการณ์ที่กำหนด |

แบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. นักเรียนเห็นว่าน้ำทิ้งจากชุมชน ทำให้น้ำเสีย					
2. นักเรียนเห็นว่าปัญหาน้ำเสีย จากชุมชนส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตใน ชุมชน					
3. น้ำเสียจากบ้านเรือนจะทำให้ จุลินทรีย์ที่ดีเจริญมากขึ้น					
4. เมื่อนักเรียนเห็นเพื่อนทิ้งขยะลง คลองนักเรียนจะเข้าไปเตือนเพื่อน					
5. นักเรียนรีบแจ้งผู้ใหญ่เมื่อพบ โรงงานปล่อยน้ำเสียลงสู่คลอง					
6. นักเรียนรู้สึกเศร้าใจเมื่อพบ สิ่งมีชีวิตตายในลำคลอง					
7. การทิ้งเศษอาหารในลำคลองเป็น การใช้อาหารสิ่งมีชีวิตในลำคลอง					
8. นักเรียนรู้สึกยินดีเมื่อเห็นน้ำใน คลองใสสะอาด					
9. กลิ่นของน้ำในคลองที่เน่าเสีย ส่งผลต่อการดำรงชีวิต					
10. ที่บ้านนักเรียนมีการกรองขยะ หรือไขมันก่อนปล่อยสู่ท่อระบายน้ำ					
11. การนำน้ำที่ใสแล้วไปใช้รดน้ำ ต้นไม้ถือได้ว่าเป็นการช่วยลด ปัญหาน้ำเสีย					
12. สิ่งปฏิกูลที่ลอยในน้ำมีผลทำให้ แสงและออกซิเจนในน้ำลดลงทำให้น้ำ เสีย					
13. นักเรียนมีส่วนร่วมในการรณรงค์ การแก้ปัญหาน้ำเสีย					

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
14. น้ำหมักชีวภาพสามารถ แก้ปัญหาหน้าเสียได้					
15. การใช้โอเอ็มบอลทำให้น้ำเสีย มากขึ้น					
16. นักเรียนคิดว่าการใช้น้ำหมัก ชีวภาพเป็นการแก้ปัญหาด้วย ปลายเหตุการ					
17. การจัดตั้งชุมนุมเพื่อแก้ปัญหา น้ำเสียเป็นสิ่งที่ดี					
18. การดูแลแหล่งน้ำเป็นหน้าที่ของ ทุกคน					
19. หากรัฐบาลมีนโยบายแก้ปัญหา น้ำเสียนักเรียนจะร่วมปฏิบัติทันที					
20. การให้ความรู้เรื่องปัญหาน้ำเสีย เป็นสิ่งสำคัญ					

ภาคผนวก ค

- ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง จุลินทรีย์
เพื่อการบำบัดน้ำเสีย
- ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย จำนวน 40 ข้อ
โดยใช้การวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ (Item Analysis) เทคนิค 27%

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.75	0.30	21	0.65	0.40
2	0.70	0.40	22	0.65	0.40
3	0.80	0.50	23	0.80	0.40
4	0.60	0.40	24	0.70	0.30
5	0.55	0.30	25	0.55	0.30
6	0.75	0.30	26	0.70	0.40
7	0.75	0.30	27	0.80	0.30
8	0.75	0.30	28	0.75	0.30
9	0.45	0.50	29	0.80	0.40
10	0.70	0.50	30	0.80	0.40
11	0.85	0.30	31	0.80	0.40
12	0.70	0.50	32	0.85	0.30
13	0.85	0.30	33	0.40	0.40
14	0.85	0.30	34	0.45	0.70
15	0.85	0.40	35	0.85	0.30
16	0.35	0.30	36	0.85	0.30
17	0.45	0.50	37	0.60	0.40
18	0.80	0.40	38	0.65	0.50
19	0.85	0.30	39	0.85	0.30
20	0.65	0.50	40	0.80	0.40

ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง (0.53-0.85) ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง (0.30-0.70)
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย มีค่าความเชื่อมั่นที่ 0.834

ตาราง 5 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสีย

ข้อ	r	ข้อ	r
1	0.61	11	0.24
2	0.47	12	0.42
3	0.48	13	0.36
4	0.47	14	0.73
5	0.64	15	0.61
6	0.35	16	0.36
7	0.60	17	0.29
8	0.30	18	0.33
9	0.36	19	0.36
10	0.59	20	0.73

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความตระหนักเท่ากับที่ 0.864

ภาคผนวก ง

- รายการประเมินความสอดคล้อง(IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ
- การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย



ตาราง 6 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสียของผู้เชี่ยวชาญ

ชุดกิจกรรม	จุดประสงค์	ผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ							แปล ผล
		ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	
		1	2	3	4	5			
กิจกรรมที่ 1 จุลินทรีย์เป็น อย่างไร	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมาย ของจุลินทรีย์ได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของ จุลินทรีย์ได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3. นักเรียนมีทักษะทำงานกลุ่ม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
กิจกรรมที่ 2 จุลินทรีย์มี ประโยชน์จริง หรือ	1. นักเรียนสามารถบอกจุลินทรีย์ที่ใช้ ทำประโยชน์ได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2. นักเรียนรู้จักผลิตภัณฑ์ที่ทำจาก จุลินทรีย์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3. นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
กิจกรรมที่ 3 มาทดลอง ตรวจจุลินทรีย์ ในน้ำกันเถอะ	1. นักเรียนสามารถปฏิบัติการตรวจ จุลินทรีย์ได้อย่างถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างจุลินทรีย์ ในน้ำดีและน้ำเสียได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3. นักเรียนมีความรับผิดชอบส่งงานตรง เวลา	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
กิจกรรมที่ 4 จุลินทรีย์กับ การบำบัดน้ำ เสีย	1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการการ ทำงานของจุลินทรีย์ในกระบวนการบำบัดน้ำ เสียได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2. นักเรียนสามารถปฏิบัติการทำน้ำหมัก ชีวภาพได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 7 ผลการประเมินความสอดคล้องของคุณภาพของกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จุลินทรีย์เป็นอย่างไร

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ							แปล ผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IC	
	1	2	3	4	5			
1. จุดประสงค์								
1.1 จุดประสงค์ของกิจกรรมระบุชัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.2 มีความเป็นไปได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.3 รายละเอียดเหมาะสม	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
2. ใ้ความรู้								
2.1 เนื้อหามีความถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.4 เนื้อหาสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.5 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
2.6 การใช้ภาษาเข้าใจง่ายไม่วกวน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. กิจกรรม								
3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของ ผู้เรียน	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3.3 เรียงลำดับได้เหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.4 วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองมีความเหมาะสม กับกิจกรรม	+1	+1	+1	0	-1	2	0.40	ปรับแก้
4. แบบทดสอบท้ายกิจกรรม								
4.1 แบบฝึกหัดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
4.3 ครอบคลุมเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 8 ผลการประเมินความสอดคล้องของคุณภาพของกิจกรรมที่ 2 เรื่องจุลินทรีย์มีประโยชน์จริงหรือ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ							แปล ผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IC	
	1	2	3	4	5			
1. จุดประสงค์								
1.1 จุดประสงค์ของกิจกรรมระบุชัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.2 มีความเป็นไปได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.3 รายละเอียดเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2. ใ้ความรู้								
2.1 เนื้อหามีความถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.4 เนื้อหาสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.5 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
2.6 การใช้ภาษาเข้าใจง่ายไม่วกวน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. กิจกรรม								
3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของ ผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	4	1.00	ใช้ได้
3.3 เรียงลำดับได้เหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.4 วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองมีความเหมาะสม กับกิจกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. แบบทดสอบท้ายกิจกรรม								
4.1 แบบฝึกหัดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
4.3 ครอบคลุมเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 9 ผลการประเมินความสอดคล้องของคุณภาพของกิจกรรมที่3 เรื่องมาทดลองตรวจจุลินทรีย์ใน
น้ำกันเถอะ

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ							
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IC	แปล ผล
	1	2	3	4	5			
1. จุดประสงค์								
1.1 จุดประสงค์ของกิจกรรมระบุชัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.2 มีความเป็นไปได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.3 รายละเอียดเหมาะสม	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
2. ใ้ความรู้								
2.1 เนื้อหามีความถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.4 เนื้อหาสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.5 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
2.6 การใช้ภาษาเข้าใจง่ายไม่วกวน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. กิจกรรม								
3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของ ผู้เรียน	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3.3 เรียงลำดับได้เหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.4 วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองมีความเหมาะสม กับกิจกรรม	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ใช้ได้
4. แบบทดสอบท้ายกิจกรรม								
4.1 แบบฝึกหัดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
4.3 ครอบคลุมเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 10 ผลการประเมินความสอดคล้องของคุณภาพของกิจกรรมที่ 4 เรื่องจุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ							แปล ผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IC	
	1	2	3	4	5			
1. จุดประสงค์								
1.1 จุดประสงค์ของกิจกรรมระบุชัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.2 มีความเป็นไปได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.3 รายละเอียดเหมาะสม	4	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
2. ใ้ความรู้								
2.1 เนื้อหามีความถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.2 เนื้อหามีความต่อเนื่อง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.4 เนื้อหาสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.5 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
2.6 การใช้ภาษาเข้าใจง่ายไม่วกวน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3. กิจกรรม								
3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
3.3 เรียงลำดับได้เหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.4 วัสดุอุปกรณ์ในการทดลองมีความเหมาะสมกับกิจกรรม	+1	+1	+1	+1	-1	+1	1.00	ใช้ได้
4. แบบทดสอบท้ายกิจกรรม								
4.1 แบบฝึกหัดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4.2 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
4.3 ครอบคลุมเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 11 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องจูลินทรีย์
เพื่อการบำบัดน้ำเสียของผู้เชี่ยวชาญ

รายการ ประเมิน	ผลจากการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ						รวม	IC	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่								
	1	2	3	4	5				
1	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้	
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
4	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้	
5	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้	
6	+1	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้	
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
9	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้	
10	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้	
11	0	0	+1	+1	0	2	0.40	ตัดทิ้ง	
12	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้	
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
15	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้	
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
17	0	-1	+1	+1	0	1	0.20	ตัดทิ้ง	
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
22	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้	
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ผลจากการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ						รวม	IC	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่								
	1	2	3	4	5				
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
27	+1	+1	+1	0	0	3	0.60	ใช้ได้	
28	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้	
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
31	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้	
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
33	+1	+1	+1	0	0	3	0.60	ใช้ได้	
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
37	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้	
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
40	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้	
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
43	+1	+1	+1	-1	-1	1	0.20	ตัดทิ้ง	
44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
45	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้	

ตาราง 12 ผลการประเมิน ความสอดคล้องของแบบวัดความตระหนักต่อปัญหาน้ำเสียของผู้เชี่ยวชาญ

รายการ ประเมิน	ผลจากการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ						รวม	IC	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่								
	1	2	3	4	5				
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
6	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้	
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
8	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้	
9	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้	
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
14	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้	
15	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้	
16	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้	
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
20	+1	+1	+1	0	0	3	0.60	ใช้ได้	
21	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้	
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	
24	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้	
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้	

ภาคผนวก จ

- ตัวอย่างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องจุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

กิจกรรมที่ 1

จุลินทรีย์เป็นอย่างไร



ที่มา: <https://sites.google.com/site/prayochncaknaphlmi/home/bthbath-khxng-culinthriy-ni-xahar>

จุดประสงค์

- 1 นักเรียนอธิบายความหมายของจุลินทรีย์ได้
- 2 นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของจุลินทรีย์ได้
- 3 นักเรียนมีทักษะในการทำงานกลุ่ม

ใบความรู้ที่ 1

จุลินทรีย์คืออะไร

จุลินทรีย์ คือ สิ่งมีชีวิตเล็กๆที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นจนกว่ามันจะเกาะกลุ่มกัน จุลินทรีย์มีอยู่ในธรรมชาติ ทั้งในน้ำ ในอากาศและในดิน มีทั้งที่เป็นอันตรายต่อการทำให้เกิดโรคกับพืช มนุษย์ สัตว์ และที่เป็นประโยชน์ในการสร้างสารปฏิชีวนะทางการแพทย์สิ่งมีชีวิตต่างๆอาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ ระบบนิเวศของจุลินทรีย์มีหลากหลาย ในที่นี้เราจะศึกษาเรื่องของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อระบบการเพาะปลูกและการเพาะเลี้ยง เพิ่มปริมาณ โดยไม่ต้องเพิ่มต้นทุนการผลิต ที่สำคัญคือ มันจะช่วยรักษา สภาพแวดล้อมและความยั่งยืนของระบบนิเวศ

บทบาทตามธรรมชาติของจุลินทรีย์ คือ ผู้ย่อยสลาย โดยจุลินทรีย์จะเป็นตัวการทำให้ทุกอย่างที่มาจากพืชและสัตว์เน่าเปื่อย ผุพัง แผลกละเอียดจนไม่เหลือซาก กลายเป็นดินที่ยังคงมีธาตุอาหารซึ่งเคยมีอยู่ก่อนการย่อยสลาย ธาตุอาหารนี้จะละลายน้ำได้และรากพืชจะดูดกลับไปเลี้ยงต้นไม้ให้เจริญเติบโตงอกงามอีกครั้ง

ลักษณะที่สำคัญของจุลินทรีย์

โดยการสังเกตรูปร่าง ขนาด โครงสร้าง ของแบคทีเรียจากกล้องจุลทรรศน์ ทำการศึกษาจากเชื้อบริสุทธิ์ เนื่องจากแต่ละเซลล์มีขนาดเล็กมากเป็นไมโครเมตร ซึ่งต้องใช้กำลังขยายประมาณ 1.000 เท่า การย้อมสีเพื่อดูรูปร่างของแบคทีเรียว่ามีลักษณะกลม (Cocci) เป็นท่อน (Bacilli) และเป็นเกลียว (Spirochetes)



ที่มา: <https://sites.google.com/site/prayochncaknaphlmi/home/bthbath-khxng-culinthriy-ni-xahar>

ใบงานที่ 1

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนวาดภาพจุลินทรีย์จากกล้องจุลทรรศน์ที่นักเรียนมองเห็นลงในกรอบ

1

2

3

4

5

6

ใบงานที่ 2

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนเดินชมผลงานของเพื่อนแล้วแบ่งประเภทของจุลินทรีย์

กิจกรรมที่ 2

จุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ



จุดประสงค์

- 1 นักเรียนยกตัวอย่างจุลินทรีย์ในน้ำดีและน้ำเสียได้
- 2 นักเรียนอธิบายประโยชน์และโทษของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำ
- 3 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามจากความรู้และประสบการณ์

ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง จุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ

จุลชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำเป็นการศึกษาจุลินทรีย์และกิจกรรมในน้ำจืด น้ำกร่อย น้ำเค็ม รวมทั้งแหล่งน้ำต่างๆ จุลินทรีย์ที่ศึกษาเป็นพวกไวรัส แบคทีเรียสาหร่าย โพรทิสต์ เชื้อรา จุลินทรีย์บางชนิดมีอยู่เดิมในแหล่งน้ำ บางชนิดถูกนำมาสู่แหล่งน้ำ จากอากาศ ดิน ของเสียจากโรงงานและบ้านเรือน จุลินทรีย์ในแหล่งน้ำมีความสำคัญต่อสุขภาพของคนและสัตว์ และมีความสำคัญในแง่ห่วงโซ่อาหารกับสิ่งมีชีวิตในน้ำในธรรมชาติจะมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ แม้แต่ในน้ำพุร้อน จะพบจุลินทรีย์ประเภททนต่อความร้อน (thermoduric) จุลินทรีย์ที่พบอาจจะเป็นเชื้อประจำถิ่นหรือ เชื้อที่ปนเปื้อน (contaminants) ที่มาจากคนหรือสัตว์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคติดต่อต่างๆ นอกจากนั้น จุลินทรีย์ยังช่วยสร้างสมดุลของสิ่งแวดล้อมโดยย่อยสลายต่อเป็นทอดๆ ทำให้น้ำเป็นน้ำสะอาดในที่สุด เช่น บ่อบำบัดน้ำเสียตามธรรมชาติ (oxidation pond) สำหรับชุมชนเล็กๆ ดังนั้น จึงต้องมีการประเมินคุณภาพน้ำ

จุลินทรีย์ที่บ่งชี้คุณภาพน้ำ (Indicator Microorganisms of water Quality)

แบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform) ฟีคัลโคลิฟอร์มที่สำคัญได้แก่ *Escherichia coli* เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่นจะพบมากในอุจจาระ

แบคทีเรีย (Bacteria)

แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญที่สุดในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาโดยปกติแบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์เซลล์เดียวมีรูปร่างเป็นแท่งกลมหรือเป็นเกลียวแต่ชนิดที่สำคัญที่สุดได้แก่ชนิดที่มีรูปร่างเป็นแท่งเคลื่อนไหวได้แบ่งตามความต้องการของออกซิเจนสามารถแบ่งแบคทีเรียตามความต้องการออกซิเจนได้ 3 กลุ่มคือ

1) แบคทีเรียที่ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญ (aerobic bacteria) ในระบบบำบัดน้ำเสียใช้อากาศจึงจำเป็นต้องทำการกวนหรือเป่าอากาศเพิ่มเติมออกซิเจนให้กับแบคทีเรียกลุ่มนี้มีผลให้การเจริญเติบโตและย่อยสลายสารอินทรีย์ได้เร็วขึ้น

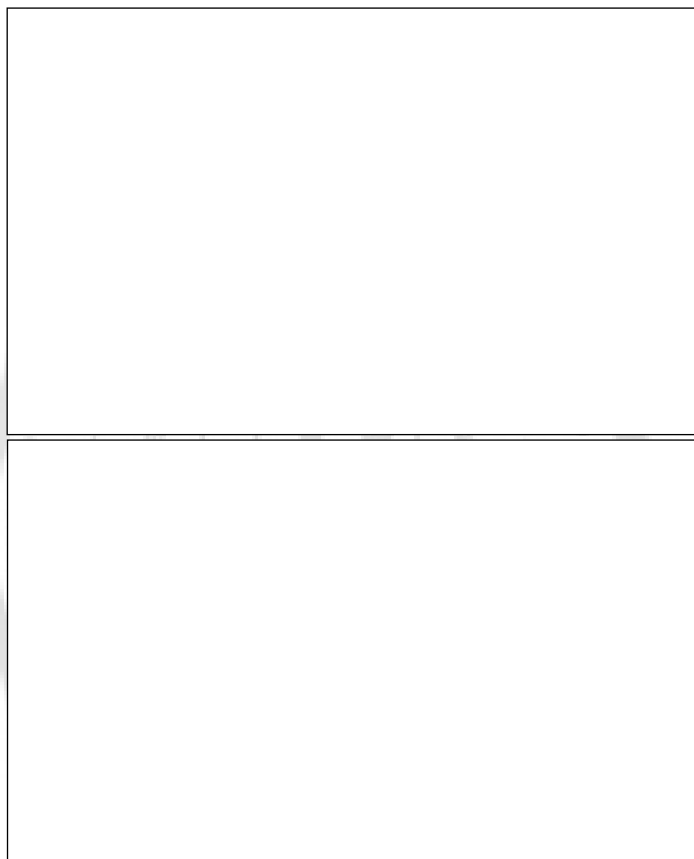
2) แบคทีเรียที่ไม่ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญ (anaerobic bacteria) มีบทบาทสำคัญในระบบบำบัดแบบไร้อากาศซึ่งบางสายพันธุ์ยังสามารถผลิตก๊าซมีเทนได้อีกด้วย

3) แบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (facultative bacteria) สามารถพบแบคทีเรียกลุ่มนี้ได้ทั้งในบ่อบำบัดแบบเปิดที่มีความลึกของบ่อตั้งแต่ 1.5 ม. ขึ้นไป

ใบงานที่ 3

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนวาดภาพจากกล่องจุลทรรศน์ ทั้ง 2 กล่อง แล้วนำมาวิเคราะห์ว่าภาพจากกล่องใดคือน้ำดี และจากกล่องใดคือน้ำเสีย



อภิปรายสรุป

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่3

การตรวจจุลินทรีย์ในน้ำเสีย



ที่มา: http://52010214120g013.blogspot.com/2012/05/blog-post_02.html

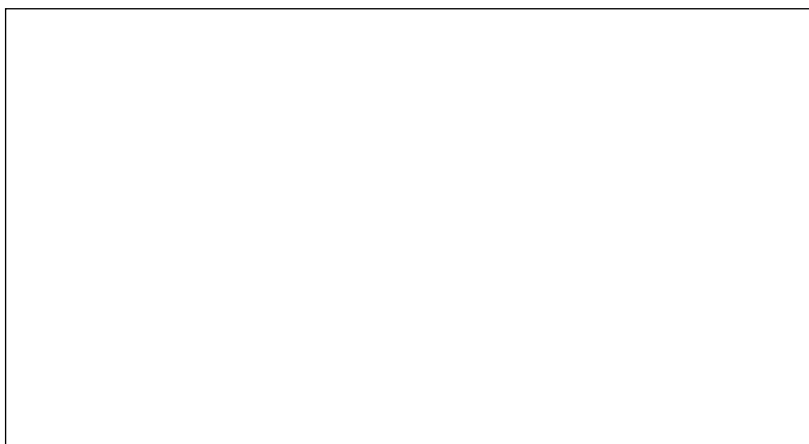
จุดประสงค์

- 1 นักเรียนสามารถปฏิบัติการตรวจจุลินทรีย์ได้อย่างถูกต้อง
- 2 นักเรียนสามารถใช้หลักการปนเปื้อนของจุลินทรีย์อธิบายหลักการประเมินความเสี่ยงของน้ำเสีย
- 3 นักเรียนมีทักษะกระบวนการกลุ่ม

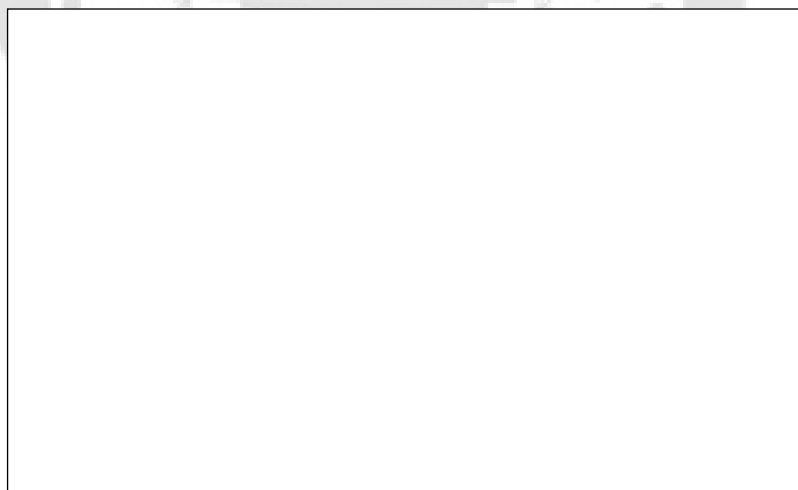
ใบงานที่ 4

ชื่อ-สกุลชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนบันทึกผลการสังเกตเกี่ยวกับลักษณะจุลินทรีย์จากแหล่งน้ำดีและน้ำเสีย
แหล่งน้ำดี



แหล่งน้ำเสีย



สรุป

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 4



จุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย

จุดประสงค์ชุดกิจกรรมที่ 4 จุลินทรีย์กับการบำบัดน้ำเสีย

- 1 นักเรียนสามารถอธิบายหลักการการทำงานของจุลินทรีย์ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียได้
- 2 นักเรียนสามารถปฏิบัติการทำน้ำหมักชีวภาพได้
- 3 นักเรียนทดลองและสรุปประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียโดยการใช้ น้ำหมักชีวภาพ
- 4 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทำงานกลุ่มได้

เวลาที่ใช้ 300 นาที

ใบความรู้เรื่อง น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ คือ น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักเศษซากพืช ซากสัตว์ หรือสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่หาได้ในท้องถิ่นด้วยจุลินทรีย์จำเพาะ ซึ่งอาจหมักร่วมกับกากน้ำตาลหรือน้ำตาลทรายแดง กระบวนการหมักของน้ำหมักชีวภาพจะเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลและน้ำตาลจากสารอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงาน แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. การหมักแบบต้องการออกซิเจน เป็นการหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการออกซิเจนสำหรับกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ เพื่อสร้างเป็นพลังงาน และอาหารให้แก่เซลล์ การหมักชนิดนี้จะเกิดน้อยในกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพ และมักเกิดในช่วงแรกของการหมัก แต่เมื่อออกซิเจนในน้ำและอากาศหมด จุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนจะลดน้อยลง และหมดไปจนเหลือเฉพาะการหมักจากจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน

2. การหมักแบบไม่ต้องการออกซิเจน เป็นการหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจนสำหรับกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ เพื่อสร้างเป็นพลังงาน และอาหารให้แก่เซลล์ การหมักชนิดนี้จะเกิดเป็นส่วนใหญ่ในกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพ ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ส่วนพวกเมือกเป้นและก๊าซซัลไฟด์ปล่อยออกมาเล็กน้อย

ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ

ด้านสิ่งแวดล้อม

- ใช้เติมในระบบบำบัดน้ำเสียจากการเกษตร ปศุสัตว์ การประมง โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชน
- ใช้เติมในบ่อขยะ ช่วยย่อยสลายขยะ และกำจัดกลิ่นเหม็น
- ใช้ปรับสภาพของเสียจากครัวเรือนนำไปใช้ประโยชน์ในการเกษตร



ที่มา: <http://puechkaset.com>

สูตรน้ำหมักชีวภาพ

วิธีทำน้ำหมักชีวภาพ

การทำน้ำหมักชีวภาพจะเลือกใช้วัสดุใดในการหมักนั้น ควรเลือกใช้วัสดุหมักที่สามารถหาได้ง่ายในครัวเรือน แปลงเกษตรของตนเองหรือหาได้ง่ายในท้องถิ่น ส่วนหัวเชื้อสามารถเลือกใช้สารเร่งได้น้ำหมักชีวภาพ

หมักจากผักและผลไม้ จำนวน 50 ลิตร (หมัก 7 วัน)

- ผัก หรือผลไม้ 4 ส่วน
- กากน้ำตาล 1 ส่วน
- น้ำ 1 ส่วน
- สารเร่ง จำนวน 1 ซอง (25 กรัม)



ลักษณะน้ำหมักชีวภาพที่หมักสมบูรณ์

1. น้ำหมักชีวภาพมีลักษณะสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้มใส ไม่ขุ่นดำ น้ำหมักจะอยู่ส่วนบน ส่วนกากจะตกลงด้านล่าง
2. น้ำหมักชีวภาพไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า แต่จะมีกลิ่นหอมเหมือนเหล้าหมักหรือมีกลิ่นของกากน้ำตาลและกลิ่นเหม็นเปรี้ยว
3. น้ำหมักชีวภาพจะต้องมีฟองก๊าซหรือไม่มีฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หากเกิดการหมักวัสดุจนหมดแล้ว
4. น้ำหมักชีวภาพจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 3-4



ใบงาน

ชื่อ.....สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองการใช้น้ำหมักชีวภาพเพื่อเปรียบเทียบปริมาณที่ใช้ 50 mL กับ 100mL

ภายในเวลา 7 วัน

วันที่ 1 ก่อนใส่น้ำหมักชีวภาพ

วิธีการวัด	น้ำเสียที่ใส่น้ำหมักชีวภาพ 50mL	น้ำเสียที่ใส่น้ำหมักชีวภาพ 100mL
สีของน้ำ		
ค่า pH		
การตกตะกอน		

วันที่ 7 หลังใส่น้ำหมักชีวภาพ

วิธีการวัด	น้ำเสียที่ใส่น้ำหมักชีวภาพ 50mL	น้ำเสียที่ใส่น้ำหมักชีวภาพ 100mL
สีของน้ำ		
ค่า pH		
การตกตะกอน		

สรุป

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบท้ายกิจกรรมที่ 4 จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

คำชี้แจง นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในการดาษคำตอบ

1. ในหลักการบำบัดน้ำเสียจุลินทรีย์มีความสำคัญอย่างไร
 - ก. จุลินทรีย์ช่วยทำลายสิ่งมีชีวิตในน้ำ
 - ข. จุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย
 - ค. จุลินทรีย์ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ
 - ง. จุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำให้หมดไป
2. จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นจุลินทรีย์ตั้งต้นในการทำน้ำหมักชีวภาพเป็นจุลินทรีย์ประเภทใด
 - ก. ชอบออกซิเจน
 - ข. ไม่ชอบออกซิเจน
 - ค. ชอบคาร์บอนไดออกไซด์
 - ง. ไม่ชอบคาร์บอนไดออกไซด์
3. ความแตกต่างระหว่างน้ำหมักชีวภาพกับอีเอ็มบอลต่างกันอย่างไร
 - ก. น้ำหมักชีวภาพสามารถไม่ต้องรอให้ส่วนผสมย่อยสลาย
 - ข. น้ำหมักชีวภาพใช้จุลินทรีย์ตั้งต้นคนละชนิดกับอีเอ็มบอล
 - ค. น้ำหมักชีวภาพมีส่วนผสมของปุ๋ยหมักจากธรรมชาติ
 - ง. น้ำหมักชีวภาพเมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายแล้วไม่เหลือสิ่งตกค้าง
4. ในการปลูกจิตสำนึกที่ดีในการที่ใช้ประชากรอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำควรใช้วิธีใดดีที่สุด
 - ก. คิดปายไม่ให้ทิ้งขยะลงแม่น้ำลำคลอง
 - ข. ทำมาตรการปรับบุคคลที่ทำให้แม่น้ำเน่าเสีย
 - ค. รณรงค์สร้างจิตสำนึกในกับประชาชนในการอนุรักษ์น้ำ
 - ง. ถูกทุกข้อ
5. ข้อใด ไม่ใช่ผลที่เกิดจากการใช้น้ำหมักชีวภาพ
 - ก. ทำให้น้ำเกิดความใสสะอาด
 - ข. ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้น
 - ค. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเพิ่มขึ้น
 - ง. สารอินทรีย์ในน้ำถูกย่อยสลายได้ดี

6. น้ำหมักชีวภาพ หมายถึง ข้อใด

ก. จี๊วแห้ง

ข. ต้นถั่วที่ไถกลบลงดิน

ค. เศษหญ้าหมักกับมูลสัตว์

ง. การนำเอาพืช ชนิดต่าง ๆ มาหมักกับน้ำตาลทำให้เกิดจุลินทรีย์

7. วัสดุที่เหมาะสมในการใช้เป็นสารจุลินทรีย์สำหรับทำปุ๋ยหมัก คือ ข้อใด

ก. ขากูลท์

ข. เชื้ออีเอ็ม

ค. ลูกแป้งข้าวหมาก

ง. ถูทุกข้อ

8. วัสดุชนิดใด ไม่เหมาะกับการนำมาใช้ทำน้ำหมักชีวภาพ

ก. เศษผักผลไม้

ข. หอยเชอรี่

ค. ไม้ปลา

ง. เนื้อหมู

9. น้ำหมักชีวภาพ มีกี่ประเภท

ก. 1 ประเภท

ข. 2 ประเภท

ค. 3 ประเภท

ง. 4 ประเภท

10. น้ำหมักชีวภาพที่ดีควรมีค่า pH ที่เท่าไร

ก. pH 1-2

ข. pH 3-4

ค. pH 5-6

ง. pH

.....

ภาคผนวก จ

-ภาพประกอบแสดงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย











ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล นายเอกภพ สร้อยฟ้า

วันเดือนปีเกิด 15 พฤษภาคม 2531

ที่อยู่ปัจจุบัน 64 ซอยเพชรเกษม15 ถนนเพชรเกษม แขวงวัดท่าพระ
เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร 10600

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ครู

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2542	ชั้นประถมศึกษาปีที่6 จาก โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ
พ.ศ. 2543	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 จาก โรงเรียนวัดประดู่ในทรงธรรม
พ.ศ. 2548	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-6 จาก โรงเรียนทวีธาภิเศก
พ.ศ. 2553	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2558	การศึกษามหาบัณฑิต การมัธยมศึกษา (การสอนสิ่งแวดล้อม) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ