

การใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 เพื่อลดกลิ่นเหม็นและ
บำบัดน้ำเสีย จากโรงงานแปรงมันสำปะหลัง จังหวัดกำแพงเพชร

นางสาวยุพา บุญซิด

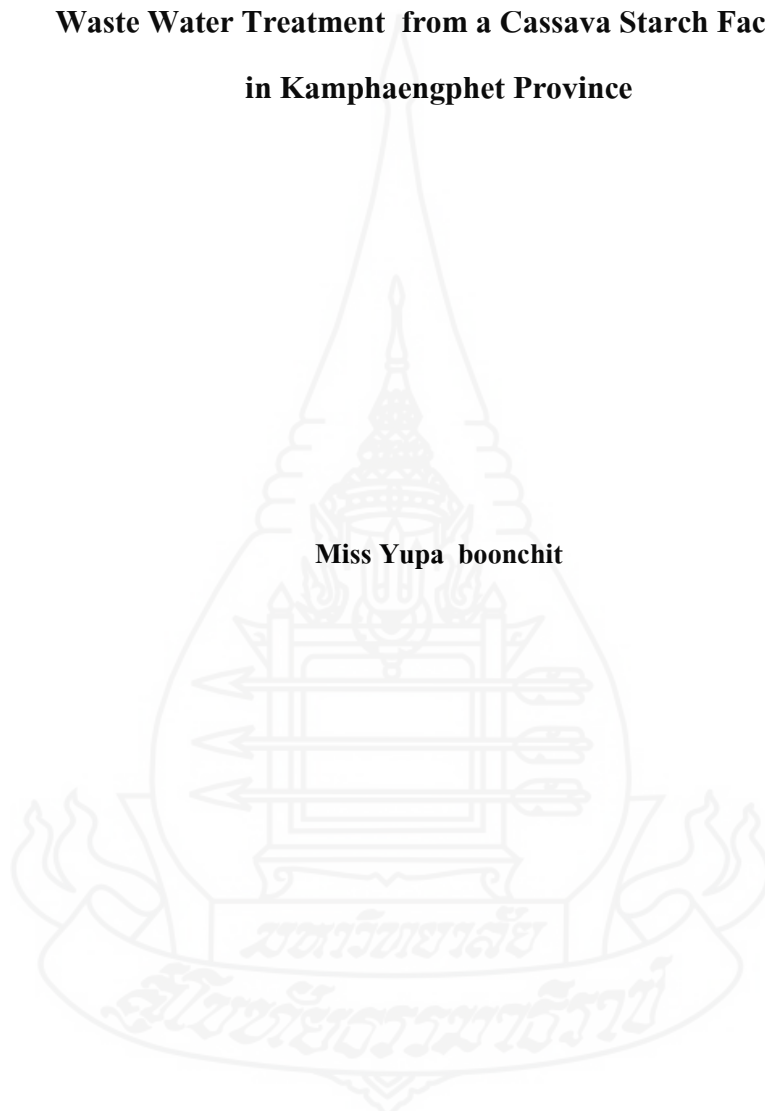


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2553

**Use of Effective Microorganism and Promotor PD 6 to Reduce Stench and
Waste Water Treatment from a Cassava Starch Factory
in Kamphaengphet Province**

Miss Yupa boonchit



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Public Health in Industrial Environment Management

School of Health Science

Sukhothai Thammathirat Open University

2010

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 เพื่อลดกลิ่นเหม็นและ
บำบัดน้ำเสีย จากโรงงานแปรงมันสำปะหลัง จังหวัดกำแพงเพชร
ชื่อและนามสกุล นางสาวยุพา บุญซิด
แขนงวิชา สาธารณสุขศาสตร์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร. ศรีศักดิ์ สุนทรไชย
2. รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2553

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

มัลลิกา ปัญญา

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. มัลลิกา ปัญญาคะโป)

ศรีศักดิ์

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศรีศักดิ์ สุนทรไชย)

สุดาว

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์)

สุจินต์ วิสุทธิ

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิสุทธิรานนท์)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 เพื่อลดกลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสีย จากโรงงาน
แปรงมันสำปะหลัง จังหวัดกำแพงเพชร

ผู้วิจัย นางสาวยุพา บุญชิต **รหัสนักศึกษา** 2495000982 **ปริญญา** สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการ
สิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร. ศรีศักดิ์ สุนทรไชย
(2) รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์ **ปีการศึกษา** 2553

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) ระดับกลิ่นเหม็นก่อนและหลังการใช้จุลินทรีย์ที่มี
ประสิทธิภาพและสารเร่ง พด.6 จากน้ำเสียโรงงานแปรงมันสำปะหลัง (2) ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ
และสารเร่ง พด.6 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียโรงงานแปรงมันสำปะหลัง และ (3) ลักษณะน้ำเสียที่เป็นค่า
ความเป็นกรดเป็นด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดีจากการบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและ
สารเร่ง พด.6 ในระยะเวลาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ 24 ชั่วโมงที่ระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานแปรงมันสำปะหลัง 1 แห่ง
ในจังหวัดกำแพงเพชรมาทำการทดลอง 4 การทดลอง แต่ละการทดลองใช้ตัวอย่างน้ำเสีย จำนวน 16 ตัวอย่าง ตาม
ชนิดของสูตรจุลินทรีย์ 4 สูตร ได้แก่ จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2
ในอัตราส่วนของจุลินทรีย์ต่อกัน และระยะเวลาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน โดยแบ่งการทดลอง
ออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 ทำการคั้น เพื่อหาระดับกลิ่นเหม็นและประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและ
สารเร่งพด.6 ในการลดกลิ่นเหม็นน้ำเสีย โดยใช้อาสาสมัครผู้ทดสอบกลิ่น จำนวน 6 คน และบันทึกผลการตรวจวัด
ระดับกลิ่นเหม็นในแบบประเมินผล ตอนที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนและหลังการใช้ด้วยจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ
และสารเร่งพด.6 ในช่วงระยะเวลาการย่อยสลาย 24 ชั่วโมงที่มีระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด ส่งตัวอย่างน้ำเสียไปยัง
ห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี สถิติที่ใช้ในการ
วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาพบว่า (1) ระดับกลิ่นเหม็นหลังการใช้ด้วยจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและสารเร่ง พด.6
จากน้ำเสียโรงงานแปรงมันสำปะหลังลดลงทุกสูตร โดยจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สารเร่ง พด.6
สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็น 2.44, 2.56, 3.22 และ 2.72 ตามลำดับ จากค่าระดับกลิ่นเหม็นมาก
ที่สุดในช่วง 5.50 - 6.00 (2) ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1
และ สูตรที่ 2 ลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียโรงงานแปรงมันสำปะหลัง ร้อยละ 45.92, 43.33, 25.37 และ 31.29 ตามลำดับ
และ (3) หลังจาการบำบัดน้ำเสียโดยจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 ที่ระยะเวลาการย่อยสลายที่
24 ชั่วโมงพบว่า ลักษณะน้ำเสียลดลงแต่ยังไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีข้อเสนอแนะ
จากการวิจัย คือ ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ สูตรที่ 1 สามารถลดกลิ่นและบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุดและ
ค่าใช้จ่ายของ พด.6 สูตรที่ 2 มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

คำสำคัญ จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ สารเร่ง พด.6 กลิ่นเหม็น การบำบัดน้ำเสีย โรงงานแปรงมันสำปะหลัง

Thesis title: Use of Effective Microorganism and Promoter PD 6 to Reduce Stench and Waste Water Treatment from a Cassava Starch Factory in Kamphaengphet Province

Researcher: Miss Yupa boonchit; **ID:** 2495000982; **Degree:** Master of Public Health (Industrial Environment Management); **Thesis advisors:** (1) Dr. Sarisak Soontornchai, Associate Professor; (2) Sudaw Lertwisuttipaiboon, Associate Professor;

Academic year: 2010

Abstract

The purpose of this study were : (1) to study levels of stench before and after using effective microorganisms (EM) and promoter (PD. 6) from wastewater of a Cassava starch factory; (2) to study the efficiency of EM and promoter PD. 6 for reducing stench from wastewater of the factory; and (3) to study wastewater characteristics as pH, suspended solids, BOD, COD from wastewater treatment of EM and promoter PD. 6 in 24 hours of microbial degradation duration at the least stench level.

This study was an experimental research by collecting wastewater samples from a Cassava starch factory in Kamphaengphet Province for conducting 4 experiments. A total of 16 wastewater samples were used in each experiment according to types of 4 microbial formulas including EM formula 1, EM formula 2, promoter PD. 6 formula 1, and promoter PD. 6 formula 2 in different microorganism - water ratios and microbial degradation durations. The study was divided into 2 parts. Part 1 smelling method by 6 panelists was used for finding stench level and efficiencies of EM and promoter PD. 6 in reducing wastewater stench and stench levels were then recorded in evaluation form. Part 2 the wastewater samples were collected before and after using EM and promoter PD.6 in 24 hours of microbial degradation duration at the least stench level. The samples were sent to a laboratory in order to analyze water quality, pH, suspended solids, BOD, and COD. Statistics employed in data analysis were mean, percentage, and standard deviation.

The findings of the study showed that : (1) the levels of the stench after using EM and promoter PD. 6 from the wastewater were reduced in every formula. EM formula 1, EM formula 2, promoter PD. 6 formula 1, and promoter PD. 6 formula 2 caused average stench levels at 2.44, 2.56, 3.22, and 2.72, respectively, from the highest stench levels between 5.50-6.00; (2) the efficiencies of EM formula 1, EM formula 2, promoter PD. 6 formula 1, and promoter PD. 6 formula 2 reduced the stench levels at 45.92, 43.33, 25.37, and 31.29, respectively; and (3) after microbial wastewater treatment by EM and promoter PD. 6 in 24 hours of microbial degradation duration, wastewater characteristics were reduced but did not comply with the industrial wastewater standard. Research suggestions were that EM formula 1 had the highest efficiency in reducing stench and treating wastewater and the cost of growth promoter (PD. 6) was lowest.

Keywords: Effective microorganism (EM) Promoter PD. 6 stench, Wastewater Treatment, Cassava starch factory

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีศักดิ์ สุนทรไชย รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพฑูลย์ และรองศาสตราจารย์ ดร. มัลลิกา ปัญญาอะโป ที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และแนะแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ด้วยดีเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาและขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชที่ให้โอกาสทางการศึกษาระดับปริญญาโท ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ประสบการณ์ให้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่มีส่วนช่วยอำนวยความสะดวกและบริการเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด กำแพงเพชร ที่ติดต่อประสานงานหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กรมควบคุมมลพิษ กรมพัฒนาที่ดิน ที่จัดฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการวิจัย และผู้อำนวยการสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 เจ้าหน้าที่กลุ่มงาน วิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ คณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร เจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โปรแกรม วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โปรแกรมวิชาเคมี โปรแกรมวิชาชีววิทยา เจ้าหน้าที่สำนักงาน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดกำแพงเพชร เจ้าหน้าที่สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัด กำแพงเพชรและเจ้าหน้าที่สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดกำแพงเพชร พี่ๆเพื่อนๆสข. และ ขอขอบใจนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงเทพ ทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยการศึกษาครั้งนี้ ตลอดจนผู้ที่มีได้กล่าวถึงที่มีพระคุณต่อผู้วิจัยทุกท่าน

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อทวีป-แม่สำเร็จ บุญซิด พี่ชาย น้องสาว น้องชาย และจ.ส.ต.ชนภัทร ธนสาร ที่ได้สนับสนุนการศึกษาและเป็นกำลังใจให้เป็นอย่างดีเสมอมา จนสามารถทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอนมา และผู้ที่สนใจการศึกษาทั้งมวล

ยุพา บุญซิด

ตุลาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
กรอบแนวคิดการวิจัย	3
สมมติฐานการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	4
ข้อจำกัดในการวิจัย	4
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	6
การผลิตแป้งมันสำปะหลัง	6
แนวความคิดเกี่ยวกับน้ำเสียและการบำบัดน้ำเสียของโรงงานแป้งมันสำปะหลัง	14
มลพิษทางอากาศและมลพิษทางกลิ่น	22
จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ	37
สารเร่ง พด.6 สำหรับผลิตสารบำบัดน้ำเสียและขจัดกลิ่นเหม็น	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	45
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	47
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	47
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	47
การเก็บรวบรวมข้อมูล	51
การวิเคราะห์ข้อมูล	57

สารบัญ (ต่อ)

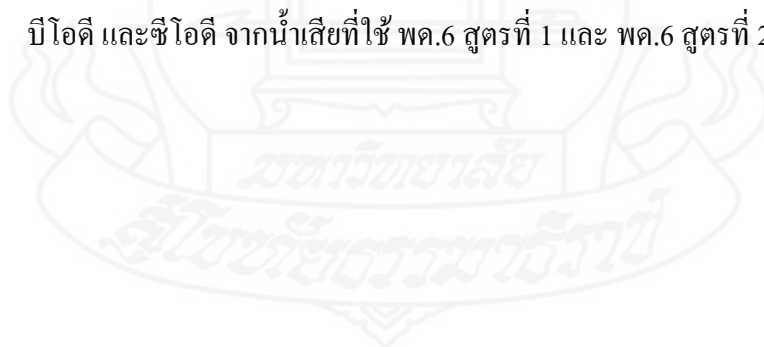
	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	58
ผลการศึกษาระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อนและหลังการใช้ EM สูตรที่ 1 EM สูตรที่ 2 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2	59
ผลการศึกษาประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 1 EM สูตรที่ 2 และประสิทธิภาพของ สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย	64
ผลการศึกษาลักษณะน้ำเสีย ในค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี การบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ระยะเวลา การย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ 24 ชั่วโมง ระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด โดยเปรียบเทียบ กับลักษณะน้ำเสียของชุดควบคุม	69
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	73
สรุปการวิจัย	73
อภิปรายผล	75
ข้อเสนอแนะ	78
บรรณานุกรม	79
ภาคผนวก	82
ก การตรวจวัดกลิ่นด้วยวิธีการดม	83
ข ภาพกิจกรรม	102
ค มาตรฐานคุณภาพอากาศและน้ำเสีย	110
ประวัติผู้วิจัย	121

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของประเทศไทย	8
ตารางที่ 2.2 เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เกี่ยวเกี่ยวผลผลิตและผลผลิตมันสำปะหลังต่อไร่ ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550	9
ตารางที่ 2.3 ปริมาณของเสียของโรงงาน	14
ตารางที่ 2.4 ลักษณะเฉพาะของกลิ่นที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรม	26
ตารางที่ 2.5 สเกลระดับกลิ่น	34
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของภาชนะบรรจุตัวอย่าง	56
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสีย ก่อน-หลังการใช้ EM สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำสะอาดเท่ากับ 1:500 1:1,000 1:2,000 1:4,000 และ 1:8,000	59
ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสีย ก่อน-หลังการใช้ EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำสะอาดเท่ากับ 1:500 1:1,000 1:2,000 1:4,000 และ 1:8,000	61
ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสีย ก่อน-หลังการใช้ พด.6 สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำสะอาด เท่ากับ 1:5, 1:10, 1:20, 1:40 และ 1:80	62
ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสีย ก่อน-หลังการใช้ พด.6 สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำสะอาด เท่ากับ 1:5, 1:10, 1:20, 1:40 และ 1:80	63
ตารางที่ 4.5 ร้อยละประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 1 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย	65
ตารางที่ 4.6 ร้อยละประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 2 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย	66
ตารางที่ 4.7 ร้อยละประสิทธิภาพของ พด.6 สูตรที่ 1 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย	67
ตารางที่ 4.8 ร้อยละประสิทธิภาพของ พด.6 สูตรที่ 2 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย	68
ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี จากน้ำเสียที่ใช้ EM สูตรที่ 1 และ EM สูตรที่ 2	69
ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี จากน้ำเสียที่ใช้ พด.6 สูตรที่ 1 และ พด.6 สูตรที่ 2	71

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อน-หลังการใช้ EM สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำ เท่ากับ 1:500 1:1,000 1:2,000 1:4,000 และ1:8,000.....	60
ภาพที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อน-หลังการใช้ EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ เท่ากับ 1:500 1:1,000 1:2,000 1:4,000 และ1:8,000	61
ภาพที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อน-หลังการใช้พด.6 สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำ เท่ากับ 1:5,1:10,1:20,1:40 และ1:80	62
ภาพที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อน-หลังการใช้พด.6 สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ เท่ากับ 1:5,1:10,1:20,1:40 และ1:80	64
ภาพที่ 4.5 ร้อยละประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 1 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย.....	65
ภาพที่ 4.6 ร้อยละประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 2 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย.....	66
ภาพที่ 4.7 ร้อยละประสิทธิภาพของพด.6 สูตรที่ 1 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย	67
ภาพที่ 4.8 ร้อยละประสิทธิภาพ ของพด.6 สูตรที่ 2 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย.....	68
ภาพที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี จากน้ำเสียที่ใช้ EM สูตรที่ 1และ EM สูตรที่ 2.....	70
ภาพที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี จากน้ำเสียที่ใช้ พด.6 สูตรที่ 1 และ พด.6 สูตรที่ 2.....	71



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสถิติเรื่องร้องเรียนของกรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2550 มีจำนวนทั้งสิ้น 552 เรื่อง ปัญหามลพิษที่ได้รับการร้องเรียนมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ ปัญหากลิ่นเหม็น ปัญหาฝุ่นละอองหรือเขม่าควัน และปัญหาเสียงดังหรือเสียงรบกวน คิดเป็นร้อยละ 41 ร้อยละ 24 และร้อยละ 14 ตามลำดับ (กรมควบคุมมลพิษ: 2550) และสถิติเรื่องร้องเรียนของสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดกำแพงเพชร พ.ศ. 2550 ซึ่งได้รับเรื่องร้องเรียนจากประชาชนมากที่สุด จำนวน 8 เรื่อง คือ ปัญหากลิ่นเหม็นจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง และลานตากมันเส้น จากสถิติการเกษตรประเทศไทย พ.ศ.2550 จังหวัดที่มีปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังมากที่สุด คือ จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีผลผลิตมันสำปะหลัง เท่ากับ 7.02 ล้านตันต่อปี รองลงมา คือ จังหวัดกำแพงเพชร เท่ากับ 1.55 ล้านตันต่อปี จังหวัดกำแพงเพชร มีสถานประกอบกิจการโรงงานแป้งมันสำปะหลัง จำนวน 8 แห่ง และลานตากมัน จำนวน 140 แห่ง ซึ่งทำให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศจากการแปรรูปและกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง เกิดของเสียจากกระบวนการผลิต เช่น ฝุ่นละออง กลิ่นเหม็นรบกวน และปัญหาเสียงดังหรือเสียงรบกวน สร้างความเดือดร้อนรำคาญกับประชาชน อาทิ โรงเรียน สถานีอนามัย ตลาด โรงงาน และบ้านพักอาศัย ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย บั่นทอนสุขภาพจิต และระบบทางเดินหายใจ โดยเฉพาะผู้ที่ไวต่อกลิ่นเหม็นจะได้รับผลกระทบ เช่น เด็กอ่อน หญิงมีครรภ์ ผู้ป่วย คนชรา เป็นต้น ซึ่งไม่สามารถป้องกันและช่วยเหลือตัวเองหรือลดการสัมผัสมลพิษได้ โดยเฉพาะช่วงฤดูการผลิตและแปรรูปมันสำปะหลัง จะเกิดกลิ่นเหม็น และฝุ่นละอองฟุ้งกระจายไปทั่วบริเวณ นอกจากนี้ยังมีการลักลอบปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และพื้นที่ทำการเกษตรบริเวณใกล้เคียง ส่งผลให้แหล่งน้ำมีการปนเปื้อนและการแพร่กระจายของเชื้อโรค รวมไปถึงระบบนิเวศห่วงโซ่อาหารและทรัพยากรสัตว์น้ำและทำให้สิ่งมีชีวิตลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลงจากการรายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 นครสวรรค์ พ.ศ.2550 ได้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ พบว่า แม่น้ำปิงจัดอยู่ในระดับแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 (เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำการประมง การเกษตร และเพื่ออุตสาหกรรม) ในอนาคตหากไม่มีการป้องกันและ

แก้ไขปัญหามลพิษแล้วจะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ รายได้และการท่องเที่ยว ซึ่งแม่น้ำปิงเปรียบเสมือนสายโลหิตของจังหวัดกำแพงเพชร

การแก้ไขปัญหา เรื่องร้องเรียนกลิ่นเหม็นจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังที่ศึกษา ซึ่งเป็นงานสำคัญเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการ ดังนั้น สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดกำแพงเพชร ร่วมกับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริง โดยเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปรับปรุง โดยที่ผ่านมาได้แนะนำให้โรงงานใช้จุลินทรีย์ในการลดกลิ่นเหม็น และดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย แต่ก็ไม่สามารถแก้ไขปัญหากลิ่นเหม็นได้ เนื่องจากขาดความรู้และบุคลากรในการดูแลระบบ และจากแนวคิดเกี่ยวกับการใช้จุลินทรีย์ในการลดกลิ่นเหม็นจากฟาร์มสุกร ฟาร์มไก่ และน้ำเสียจากโรงพยาบาล จึงเกิดความสนใจศึกษาการแก้ไขปัญหาร้องเรียนกลิ่นเหม็น โดยใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ของคิวเซ ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้และไม่ใช้ออกซิเจน มีประสิทธิภาพในการกำจัดกลิ่นเหม็นและไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ราคาถูก และสารเร่ง พด.6 ของกรมพัฒนาที่ดิน เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มประสิทธิภาพการหมักเศษอาหารในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ สำหรับทำความสะอาดคอกสัตว์ ปรับสภาพน้ำในบ่อกักหรือบ่อปลา ปรับสภาพน้ำ บำบัดน้ำเสีย และลดกลิ่นเหม็นตามท่อระบายน้ำ ซึ่งสามารถขอรับได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายที่สถานีพัฒนาที่ดินทุกจังหวัด จึงได้นำจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและสารเร่ง พด.6 มาใช้ในการแก้ไขปัญหาร้องเรียนกลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลัง และนำไปประยุกต์ใช้ในลานตากมันที่มีกลิ่นเหม็น จะเกิดประโยชน์ต่อประชาชนที่ได้รับผลกระทบและสังคมส่วนรวมเป็นอย่างยิ่งนอกจากนี้ยังเป็นฐานข้อมูลแนวทางในการกำจัดกลิ่นเหม็นและการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากโรงงานอุตสาหกรรม และสถานประกอบการต่างๆ ต่อไป

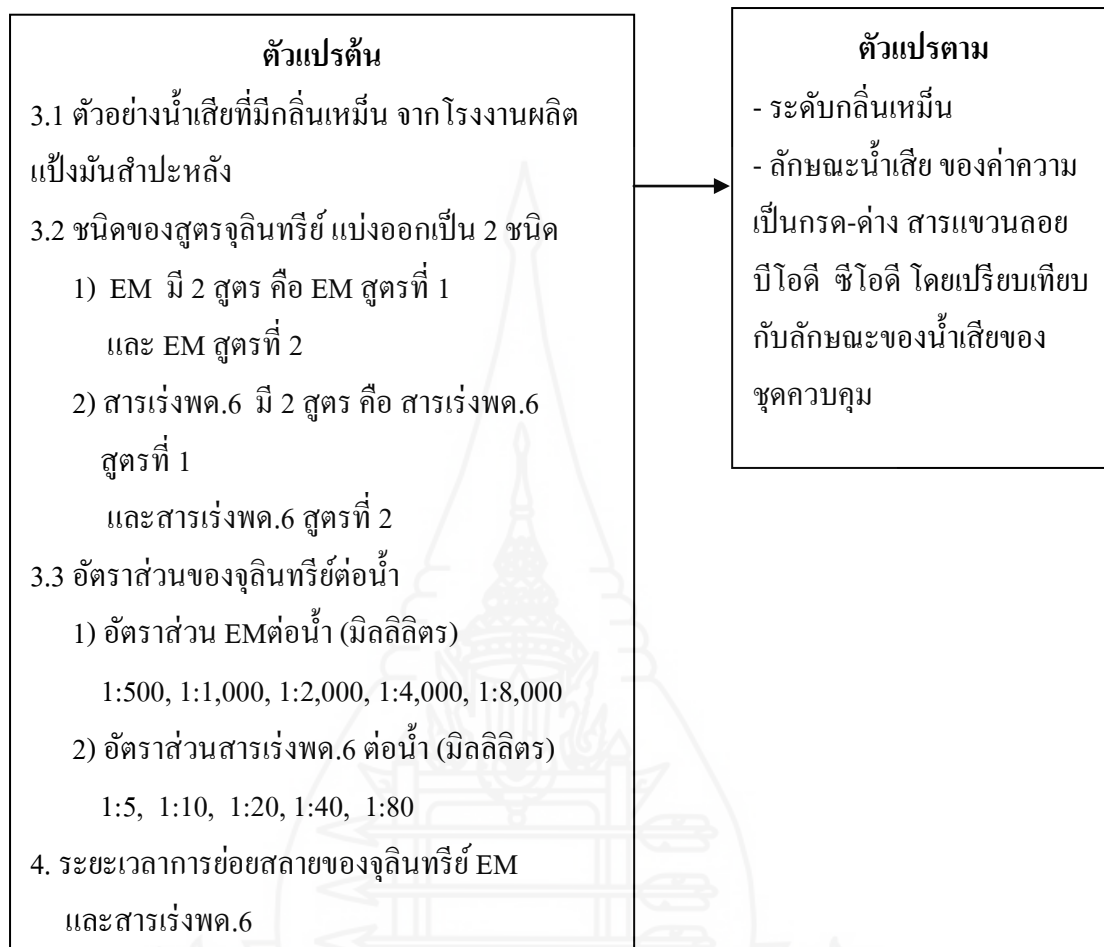
2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาระดับกลิ่นเหม็น ก่อนการใช้และหลังการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 จากน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลัง

2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 ในการลดกลิ่นเหม็น จากน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลัง

2.3 เพื่อศึกษาลักษณะน้ำเสีย ค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี การบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 ในระยะเวลาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ 24 ชั่วโมง ที่ระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด โดยเปรียบเทียบกับลักษณะน้ำเสียของหุคควบคุม

3. กรอบแนวคิดการวิจัย



4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 สามารถลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียโรงงานแอมโมเนียสำหรับปุ๋ยได้

4.2 ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 ที่แตกต่างกัน มีผลต่อการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียโรงงานแอมโมเนียสำหรับปุ๋ย

4.3 จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 สามารถบำบัดน้ำเสียต่างๆ ลักษณะน้ำเสีย ค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี ลดลงได้

5. ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่งพด.6 เพื่อลดกลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสีย จากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง จังหวัดกำแพงเพชร รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง ในห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร โดยการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร ในการวิเคราะห์คุณภาพตัวอย่างน้ำเสีย ผู้วิจัยนำส่งห้องปฏิบัติการสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 นครสวรรค์

6. ข้อจำกัดในการวิจัย

การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย เพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างน้ำเสียในช่วงระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด จำนวน 13 ตัวอย่าง

7. นิยามศัพท์เฉพาะ

7.1 จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้เทคนิคทางชีวภาพรวบรวมเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์หมวดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ ช่วยปรับปรุงสภาพความสมดุลของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น

7.2 สารเร่ง พด.6 หมายถึง เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มประสิทธิภาพการหมักเศษอาหารในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ สำหรับบำบัดน้ำเสีย และลดกลิ่นเหม็น

7.3 ประสิทธิภาพ หมายถึง ร้อยละของผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นก่อนใช้กับค่าเฉลี่ยของระดับกลิ่นเหม็นหลังใช้ หาดด้วยค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นก่อนใช้ ตามสูตร ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของ EM (ร้อยละ)} = \frac{(\text{ค่าเฉลี่ยของระดับกลิ่นเหม็นก่อนใช้ EM} - \text{ค่าเฉลี่ยของระดับกลิ่นเหม็นหลังใช้ EM})}{\text{ค่าเฉลี่ยของระดับกลิ่นเหม็นก่อนใช้ EM}} \times 100$$

$$\text{ประสิทธิภาพของสารเร่ง พด.6 (ร้อยละ)} = \frac{(\text{ค่าเฉลี่ยของระดับกลิ่นเหม็นก่อนใช้สารเร่ง พด.6} - \text{ค่าเฉลี่ยของระดับกลิ่นเหม็นหลังใช้สารเร่ง พด.6})}{\text{ค่าเฉลี่ยของระดับกลิ่นเหม็นก่อนใช้สารเร่ง พด.6}} \times 100$$

7.4 โรงงานแปรงมันสำปะหลัง หมายถึง โรงงานผลิต แปรงรูปมันสำปะหลัง เพื่อการส่งออกทั้งในประเทศและต่างประเทศ

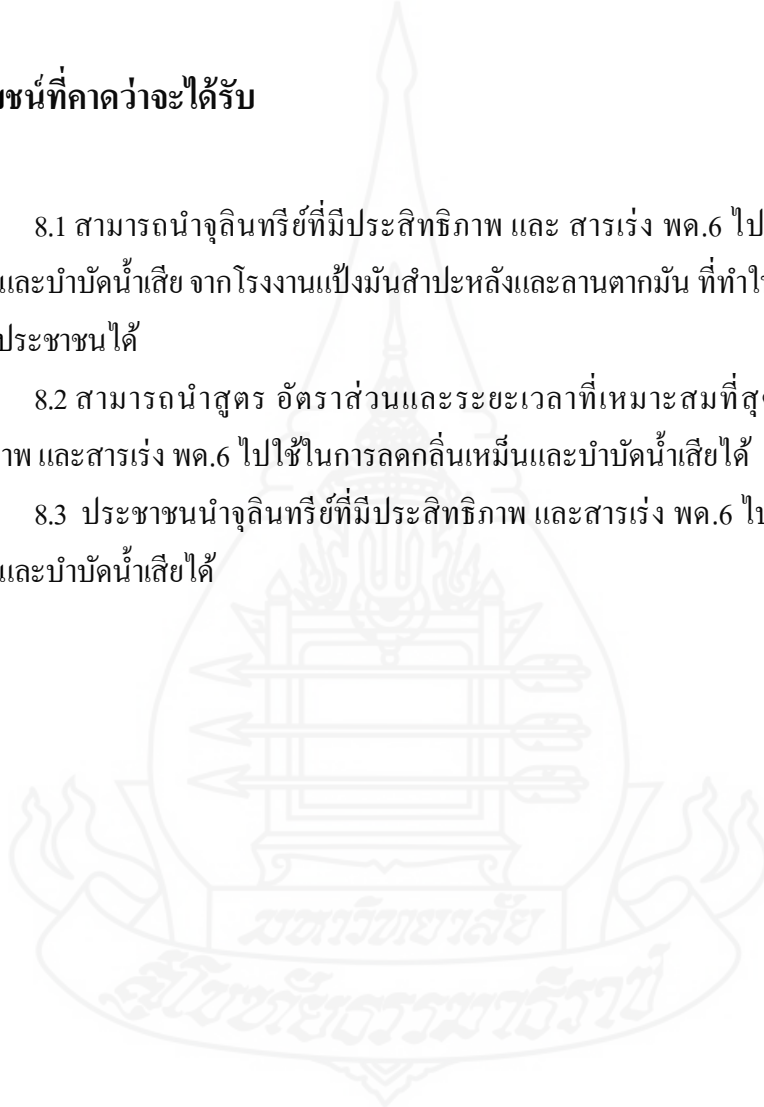
7.5 การบำบัดน้ำเสีย หมายถึง การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพโดยจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ในการเปลี่ยนแปลงสภาพมวลสารของน้ำเสียให้อยู่ในสภาพของสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

8.1 สามารถนำจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และ สารเร่ง พด.6 ไปใช้ในการลดปัญหากลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสีย จากโรงงานแปรงมันสำปะหลังและลานตากมัน ที่ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญกับประชาชนได้

8.2 สามารถนำสูตร อัตราส่วนและระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด ของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 ไปใช้ในการลดกลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสียได้

8.3 ประชาชนนำจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ และสารเร่ง พด.6 ไปใช้ในการลดปัญหากลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสียได้



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและสารเร่ง พด.6 เพื่อลดกลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง จังหวัดกำแพงเพชร ในครั้งนี้ ได้ค้นคว้าทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานและเป็นแนวทางในการวิจัยและนำเสนอตามลำดับประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1. การผลิตแป้งมันสำปะหลัง
2. แนวความคิดเกี่ยวกับน้ำเสียและการบำบัดน้ำเสียของโรงงานแป้งมันสำปะหลัง
3. มลพิษทางอากาศและมลพิษทางกลิ่น
4. จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ
5. สารเร่ง พด.6 สำหรับผลิตสารบำบัดน้ำเสียและขจัดกลิ่นเหม็น
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การผลิตแป้งมันสำปะหลัง

1.1 ความเป็นมาของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง เป็นพืชดั้งเดิมของชาวพื้นเมือง ในเขตร้อนของทวีปอเมริกา ตั้งแต่อเมริกากลาง คือ ตอนใต้ของประเทศเม็กซิโกถึงประเทศบราซิล ซึ่งเป็นพวกอเมริกันอินเดียน โดยปลูกมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นอาหาร จากหลักฐานทางโบราณคดี มีการค้นพบเครื่องปั้นดินเผาเป็นรูปหัวมันสำปะหลังที่ประเทศเปรู เครื่องปั้นนี้มีอายุประมาณ 2,500 ปี ต่อมาจึงมีผู้นำมันสำปะหลังจากทวีปอเมริกาไปยังทวีปแอฟริกา และเอเชีย ตามลำดับ

1.2 ลักษณะของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Cassava, Manioc หรือ Tapioca เป็นพืชอยู่ในตระกูล Euphorbiaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Manihot Esculenta Crantz* เป็นไม้ยืนต้น สูงประมาณ 1-4 เมตร ลำต้นมีสีแตกต่างกัน ตั้งแต่สีเขียวหม่นถึงน้ำตาลแก่ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ ใบมีลักษณะเป็นแฉก ตั้งแต่ 5-9 แฉก สีเขียวเข้ม ดอกเป็นแบบ Panicle มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย อยู่บน

ช่อดอกเดียวกัน ราก มีลักษณะเป็นรากฝอย (Fibrous Root System) แต่รากมีจำนวนน้อยเส้นและแผ่กระจายไม่ลึกจากผิวดิน มีการสะสมอาหารทำให้มีลักษณะโตกว่ารากธรรมดา

มันสำปะหลังมี 150 พันธุ์ แต่ละพันธุ์มีลักษณะแตกต่างกันออกไป ตามลักษณะภายนอกและปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก สามารถแบ่งมันสำปะหลังออกได้ 2 ชนิด คือ ชนิดขม (Bitter Type) และชนิดหวาน (Sweet Type) โดยชนิดขม ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้งมันสำปะหลัง เนื่องจาก รากมีปริมาณแป้งสูง เนื้อหยาบ ไม่เหนียว รสขม เกิดจากกรดไฮโดรไซยานิก ซึ่งมีอยู่ทุกส่วนของต้นมันสำปะหลัง ในรากมีปริมาณ 40-60 มิลลิกรัม เป็นปริมาณที่ทำให้คนตายได้ และมีปริมาณลดลง เมื่อต้นมันสำปะหลังมีอายุมากขึ้น จะสลายตัวหากได้รับความร้อน ดังนั้น กรดไฮโดรไซยานิก จึงสลายตัวในระหว่างกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง

กรมวิชาการเกษตร ได้ศึกษาผลผลิตแป้งมันสำปะหลัง พบว่า มันสำปะหลังอายุ 6 เดือนและ 18 เดือน มีเปอร์เซ็นต์แป้งในระดับที่ใกล้เคียงกัน แต่ผลผลิตต่อไร่จะแตกต่างกัน และได้เสนออายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม คือ 12 เดือน เพราะเปลือกของรากมันสำปะหลังยังไม่แข็งแรง มีคุณภาพดี และสามารถปลูกในรุ่นต่อไปในฤดูที่เหมาะสม โดยเฉลี่ยแล้วส่วนประกอบในรากมันสำปะหลัง มีดังนี้ น้ำ ร้อยละ 60-70 แป้ง ร้อยละ 20-30 โปรตีน ร้อยละ 1 เยื่อใย ร้อยละ 2 ไขมันและน้ำมัน ร้อยละ 1 เถ้า ร้อยละ 0.9-2.4 และกรดไฮโดรไซยานิก ร้อยละ 0.02)

1.3 อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังในประเทศไทย

อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญของประเทศไทย เนื่องจากสามารถนํารายได้ปีละมากกว่า 30,000 ล้านบาท จากการส่งออกผลิตภัณฑ์ทั้งในรูปแบบมันเส้น มันอัดเม็ด แป้งมันสำปะหลังและแป้งดัดแปรอื่นๆ โดยตลาดการส่งออก ที่สำคัญ of ประเทศไทย ได้แก่ จีนและญี่ปุ่น

ประเทศไทย เป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ เป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยในปี พ.ศ. 2550 ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม ประเทศไทยได้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังปริมาณ เท่ากับ 4,907,456 ตัน เพิ่มขึ้นจาก 3,776,659 ตัน ในช่วงเดียวกันของปี พ.ศ. 2549 เพิ่มขึ้นร้อยละ 29.94 ทำให้มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นจาก 23,810.51 ล้านบาท เป็น 29,018.48 ล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 21.87 จากช่วงเดียวกันของปี พ.ศ. 2549 ดังข้อมูลในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของประเทศไทย

ปี	ปริมาณ (ตัน)	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	มูลค่า (ล้านบาท)	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
2547	7,016,650	30.65	34,805.21	27.84
2548	4,998,177	28.77)	34,276.15	(1.52)
2549	6,867,099	37.39	42,970.64	25.37
2549 (ม.ค. ถึง ก.ค.)	3,776,959	-	23,810.51	-
2550 (ม.ค. ถึง ก.ค.)	4,907,456	29.94	29,018.48	21.87

ที่มา : นิภภัทร์ น้อยเทียม (2550) “การวิเคราะห์ผลตอบแทนโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง” สารนิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง หน้า 27

จากสถิติการเกษตรประเทศไทย ภาคที่มีผลผลิตมันสำปะหลังมากที่สุด คือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณมันสำปะหลังเท่ากับ 14.58 ล้านตันต่อปี รองลงมา ได้แก่ ภาคกลาง มีปริมาณมันสำปะหลังเท่ากับ 8.44 ล้านตันต่อปี (ดูตาราง 2.2) โดยจังหวัดที่มีปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังมากที่สุด คือ จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีผลผลิตมันสำปะหลัง เท่ากับ 7.02 ล้านตันต่อปี รองลงมา จังหวัดกำแพงเพชร เท่ากับ 1.55 ล้านตันต่อปี

ตารางที่ 2.2 เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและผลผลิตมันสำปะหลังต่อไร่ของประเทศไทย
ปี พ.ศ. 2550

ภาค	เนื้อที่ เพาะปลูก (ไร่)	เนื้อที่เก็บ เกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	
				ปลูก	เก็บเกี่ยว
รวมทั้งประเทศ	7,622,883	7,338,809	26,915,541	3,531	3,668
เหนือ	1,112,989	1,077,490	3,894,434	3,499	3,614
ตะวันออกเฉียงเหนือ	4,210,676	4,041,061	14,577,925	3,462	3,607
กลาง	2,299,218	2,220,258	8,443,182	3,672	3,803

ที่มา : นิภาภัทร์ น้อยเทียม (2550) “การวิเคราะห์ผลตอบแทน โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบ
บำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง” สารนิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยรามคำแหง หน้า 28

1.4 การนำแป้งมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์

คุณสมบัติพิเศษของแป้งมันสำปะหลัง คือ ความขาวมันวาว เมื่อผสมกับน้ำและให้ความร้อนจะเหนียวเป็นกาว ขาวใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่มีสี จึงมีการนำแป้งมันสำปะหลังไปใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมอื่นๆแบ่งกลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้ (Tapioca Thai, 2550)

1.4.1 พงชูรส (Monosodium Glutamate) เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แป้งมันสำปะหลังมากถึงร้อยละ 20 ของปริมาณแป้งที่ผลิตได้ทั้งหมด

1.4.2 สารให้ความหวาน (Sweetener) ได้แก่ น้ำเชื่อมกลูโคส (Glucose Syrup) น้ำเชื่อมฟรุคโทส (Fructose Syrup) ซอร์บิทอล (Sorbitol) และสารอื่นๆ ที่ได้จากการย่อยแป้งให้เล็กลงเป็นหน่วยของน้ำตาลต่างๆ ใช้มากในอุตสาหกรรมขนมหวาน เครื่องดื่ม ลูกอม ลูกกวาด ยาสีฟัน เครื่องสำอาง และยา เป็นต้น

1.4.3 อุตสาหกรรมสิ่งทอ (Textile Industry) โดยด้ายที่ใช้ทอผ้าต้องผ่านการชุบเคลือบด้วยแป้งมันสำปะหลังก่อน เพื่อให้ด้ายลื่นและเรียบไม่มีขน นอกจากนี้ในขั้นตอนของการพิมพ์ลายผ้า แป้งมันสำปะหลังจะช่วยทำให้พิมพ์ลายผ้าสม่ำเสมอและช่วยป้องกันการเปื้อนของผ้า ในขณะที่พิมพ์และแป้งยังช่วยให้ผ้ามีความเงางามและคงทนขึ้น

1.4.4 อุตสาหกรรมไม้อัด (Plywood Industry) เนื่องจากการผลิตไม้อัดต้องนำไม้มาประกบติดกัน โดยใช้กาว และแป้งมันสำปะหลังก็มีคุณสมบัติเป็นกาว ทำให้ไม้อัดติดกัน เป็นแผ่นหนาแข็งแรงและมีความทนทาน

1.4.5 อุตสาหกรรมกระดาษ (Paper Industry) ในขั้นตอนของการบดเยื่อกระดาษ ก่อนทำให้เป็นแผ่นการเติมแป้งมันสำปะหลังจะทำให้กระดาษมีความเหนียวยิ่งขึ้น ในขั้นตอนของการรีดและขัดมันหน้ากระดาษ เมื่อกระดาษผ่านเครื่องรีดน้ำต้องนำเข้าเครื่องอบ เพื่อลดความชื้นของกระดาษ ทำให้กระดาษมีลักษณะเป็นรู ดังนั้น จึงต้องนำมาชุบด้วยแป้งเพื่อช่วยอุดรูทำให้น้ำหนักไม่ซึมผ่านกระดาษนอกจากนี้แป้งยังมีคุณสมบัติช่วยทำให้กระดาษมีความหนาเพิ่มขึ้น จึงเหมาะสำหรับการผลิตกระดาษที่มีความหนา เช่น กระดาษปก กระดาษปฏิทิน กระดาษกล่อง เป็นต้น

1.4.6 อุตสาหกรรมกาว (Glue Industry) เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งที่เมื่อถูกความร้อนหรือถูกสารเคมีจะมีความเหนียวและมีคุณสมบัติที่สามารถรักษาสภาพความเหนียวได้เหมือนเดิมไม่มีการคืนตัว โดยแป้งมันที่ใช้เป็นกาวต้องเป็นแป้งมันที่บริสุทธิ์ที่มีความเป็นกรดต่ำ กาวส่วนใหญ่จะนำไปใช้ผลิตของจดหมาย สติกเกอร์

1.4.7 อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม (Food and Beverage Industry) คือ แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวช่วยทำให้เกิดความข้น (Thickener) ในอาหารช่วยทำให้เกิดความคงตัว (Stabilizer) ช่วยทำให้อาหารเกาะตัวกันแน่น (Binder) และช่วยในการเสริมแต่ง (Filler) เช่น เป็นส่วนผสมในอาหารเด็ก ผลิตภัณฑ์ขนมปัง ขนมหวานสำเร็จรูป ใส่นมพาย อาหารกระป๋อง บะหมี่ เครื่องดื่ม ซอส เป็นต้น

1.4.8 อุตสาหกรรมยา (Medical Industry) ใช้แป้งในการที่จะเป็นตัวเจือจางยา ทั้งในชนิดเม็ดและชนิดแคปซูล

1.4.9 อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (Animal Industry) ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ โดยเฉพาะใช้เป็นตัวยึดในการผลิตอาหารปลาไหล

1.5 กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง

การผลิตแป้งมันสำปะหลัง คือการสกัดแป้งออกจากเซลล์ของหัว (ราก) มันสำปะหลัง โดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด เพราะแป้ง โปรตีน เกลือแร่ และสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ ในหัวมันสามารถละลายน้ำได้ดี และการใช้เครื่องแยกแป้งชนิดหมุนเหวี่ยง ที่มีอัตราการอบหมุนสูงๆ เพื่อแยกแป้งออกจากสิ่งแปลกปลอมและให้มีความบริสุทธิ์สูงๆ จะทำให้แป้งมีคุณภาพเสถียรคงที่ตามสัดส่วนโดยโรงงานแป้งมันสำปะหลังมีขั้นตอนของกระบวนการผลิตคล้ายกันเป็นส่วนใหญ่ ดังนี้

1.5.1 การกำจัดเศษรากมันสำปะหลัง ในระหว่างการเก็บเกี่ยวหัวมัน ควรกำจัดเศษรากที่ติดมากับมันสำปะหลังออกให้หมด เนื่องจากเศษของรากจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของ

เครื่องปลอกเปลือก เครื่องขูดและโม่บดรากหัวมันลดลง รวมทั้งการเพิ่มปริมาณของเสี้ยน (กากมัน) ที่โรงงานต้องกำจัดทิ้ง สำหรับวัสดุที่เหลือจะถูกนำไปขายต่อเพื่อเป็นเชื้อเพลิง อาหารสัตว์ และฝังกลบ ในบริเวณโรงงาน

1.5.2 การรับและการตรวจสอบคุณภาพหัวมันสำปะหลัง หลังจากหัวมันสำปะหลังถูกส่งมาถึงโรงงานจะผ่านการชั่งน้ำหนัก รวมทั้งการสุ่มตัวอย่างทดสอบหาปริมาณแป้ง โดยอาศัยหลักการลอยตัว (Bouyancy) ของวัตถุ (หัวมัน) ในของเหลว (น้ำ) เพื่อตีราคาในการซื้อขาย แล้วหัวมันสำปะหลังจะถูกนำมากรองรวมกัน ไว้บนลานวัตถุ เพื่อรอการนำเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยทั่วไปควรนำไปผลิตภายใน 24 ชั่วโมง เพื่อป้องกันมิให้ปริมาณแป้งในหัวมันลดลง สำหรับการหาปริมาณแป้ง (Starch Content) นิยมใช้การชั่งน้ำหนักหัวมันโดยใช้ตราชั่ง Reiman (เพื่อหาร้อยละของแป้งในหัวมันหนัก 5 กก.) เปรียบเทียบน้ำหนักของหัวมันที่ชั่งในอากาศและในน้ำ ค่าร้อยละของแป้งในหัวมันจะประมาณจากการตรวจวัดค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) และปกติหัวมันจะมีปริมาณแป้ง ร้อยละ 20-30 โดยมีขั้นตอนการชั่งหัวมัน ดังนี้

- 1) ตัดหัวมันออกเป็นชิ้นขนาด 4-6 เซนติเมตร
- 2) นำชิ้นหัวมันใส่ลงในตะกร้าชั่งน้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม
- 3) ปลดตะกร้าชั่งน้ำหนักลงในถังน้ำและชั่งน้ำหนักอีกครั้ง
- 4) ปรับสมดุลของเครื่องชั่งน้ำหนัก แล้วอ่านค่าร้อยละของแป้งในหัวมันที่

เครื่องชั่ง

- 5) ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของร้อยละของแป้งในหัวมัน

1.5.3 การกำจัดเศษดินทราย หัวมันสำปะหลังจะถูกรดตัดตัดหัวมันลงสู่ถังปล่อยหัวมัน (Hopper) แล้วถูกลำเลียงโดยใช้สายพานเข้าสู่เครื่องร่อนดินทราย (Sand Removal Durm) เพื่อกำจัดดินและทรายที่ติดมากับหัวมันนอกจากนั้นยังทำให้เปลือกหัวมันสำปะหลังบางส่วนหลุดออก ซึ่งปริมาณดินทรายจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ พื้นที่ที่ใช้เพาะปลูกและการขูดของเกษตรกร

1.5.4 การล้างหัวมันสำปะหลัง หัวมันสำปะหลังที่ผ่านเครื่องร่อนทรายจะถูกส่งไปยังเครื่องล้างหัวมัน (Root Washer) โดยวิธีฉีดน้ำพ่นเป็นฝอย เพื่อทำความสะอาด ซึ่งน้ำส่วนใหญ่จะมาจากน้ำเสียจากเครื่องแยกแป้งชุดแรก ซึ่งมีปริมาณแป้งน้อยและสิ่งเจือปนมาก น้ำล้างหัวมันสำปะหลังนี้จะถูกส่งไปยังตะแกรงร่อนเปลือกมัน เพื่อแยกเปลือกมัน เพื่อส่งขายให้เกษตรกรนำไปเพาะเห็ด หรือใช้เป็นปุ๋ยในไร่มันสำปะหลังส่วนน้ำเสียถูกส่งไปบ่อบำบัด

1.5.5 การบดหัวมันสำปะหลัง หัวมันสำปะหลังที่สะอาดจะส่งไปเครื่องสับหัวมัน (Root Chopper) เพื่อสับหัวมันเป็นชิ้นขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว แล้วชิ้นมันจะตกเข้าสู่เครื่องโม่ (Rasper) เพื่อบดหัวมันสำปะหลังที่ผ่านการสับแล้ว มีการเติมน้ำเพื่อให้สามารถโม่ได้ง่ายขึ้น

โดยมากน้ำที่ใช้จะเป็นน้ำเสียที่นำกลับมาใช้หมุนเวียนเพื่อประหยัดน้ำและลดการสูญเสียแป้งไปกับน้ำเสีย ขั้นตอนนี้จะได้ของเหลวชั้นที่มีส่วนผสมของแป้ง น้ำ กากมัน และสิ่งเจือปนต่างๆ ขั้นตอนนี้กรดไฮโดรโซไดรอนิกจะละลายอยู่กับของเหลวในหัวมัน ดังนั้น อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตจึงต้องทำด้วยโลหะชนิดดี เพื่อป้องกันการเกิดเฟอร์โรไซยานิก

1.5.6 การแยกของเหลวในหัวมันออกด้วยดีแคนเตอร์ (Decanter) หัวมันสำปะหลังมีน้ำเป็นองค์ประกอบ มากถึงร้อยละ 60-70 และในของเหลวในหัวมันยังมีสารอาหารที่จำเป็นต่อพืช ได้แก่ โพแทสเซียม (K) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) ซึ่งจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ง่าย ทำให้เกิดสารประกอบแอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์ ดังนั้น หากในการผลิตแป้งมันสำปะหลังไม่มีขั้นตอนแยกของเหลวในหัวมันออกมาจากแป้งมันสำปะหลัง จะทำให้คุณภาพแป้งที่ได้ต่ำลง โรงงานแป้งมันสำปะหลังหลายแห่งจึงแยกของเหลวในหัวมันออกมาก่อน โดยการใช้เครื่องดีแคนเตอร์ อย่างไรก็ตามความสามารถในการแยกของเหลวในหัวมันจะขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้ เครื่องดีแคนเตอร์ (Decanter) เป็นเครื่องที่อาศัยหลักการเหวี่ยงน้ำแป้งหนีศูนย์กลาง โดยมีแกนหมุนในแนวนอน ที่แกนกลางมีเกลียวติดอยู่โดยรอบ เกลียวนี้มีไว้เพื่อส่งผ่านของแข็ง (แป้ง) ที่ปนอยู่ในน้ำให้แยกออกมา

1.5.7 การสกัดแป้ง หลังจากทำการแยกของเหลวในหัวมันออกจากแป้งมันสำปะหลังแล้ว แป้งมันจะถูกเติมน้ำและถูกนำเข้าสู่เครื่องสกัดแป้ง (Extractor) เพื่อแยกเซลลูโลส (เส้นใยและกาก) ออกจากแป้ง เรียกกันในโรงงานว่า เครื่องเทอร์โบ (Turbo) โดยทั่วไปจะมี 3-4 ชุด ซึ่งชุดสกัดหยาบจะใช้ตะแกรงขนาด 60-80 เมช (Mesh) และชุดสกัดละเอียดใช้ผ้ากรองขนาด 90 เมช (Mesh) หมายเหตุ: 40 Mesh = 425 μm , 100 Mesh = 150 μm

การทำงานของเครื่องเป็นเครื่องแยกแป้งแบบหมุนเหวี่ยง ใช้หลักของแรงหนีศูนย์กลาง ในขณะที่เครื่องหมุน จะมีแป้งมันสำปะหลังส่งเข้ามาตลอดเวลา ในขณะที่เดียวกันก็จะมีน้ำและน้ำกำมะถันฉีดไปช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดแป้งและต่อต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ รวมทั้งช่วยฟอกสีแป้งให้ขาวและป้องกันการอุดตันของแผ่นผ้ากรอง บางโรงงานจะมีการใช้เครื่อง DSM Screen แทนเครื่องสกัดละเอียดหลักการทำงานของเครื่องจะใช้หลักการปล่อยน้ำแป้งไหลผ่านผิวหน้าของแผ่นกรอง ซึ่งมีลักษณะโค้งติดตั้งในแนวตั้ง รูปบนแผ่นกรองจะทำมุมรับกับน้ำแป้งที่ไหลผ่านลงมา ดังนั้น น้ำแป้งจึงสามารถไหลผ่านเข้าไปได้คงเหลือแต่กากขึ้นโดยการไหลของน้ำแป้งจากบนลงสู่ด้านล่างยังทำให้แผ่นกรองไม่อุดตัน และใช้พลังงานในการแยกน้ำแป้งออกจากกากน้อยกว่าการแยกด้วยเครื่องสกัดแป้งของเหลือขึ้น โดจากกระบวนการนี้ คือกากมันที่ได้จากการสกัดแป้ง ซึ่งจะนำเข้าไปสกัดในเครื่องสกัดแป้งหยาบอีกครั้งหนึ่ง เพื่อทำการสกัดแป้ง

ที่เหลือทิ้งในกาก ก่อนส่งไปเข้าสู่เครื่องอัดกาก จากนั้นจึงนำกากมันที่ได้ไปตากแดดเพื่อนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์ต่อไป

1.5.8 การเพิ่มความเข้มข้นของแป้ง น้ำแป้งที่ถูกสกัดออกจากกากมันสำปะหลังจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องแยกแป้ง (Separators) ซึ่งอาจเป็นเครื่องแยกแป้งชนิดเหวี่ยง (Centrifugal Separators) หรือ ไฮโดรไซโคลน (Hydrocyclone) โดยโรงงานส่วนใหญ่จะใช้เครื่องแยกแป้งชนิดหมุนเหวี่ยง เพื่อแยกแป้งที่อยู่ในรูปของสารละลายคอลลอยด์ออกจากน้ำแป้ง ทำให้น้ำแป้งที่ได้มีความเข้มข้นสูงขึ้น และเพื่อทำให้น้ำแป้งมีคุณภาพที่ดี จึงมักใช้เครื่องแยกแป้งจำนวน 2 ชุด น้ำเสียจากกระบวนการนี้จะนำไปที่บ่อล้างหัวมันหรือย้อนกลับไปใช้ในกระบวนการสกัดแป้งอีก

1.5.9 การสกัดแห้ง น้ำแป้งที่มีความเข้มข้นสูงจะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องเหวี่ยง เพื่อแยกน้ำออกจากน้ำแป้งเข้มข้นอีก โดยใช้เครื่องสกัดแห้ง ซึ่งหมุนขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์จันเกิดแรงเหวี่ยง ดันน้ำให้ซึมผ่านผ้ากรอง น้ำที่ปนอยู่ในน้ำแป้งเข้มข้นจะซึมผ่านผ้ากรองออกไปด้านล่างของเครื่องสกัดแห้ง น้ำส่วนนี้จะนำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตอีก ส่วนเนื้อแป้งจะถูกกรองออกโดยเนื้อแป้งที่ได้นี้เรียกว่า แป้งหยาบที่มีความชื้นร้อยละ 32-38

1.5.10 การอบแป้ง การอบแป้งจะใช้วิธีลำเลียงแป้งหยาบด้วยบั้งเกลียวเข้าสู่ปล่องอบแห้ง แป้งหยาบจะถูกเป่าด้วยลมร้อน 150-200 องศาเซลเซียส จากเตาเผา ความแรงของลมร้อนจะพัดเอาแป้งขึ้นไปตามท่ออบแห้งที่สร้างเป็นปล่องคู่ แล้วตกลงสู่ไซโคลน (Cyclone) แป้งที่ได้ในไซโคลนจะยังร้อนอยู่ จึงต้องถูกทำให้เย็นลงด้วยการใช้ไซโคลนเย็น (Cooling Cyclone) หลังจากนั้นจึงปล่อยเข้าสู่เครื่องร่อนแป้ง (Sifter) เพื่อคัดแยกแป้งหยาบและแป้งละเอียด เพื่อทำการบรรจุต่อไป

1.6 การใช้ทรัพยากรของโรงงานแป้งมันสำปะหลัง

1.6.1 การใช้น้ำ มีการใช้น้ำมากในกระบวนการผลิตซึ่งโรงงานส่วนใหญ่จะใช้น้ำจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยการขุดบ่อน้ำขนาดใหญ่เพื่อเก็บกักน้ำจากคลองและน้ำฝน ก่อนนำมาปรับคุณภาพน้ำด้วยसानลิ้มและโพลีเมอร์

1.6.2 การใช้พลังงาน ส่วนใหญ่เป็นพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานความร้อน โดยใช้ น้ำมันเตา (หรือแก๊ส) เป็นเชื้อเพลิง สำหรับเตาเผาของส่วนการอบแป้ง ซึ่งการอบแป้งให้แห้งจะใช้ความร้อนจากเตาเผาที่แตกต่างกัน 3 ประเภท คือ การใช้เตาแบบอากาศร้อน (Hot air) การใช้เตาแบบน้ำมันร้อน (Hot oil) และการใช้ไอน้ำ (Steam)

1.6.3 การใช้สารเคมี ส่วนใหญ่จะใช้กำมะถันก้อน เพื่อผลิตน้ำกำมะถัน สำหรับเพิ่มคุณภาพของแป้งให้มีความขาวมากขึ้น และลดปัญหาการอุดตันของกากในหน่วยสกัดแป้ง โดยนำกำมะถันก้อนมาเผา แล้วนำควันที่ได้ไปผ่านน้ำ เพื่อให้ได้สารละลายน้ำกำมะถัน หรือบางแห่งอาจมีการใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ในกระบวนการสกัดและแยกแป้ง สำหรับปริมาณกำมะถันที่ใช้

จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของแป้งที่ทางโรงงานต้องการผลิต โดยโรงงานที่ต้องการผลิตแป้ง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการทำแป้งตัดแปรจะมีการใช้สารละลายน้ำกำมะถันสูงกว่าปกติ เพื่อให้แป้งขาวได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

1.7 มลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิต

1.7.1 มลพิษทางน้ำ มีการใช้น้ำในปริมาณมาก จึงเกิดน้ำเสียจำนวนมาก ซึ่งการผลิตแป้งมันสำปะหลังจะเกิดน้ำเสียจากขั้นตอนการผลิต เช่น น้ำล้างหัวมัน และน้ำจากเครื่องแยกแป้ง ส่วนการจัดการน้ำเสียของโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังส่วนมาก จะใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝักหรือบ่อเปิดตามธรรมชาติ

1.7.2 กากของเสีย ได้แก่ เศษเหง้าและเปลือกของหัวมันสำปะหลัง รวมทั้งดิน ทราษ และกากมัน ของเสียเหล่านี้มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นของเสียเหล่านี้จึงสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ ในรูปของปุ๋ย อาหารสัตว์ และการเพาะเห็ด ซึ่งปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ปริมาณของเสียของโรงงาน

ของเสีย	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	เฉลี่ย
น้ำเสีย (ลบ.ม./ตันแป้ง)	8.10-37.11	19.03
เศษเหง้าและเปลือก (ตัน/ตันแป้ง)	0.14-0.63	0.27
กากมัน (ตัน/ตันแป้ง)	1.00-2.22	1.54

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2548 หลักการปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด หน้า ค-2)

1.7.3 มลพิษทางอากาศ จะเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง และส่วนผลิตน้ำกำมะถัน ซึ่งเกิดจากสารมลพิษจำพวกก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และฝุ่นเขม่า

1.7.4 มลพิษทางเสียง มีการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ขนาดใหญ่จำนวนมากทำให้เกิดปัญหาเสียงดัง ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของพนักงาน ซึ่งโรงงานส่วนใหญ่มีมาตรการป้องกันโดยกำหนดให้คนงานใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

1.7.5 มลพิษทางกลิ่น มีแหล่งกำเนิดกลิ่นเหม็น ได้แก่ บริเวณน้ำกำมะถัน ซึ่งจะมีกลิ่นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และบ่อบำบัดน้ำเสีย จะมีกลิ่นเหม็นของก๊าซที่สร้างโดยจุลินทรีย์ รวมทั้งกลิ่นเหม็นจากกองกากมันสำปะหลัง

2. แนวความคิดเกี่ยวกับน้ำเสียและการบำบัดน้ำเสียของโรงงานแป้งมันสำปะหลัง

2.1 ความหมายของน้ำเสีย ในสมัยก่อนน้ำเสียนี้น้อย เมื่อระบายสู่ลำน้ำสาธารณะ ปัญหาเน่าเหม็นจึงไม่เกิดขึ้น เนื่องจากธรรมชาติสามารถบำบัดให้กับน้ำเสียได้ เมื่อเกิดการพัฒนาชุมชน การพัฒนาอุตสาหกรรม เพิ่มขึ้น น้ำเสียก็มีปริมาณมากขึ้น ทำให้ธรรมชาติไม่สามารถการบำบัดน้ำเสียที่มากขึ้นได้ จึงเกิดการเน่าเหม็นของน้ำเสีย และได้ให้ความหมายของน้ำเสียดังนี้

น้ำเสีย ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ของเสียที่อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวและยังมีความหมายว่า น้ำที่ใช้แล้วของกิจกรรมต่างๆ อาจจะมีคุณสมบัติสกปรกมากหรือน้อยก็ได้ น้ำเสียเป็นน้ำที่ไม่ต้องการและน่ารังเกียจ เนื่องจากน้ำเสียก่อให้เกิดปัญหาแก่ลำน้ำ ซึ่งเป็นที่รองรับ เช่น ทำให้น้ำเน่าเหม็นและขาดแคลนออกซิเจนละลาย ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

2.2 ประเภทของน้ำเสีย

2.2.1 น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรม ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย ร้านค้า ตลาด โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียน สำนักงาน เป็นต้น น้ำเสียชุมชนส่วนมากจะมีสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (Organic Matters) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ

2.2.2 น้ำเสียอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรม ในโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท เช่น น้ำเสียจากกระบวนการผลิต การล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักร หรือการทำความสะอาดโรงงาน เป็นต้น น้ำเสียจากอุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีลักษณะแตกต่างกันไปตามประเภทของกิจการ วัตถุดิบที่ใช้ กระบวนการผลิต ระบบควบคุม และการบำรุงรักษา แต่อาจกล่าวโดยรวมได้ว่าน้ำเสียอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ (Organic Matters) สารอนินทรีย์ (Inorganic Matters) เช่น สารอินทรีย์เคมี สารเคมี โลหะหนัก เป็นต้น

2.2.3 น้ำเสียเกษตรกรรม (Agricultural Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร ซึ่งรวมถึงการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ น้ำเสียประเภทนี้จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้น้ำ ใช้น้ำ และ

สารเคมี ถ้าเป็นน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูก จะพบสารอาหารจำพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และสารพิษในปริมาณสูง แต่ถ้าเป็นน้ำเสียจากกิจการเลี้ยงสัตว์ จะพบสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนมาก

2.3 ลักษณะน้ำเสีย

2.3.1 สารอินทรีย์ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เช่น เศษข้าว ก๋วยเตี๋ยว น้ำแกง เศษใบตอง พืชผัก ซึ้นเนื้อ เป็นต้น ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน และทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ลดลงเกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยวัดด้วยค่าบีโอดี (BOD) เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูง แสดงว่า มีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก และสภาพเน่าเหม็นจะเกิดขึ้นได้ง่าย

2.3.2 สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่าง ๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็น แต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เป็นต้น ทำให้เกิดสภาพน้ำปนเปื้อน หรือเป็นอุปสรรคในกระบวนการผลิตน้ำประปา ได้แก่ คลอไรด์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ เป็นต้น

2.3.3 โลหะหนักและสารพิษ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์และสามารถสะสมอยู่ในวงจรอาหาร เกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น โปรอท โครเมียม ทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารมลพิษนี้มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น ร้านชุบโลหะ ตู้ซ่อมรถ และน้ำเสียจากโรงพยาบาล เป็นต้น

2.3.4 น้ำมันและสารลอยน้ำต่าง ๆ เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสง และกีดขวางการกระจายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดสภาพไม่น่าดูและอาจเกิดอันตรายจากอัคคีภัยได้ด้วย

2.3.5 ความร้อน ทำให้เกิดแบ่งชั้น (Stratification) ของลำน้ำ เร่งปฏิกิริยา การใช้ ออกซิเจนของจุลินทรีย์ และลดระดับของการละลายของออกซิเจนในน้ำอาจทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็นขึ้นได้ อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมควรอยู่ประมาณ 25-35 องศาเซลเซียส

2.3.6 ของแข็ง ประกอบด้วยสารแขวนลอย (Suspended Solids) ตะกอนหนัก (Settleable Solids) และของแข็งละลาย (Dissolved Solids) เมื่อจมตัวสู่ก้นลำน้ำ ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อการค้ารังสีของสัตว์น้ำ และการนำน้ำไปใช้ประโยชน์

2.3.7 สีของความขุ่น มักเกิดจากอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ กระดาษ ฟอกหนัง และโรงฆ่าสัตว์ สีและความขุ่นจะขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์แสงในลำน้ำ

2.3.8 กรดและด่าง วัดโดยค่า pH (พีเอช) ค่าพีเอช มากกว่า 7 หมายถึงความเป็นด่าง ค่าพีเอช น้อยกว่า 7 หมายถึงความเป็นกรด น้ำสะอาดจะมีค่าพีเอชเท่ากับ 7 ค่าพีเอชมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำและการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ ค่าพีเอชของน้ำทิ้งที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 5-9

2.3.9 สารก่อให้เกิดฟอง/สารซักฟอก ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการกระจายของออกซิเจนในอากาศสู่น้ำ และอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

2.3.10 จุลินทรีย์ น้ำเสียจากโรงฟอกหนัง โรงฆ่าสัตว์ หรือโรงงานอาหารกระป๋อง จะมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตสามารถลดระดับของออกซิเจนละลายน้ำ ทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็น นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อประชาชน เช่น จุลินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงพยาบาล เป็นต้น

2.3.11 สารกัมมันตรังสี ออกมาจากโรงพยาบาลหรือองค์กรของรัฐบางประเภท เป็นสารอันตรายเมื่อสะสมอยู่สิ่งมีชีวิต ก่อให้เกิดมะเร็งได้

2.3.12 ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (Algae Bloom) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลงต่ำมากในช่วงกลางคืน อีกทั้งยังทำให้เกิดวัชพืชน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาแก่การสัญจรทางน้ำและการนำไปใช้

2.3.13 กลิ่น เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน หรือกลิ่นอื่นๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานทำปลาป่น โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น

2.4 ลักษณะน้ำเสียที่สำคัญในการตรวจวิเคราะห์

2.4.1 พีเอช (pH) เป็นค่าที่บอกถึงความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสีย โดยทั่วไป สิ่งมีชีวิตในน้ำหรือจุลินทรีย์ในถังบำบัดจะดำรงชีพได้ดีในสภาวะเป็นกลาง คือ pH ประมาณ 6-8

2.4.2 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ถ้ามีบีโอดีสูงแสดงว่าความต้องการออกซิเจนสูง นั่นคือมีความสกปรกหรือสารอินทรีย์ในน้ำมาก

2.4.3 ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand; COD) คือค่าปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ด้วยวิธีการทางเคมี มักใช้เทียบหาค่าบีโอดีโดยคร่าวๆ ปกติ COD:BOD ของน้ำเสียชุมชน ประมาณ 2-4 เท่า

2.4.4 ปริมาณของแข็ง (Solids) หมายถึงปริมาณสารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ทั้งในลักษณะที่ไม่ละลายน้ำและที่ละลายน้ำ (Dissolved Solids) ของแข็งบางชนิดมีน้ำหนักเบาและ

แขวนลอยอยู่ในน้ำ (Suspended Solids) บางชนิดหนักและจมตัวลงเบื้องล่าง (Settleable Solids) ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำนี้อาจสร้างปัญหาในการอุดตันเครื่องเติมอากาศและถ้าปล่อยทิ้งลงในปริมาณมากจะทำให้เกิดความสกปรกและต้นทุนในลำน้ำธรรมชาติ ตลอดจนบังคับแสงแดดที่ส่องลงสู่ท้องน้ำ

2.4.5 ไนโตรเจน (Nitrogen) เป็นธาตุจำเป็นในการสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ไนโตรเจนจะเปลี่ยนสภาพเป็นแอมโมเนีย ถ้าหากในน้ำมีออกซิเจนพอเพียงก็จะถูกย่อยสลายไปเป็นไนโตรตและไนเตรท ดังนั้นการปล่อยน้ำเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนสูงจึงทำให้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำลดน้อยลง

2.4.6 ไขมันและน้ำมัน (Fat, Oil, and Grease) ส่วนใหญ่ ได้แก่ น้ำมันและไขมัน จากพืชและสัตว์ที่ใช้ในการทำอาหาร สบู่จากการอาบน้ำฟองสารซักฟอกจากการชำระล้าง สารเหล่านี้มีน้ำหนักเบาและลอยน้ำทำให้เกิดสภาพไม่มั่นคงและขวางกั้นการซึมของออกซิเจนจากอากาศสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังมีค่าบีโอดีสูงเพราะเป็นสารอินทรีย์

2.5 การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย (Waste Water Treatment) หมายถึง การดำเนินการเปลี่ยนสภาพของเสียในน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมพอที่จะไม่ทำให้เกิดปัญหาต่อแหล่งรองรับน้ำเสียนั้น ๆ และเป็นการกำจัดสารต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งมีวิธีการและกระบวนการที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและประเภทของน้ำเสีย หากกล่าวถึง น้ำเสียโดยทั่วไปที่มี องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ ที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ โดยจุลินทรีย์ชนิดอาศัยออกซิเจน หรือชนิดไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกที่ใช้ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียได้ ดังนี้

2.5.1 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ (Physical Wastewater Treatment) เป็นการใช้หลักการทางกายภาพ เช่น แรงโน้มถ่วง แรงเหวี่ยง แรงหนีศูนย์กลาง เป็นต้น เพื่อกำจัดหรือขจัดเอาสิ่งสกปรกออกจากน้ำเสีย โดยเฉพาะสิ่งสกปรกที่ไม่ละลายน้ำ จึงนับเป็นหน่วยบำบัดน้ำเสียขั้นแรกที่ถูกนำมาใช้ก่อนที่น้ำเสียจะถูกนำไปบำบัดขั้นต่อไป จนกว่าจะมีคุณภาพดีพอที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีหลายวิธี เช่น การกรองด้วยตะแกรง การทำให้ลอย การตัดย่อย รางดักกรวดทราย การปรับสภาพการไหล การแยกด้วยแรงเหวี่ยง การตกตะกอน และการกรอง เป็นต้น

1) **การกรองด้วยตะแกรง (Screening)** เป็นการดักเศษอาหารต่างๆ จำพวกเศษไม้ เศษกระดาษ ผ้า พลาสติก ที่ไหลมากับน้ำเสีย

2) **การทำให้ลอย (Flotation)** เป็นการแยกของแข็งที่ตกตะกอนได้ยากหรือมีลักษณะ ค้างจมน้ำลอยหรือมีน้ำหนักเบาออกจากส่วนที่เป็นของเหลวโดยใช้ฟองอากาศเป็นตัว

พาหรือ ยกสิ่งสกปรกให้ลอยสูงขึ้นสู่ผิวของของเหลวกลายเป็นฝ้า ซึ่งกวาดออกหรือตัดออกโดยใช้คนหรือเครื่องมือกล

3) การตัดย่อย (*Comminution*) การตัดย่อย เป็นการลดขนาดหรือปริมาตรของแข็งให้มีขนาดเล็กลงและมีขนาดสม่ำเสมอ มักเป็นของแข็งที่เนาเปื่อยได้ เช่น เศษเนื้อ กระดูกหมู กระดูกไก่ เป็นต้น

4) รางดักกรวดทราย (*Grit Chamber*) รางดักกรวดทรายเป็นเครื่องมือที่ใช้แยกเอา ของแข็งที่น้ำหนักมากออกจากน้ำเสีย เช่น กรวดทราย เศษโลหะ เศษไม้ เศษกระดูก เป็นต้น

5) การปรับสภาพการไหล (*Flow Equalization*) การปรับสภาพการไหลเป็นการเก็บกักน้ำเสียไว้ระยะหนึ่ง เพื่อปรับอัตราการไหลของน้ำเสียซึ่งไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียให้มีความสม่ำเสมอและต่อเนื่องและทำให้ความเข้มข้นของสิ่งสกปรกที่อยู่ในน้ำเสียมีค่าคงที่และสม่ำเสมอ

6) การตกตะกอน (*Sedimentation*) การตกตะกอนเป็นการแยกเอาของแข็งที่มีน้ำหนักมากกว่าน้ำออกจากน้ำเสียโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก

2.5.2 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี (Chemical Wastewater Treatment) เป็นการใส่สารเคมีหรือการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยมีวัตถุประสงค์

1) เพื่อรวมตะกอนหรือของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กในน้ำเสียให้มีขนาดโตพอที่จะ ตกตะกอนได้ง่าย ซึ่งเรียกตะกอนดังกล่าวว่า Flocc และกระบวนการดังกล่าวว่า การสร้างตะกอน (Coagulation) และการรวมตะกอน (Flocculation)

2) เพื่อให้ของแข็งที่ละลายในน้ำเสียให้กลายเป็นตะกอน หรือทำให้ไม่สามารถละลายน้ำได้ เรียกกระบวนการดังกล่าวว่า การตกตะกอนผลึก (precipitation)

3) เพื่อทำการปรับสภาพน้ำเสียให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดด้วยกระบวนการอื่นต่อไป เช่น การทำให้น้ำเสียมีความเป็นกลางก่อนแล้วนำไปบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นต้น

4) เพื่อทำลายเชื้อโรคในน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ หรือ ก่อนที่จะบำบัดด้วยวิธีการอื่นๆ

2.5.3 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ (Biological Wastewater Treatment) เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนแปลงสภาพของเสียในน้ำให้อยู่ในสภาพที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหา ภาวะมลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทในการช่วยเปลี่ยนแปลงสภาพสิ่งสกปรกในน้ำเสียคือ จุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย โปรโตซัว สาหร่าย รา และ โรติเฟอร์ และจุลินทรีย์ ที่มีบทบาท

สำคัญที่สุดในการบำบัดน้ำเสีย คือ พวกแบคทีเรีย ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพที่ใช้สำหรับน้ำเสียชุมชนในประเทศไทย ได้แก่

1) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส (Activated Sludge) และระบบดัดแปลงต่างๆ ระบบเอเอส เป็นระบบบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีวภาพ ที่อาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย มีองค์ประกอบหลัก คือ ถังเติมอากาศ และถังตกตะกอน จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศจะอาศัยสารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหารและออกซิเจนจากการเติมอากาศในถังเติมอากาศ เพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณกลายเป็นสลัดจ์ จากนั้นน้ำเสียจะถูกส่งเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกน้ำใสให้ไหลล้นออกมไปสู่ระบบบำบัดขั้นสุดท้ายและตะกอนบางส่วนจะถูกสูบย้อนกลับเข้าสู่ถังเติมอากาศ เพื่อควบคุมตะกอนจุลินทรีย์ แล้วถูกส่งเข้าถังตกตะกอนอีกครั้ง ซึ่งจะเป็นอย่างนี้เรื่อยๆ จนกว่าน้ำจะสะอาด และรูปแบบของถังเติมอากาศ ที่ใช้ในประเทศไทย เช่น

(1) ระบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor, SBR) มีถังเติมอากาศและถังตกตะกอนรวมอยู่ในถังเดียวกัน โดยอาศัยการทำงานเป็นรอบ

(1) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch Process) น้ำเสียและสลัดจ์จะถูกเก็บกักอยู่ในถังเติมอากาศที่มีลักษณะเป็นคลองวนเวียนวงรี ทำด้วยคอนกรีต มีหลักการทำงานคือ น้ำเสียจะไหลผ่านคลองวนเวียนไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกน้ำใสและตะกอน น้ำใสจะไหลไปยังระบบบำบัดขั้นสุดท้ายก่อนปล่อยทิ้ง ส่วนตะกอนก้นถังจะถูกสูบกลับไปยังคลองวนเวียนเพื่อทำการบำบัดใหม่

2) ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contractor, RBC) เป็นระบบให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางทรงกระบอกที่วางอยู่ในถังบำบัด จุลินทรีย์ที่ติดอยู่ที่ตัวกลางจะทำหน้าที่บำบัดโดยใช้ออกซิเจนในอากาศ

3) ระบบบ่อปรับเสถียร (Waste Stabilization Ponds) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ

(1) บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic Ponds) สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกย่อยด้วยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน ผลผลิตที่ได้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และก๊าซไข่เน่า

(2) บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Ponds) หลักการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียจะเป็นแบบใช้ออกซิเจนที่ผิวด้านบนที่แดดส่องถึงและเป็นแบบไร้ออกซิเจนที่ก้นบ่อ

(3) บ่อแอโรบิก (Aerobic Ponds) สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกย่อยด้วยจุลินทรีย์ชนิดใช้ออกซิเจน เนื่องจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย จึงได้ก๊าซออกซิเจน

(4) บ่อบ่ม (Maturation Ponds) ใช้รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด

4) ระบบสระเติมอากาศ (Aerated Lagoon) หลักการทำงานต้องอาศัยจุลินทรีย์ เหมือนกับบ่อแพลคัลเททีฟ มีเครื่องเติมอากาศผิวน้ำแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่น เพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพการทำงานให้กับจุลินทรีย์ การเติมอากาศสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ การผสมแบบสมบูรณ์ ทั่วทั้งบ่อและการผสมเพียงบางส่วน

5) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetlands) เป็นระบบ ที่จำลองแบบ พื้นที่ชุ่มน้ำมาใช้บำบัดน้ำเสียโดยการบดอัดดินให้แน่น เพื่อปลูกพืช เช่น กก แผลก ฐปฤยาธิ เป็นต้น แบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก คือ แบบน้ำไหลบนผิวดิน และแบบน้ำไหลใต้ผิวดิน

6) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ตัวกลางเติมอากาศ (Contact Aeration Process) น้ำเสียจะ เข้าสู่ถังบรรจุตัวกลางพลาสติกที่มีจุลินทรีย์เกาะอยู่พร้อมทั้งมีระบบเติมอากาศที่กั้นถังได้ชั้น ตัวกลางให้กับแบคทีเรีย เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียเนื่องจากว่าปัญหาน้ำเสียที่เกิดขึ้นเป็นผล มาจากหลายสาเหตุ ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียที่ปล่อยจาก โรงงานอุตสาหกรรม อาคารบ้านเรือน ตลาดสด และเกษตรกรรม

2.6 การบำบัดน้ำเสียของโรงงานแปรงมันสำปะหลัง

การผลิตแปรงมันสำปะหลังมีการใช้น้ำในปริมาณมาก เนื่องจากมีผลต่อประสิทธิภาพ การผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์แปรงมันมากที่สุด สำหรับปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปัญหาน้ำเสีย กากของเสีย (กากมัน, เศษเหง้า, เปลือก และดินทราย) รวมทั้งปัญหากลิ่นจากระบบ บำบัดน้ำเสียและกองกากมันลักษณะสมบัติน้ำเสียจากการผลิตแปรงมันสำปะหลัง คือ มีความ สกปรกในรูปบีโอดี และซีโอดีสูง ลักษณะของน้ำเสีย pH 3.8-5.6 TSS (mg/L) 2,200-15,000 TDS 6,000-14,000 COD (mg/L) 11,100 - 32,000 กรัม โรงงานอุตสาหกรรม (2540)

2.6.1 การรวบรวมน้ำเสีย จะต้องแยกน้ำทิ้งที่เกิดจากการล้างและปอกเปลือกกราก มันสำปะหลังเพื่อนำมาบำบัดขั้นต้นก่อน จึงสามารถนำน้ำทิ้งจากส่วนต่างๆมารวมกัน เพื่อทำการ บำบัดได้ และการแยกชนิดของน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกสูงที่มีปริมาณน้อย ออกจากน้ำเสียที่ค่า ความสกปรกต่ำแต่มีปริมาณมากหรือการแยกน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนตะกอนอินทรีย์ที่แขวนลอย ออกมากำจัดตะกอนเหล่านี้ก่อนจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียได้อย่างมาก

2.6.2 การบำบัดน้ำเสีย ทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงงานแปรงมันสำปะหลัง ถูกนำไปใช้เพื่อให้น้ำกับต้นไม้ ในพื้นที่การเกษตรทั้งภายในโรงงานและภายนอกโรงงาน ดังนั้น วัตถุประสงค์ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแปรงมันสำปะหลังมี 2 ประเด็น ดังนี้

1) การบำบัดน้ำเสียเพื่อให้คุณภาพน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดเป็นไปตามข้อกำหนด ของการระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

2) การบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้มีลักษณะสมบัติให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมเพื่อใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม น้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัดจะต้องมีการตรวจสอบอย่างละเอียด เพื่อป้องกันผลกระทบต่อดินและสิ่งแวดล้อม

2.6.3 ระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังในปัจจุบัน

- 1) แบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)
- 2) แบบตรึงฟิล์มจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Fixed Film Reactor)
- 3) แบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

2.6.4 สภาพปัญหาในด้านการบำบัดน้ำเสีย

- 1) ปัญหากลิ่นเหม็นจากระบบบำบัดแบบไร้อากาศ (Anaerobic Process) โรงงานจะใช้ระบบบำบัดแบบบ่อเปิดหรือระบบบ่อหมักเนื่องจากการเดินระบบบำบัดน้ำเสียไม่เหมาะสม
- 2) ปัญหาลักษณะสมบัติน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วไม่เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบายออกสู่ภายนอกของราชการ เนื่องจากขาดการดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสียหรือการเดินระบบบำบัดน้ำเสียผิดพลาด

3. มลพิษทางอากาศและมลพิษทางกลิ่น

3.1 มลพิษทางอากาศ

3.1.1 ความหมายมลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะที่อากาศมีการเจือปนของสารหรือสิ่งปนเปื้อนในปริมาณที่มากพอ ทำให้อากาศเสื่อมคุณภาพเป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และพืช มลสาร (Pollutant) ที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศมีทั้งในรูปของแข็ง ฝุ่นละออง ไอระเหยหรือก๊าซ รวมทั้งกลิ่น เหม่า ควัน สารกัมมันตรังสี สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ปรอท ตะกั่ว ออกไซด์ของไนโตรเจน และคาร์บอน เป็นต้น

3.1.2 ระบบมลพิษทางอากาศ (Air pollution System) มีส่วนประกอบ 3 ส่วน มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษ (Emission Sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptor)

1) แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ (Emission Sources) เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและระบายออกสู่อากาศภายนอก โดยที่ชนิดและปริมาณของสารมลพิษอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศขึ้นอยู่กับประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ และวิธีการควบคุมการระบายสารมลพิษอากาศ

2) **อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere)** เป็นส่วนของระบบที่รองรับสารมลพิษอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดต่างๆ และเป็นตัวกลาง (Medium) ให้สารมลพิษอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศ มีการแพร่กระจายออกไป โดยมีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความเร็ว และทิศทางกระแสลม รวมทั้งลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา หุบเขา และอาคารบ้านเรือนเป็นตัวกำหนดลักษณะการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศ

3) **ผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptors)** เป็นส่วนของระบบที่สัมผัสกับสารมลพิษในอากาศ ทำให้ได้รับความเสียหาย หรืออันตรายโดยผู้รับผลเสียอาจเป็นสิ่งที่มีชีวิต เช่น คน พืช และสัตว์ หรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น เสื้อผ้า อาคาร บ้านเรือน วัสดุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ ความเสียหายหรือผลกระทบที่เกิดขึ้น จะมีความรุนแรงมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศและระยะเวลาที่สัมผัส

3.1.3 แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ

1) **แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Sources)** เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดสารมลพิษอากาศตามกระบวนการทางธรรมชาติ ไม่มีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องแต่อย่างใด เช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟป่า ทะเล และมหาสมุทร ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของละอองเกลือ เป็นต้น

2) **แหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Man-Made Sources)** แบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

(1) **แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Source)** ได้แก่ รถยนต์ เรือยนต์ เครื่องบิน เป็นต้น

(2) **แหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ (Stationary Sources)** แหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม

3.1.4 ผลกระทบของมลพิษทางอากาศ

1) เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยเฉพาะระบบหายใจ มะเร็งผิวหนัง ระบบประสาท และอาจสะสมในเนื้อเยื่อร่างกายมลสารแต่ละชนิดจะเป็นผลกระทบต่อสุขภาพต่างกัน

2) สารพิษที่ระบายออกสู่อากาศ บางชนิดคงตัวอยู่ในบรรยากาศได้เป็นเวลานาน และแพร่กระจายออกไปได้ไกลบางชนิดเป็นปฏิกิริยาต่อกันและเกิดเป็นสารใหม่ที่เป็นอันตราย

3) ทำให้เกิดฝนกรดโดยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีสารกำมะถันเจือปน เมื่อทำปฏิกิริยารวมตัวกับน้ำและกลั่นตัวเป็นฝน จะมีฤทธิ์เป็นกรด ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งก่อสร้าง

4) ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) เกิดจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ออกไซด์ของไนโตรเจน โอโซน และสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC) เมื่อลอยขึ้นไปบนชั้นบรรยากาศ จะปกคลุมมิให้รังสีความร้อนจากผิวโลกระบายขึ้นสู่บรรยากาศระดับสูงขึ้นไป ทำให้เกิดการสะสมความร้อนของผิวโลก

3.1.5 การป้องกันและแก้ไขมลพิษทางอากาศ

- 1) ลดสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด โดยการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเชื้อเพลิง ใช้เครื่องยนต์ที่มีมลพิษน้อย ปรับปรุงกระบวนการผลิต และลดมลพิษจากยานพาหนะ
- 2) เข้มงวดกับมาตรการลดผลกระทบด้านมลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรม โดยตรวจสอบการปล่อยมลสารต่างๆ จากภาคอุตสาหกรรมให้อยู่ในระดับมาตรฐาน และให้มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับมลพิษทางอากาศจากโรงงาน
- 3) สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีการเกษตร โดยนำวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรมาใช้เป็นพลังงานเพื่อลดการเผาวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรในที่โล่ง
- 4) ปรับปรุงระบบการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนให้มีการบริหารจัดการแบบครบวงจร ถูกหลักวิชาการ เพื่อลดการเผาขยะในที่โล่ง
- 5) ป้องกันการเกิดไฟป่า ตรวจสอบติดตามปฏิบัติการดับไฟป่า และฟื้นฟูสภาพหลังเกิดไฟป่า
- 6) ส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนที่มาจากธรรมชาติ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อลดมลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน
- 7) ลดการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ที่มีสารประกอบของสารที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก เช่น สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC) เป็นต้น
- 8) สนับสนุนให้มีการใช้ระบบขนส่งที่มีมลพิษน้อย และส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งมวลชน
- 9) รณรงค์และประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนเข้าใจอันตรายที่เกิดจากภาวะมลพิษทางอากาศ และมีส่วนร่วมในการป้องกันแก้ไขมิให้เกิดภาวะมลพิษทางอากาศ
- 10) ปรับปรุงกฎหมาย เพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติตามและการใช้บังคับกฎหมายด้านการจัดการภาวะมลพิษทางอากาศ

3.2 มลพิษทางกลิ่น

3.2.1 ความหมายของกลิ่น

กลิ่น ตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจวัดกลิ่นในอากาศ จากโรงงานพ.ศ. 2548 ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 หมายความว่า สิ่งเจือปน ในอากาศที่รู้ได้ด้วยจมูกของคนหรือเครื่องมือวิเคราะห์

กลิ่น หมายถึง สิ่งเจือปนในอากาศที่รู้ได้ด้วยจมูกของคนหรือเครื่องมือ ซึ่ง ปริมาณของกลิ่นที่ก่อให้เกิดการรับรู้กลิ่นได้นั้นต้องมีความเข้มข้นของสารให้กลิ่นถึงจุดหนึ่ง ซึ่ง เรียกว่า Threshold ของกลิ่นโดยกลิ่นจัดเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ไอระเหยจากสารอินทรีย์ (Volatile Organic Compounds: VOCs) และสารพวก HAPs (Hazardous Air Pollutants)

กลิ่นโรงงานอุตสาหกรรม เกิดจากสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยง่าย (Volatile Organic compounds) ที่ใช้ในอุตสาหกรรม ซึ่งกลิ่นมีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์สามารถได้กลิ่น ของสารในระดับที่รับรู้ได้ แม้ว่าความเข้มข้นของสารนั้นยังไม่อยู่ในระดับที่จะก่อให้เกิดผลกระทบ หรืออันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งระดับกลิ่นที่จะมีผลกระทบต่อสุขภาพนั้นจะแตกต่างกัน ไปขึ้นกับชนิด ของสาร

3.2.2 คุณสมบัติเฉพาะของกลิ่น

กลิ่นที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติหรือลักษณะของ กลิ่นเฉพาะตัว (ตารางที่ 2.4) ซึ่งสมาคมทดสอบวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society for Testing Materials; ASTM) ได้จำแนกคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของกลิ่นสำหรับสารจำนวน 180 ชนิดไว้ โดยมีสเกลแสดงคำอธิบายลักษณะเฉพาะของกลิ่นไว้ถึง 140 สเกล โดยใช้คำอธิบายลักษณะกลิ่น เช่น กลิ่นปลา กลิ่นน้ำเน่า กลิ่นหืน กลิ่นแอมโมเนีย เป็นต้น ซึ่งการใช้คำอธิบายลักษณะของกลิ่น ก็จะเป็นประโยชน์ในการเชื่อมโยงถึงแหล่งกำเนิดหรือที่มาของกลิ่นจากกระบวนการอุตสาหกรรม ประเภทต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 2.4 ลักษณะเฉพาะของกลิ่นที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรม

ลักษณะเฉพาะของกลิ่น	แหล่งกำเนิด
กลิ่นยาทาเล็บ	การผลิตสี การพ่นสี
กลิ่นปลา	กระบวนการที่ใช้ปลาเป็นวัตถุดิบ โรงฟอกหนัง
กลิ่นแอสฟัลต์	โรงผลิตแอสฟัลต์
กลิ่นพลาสติก	โรงงานผลิตพลาสติก
กลิ่นไข่น้ำ	น้ำเสีย โรงบำบัดน้ำเสีย
กลิ่นขยะ	พื้นที่ฝังกลบ (Land fill) บริเวณหลุมฝังกลบขยะ
ยาฆ่าหญ้า	โรงงานเคมี โรงงานผลิตยาฆ่าแมลง
กลิ่นน้ำมันเบนซิน ซัลเฟอร์	โรงกลั่น
กลิ่นก๊าซหุงต้ม	ท่อก๊าซรั่ว

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ 2547 ฐานความรู้การจัดการกลิ่น

3.2.3 ผลกระทบต่อสุขภาพ

การเกิดกลิ่นนั้นสามารถใช้เป็นสัญญาณเตือนถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพ ของสารเคมีที่เป็นอันตราย อย่างไรก็ตามได้มีการใช้ประโยชน์ของกลิ่นในการเตือนอันตรายที่จะเกิดขึ้นหากได้กลิ่น เช่น การเติมสารเอทิลเมอร์แคปแทน (Ethyl Mercaptan) ลงไปในก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเดิมไม่มีกลิ่น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์เพื่อให้ประชาชนได้ทราบหากมีก๊าซรั่ว ก็จะได้กลิ่นเหม็นคล้ายกลิ่นไข่น้ำของสารเอทิลเมอร์แคปแทน จะได้รับดำเนินการแก้ไขปัญหาหรือหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้นได้ทันที่

มนุษย์เราสามารถได้กลิ่นของสารในระดับที่รับรู้ได้ แม้ว่าความเข้มข้นของสารนั้นยังไม่อยู่ในระดับที่จะก่อให้เกิดผลกระทบหรืออันตรายต่อสุขภาพ เช่น เราจะได้กลิ่นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulfide; H₂S) ที่ความเข้มข้นเพียง 0.01 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ในขณะที่ความเข้มข้นที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพสูงถึง 10 ppm ค่าขีดจำกัดความปลอดภัยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน (Threshold Limit Value Time - Weighted Average) ที่กำหนดโดยสมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐบาลของสหรัฐอเมริกา (American Conference of Governmental Industrial Hygienists ; ACGIH) ดังนั้นการที่ได้กลิ่นก๊าซไข่น้ำ ไม่ได้หมายความว่ากลิ่นที่เกิดขึ้นจะอยู่ในระดับที่ทำให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพเสมอไป ระดับกลิ่นที่จะมีผลกระทบต่อสุขภาพนั้น

จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของสาร ข้อมูลของผลกระทบของสารแต่ละชนิดที่มีต่อสุขภาพนั้น ได้แสดงไว้ในตารางแสดงคุณสมบัติของสารเคมีที่มีกลิ่น

3.2.4 วิธีตรวจวัดกลิ่น

1) การตรวจวัดกลิ่นโดยวิธีทางเคมี สามารถใช้วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์หาชนิดของสารเคมีที่ทำให้เกิดกลิ่นโดยใช้ถุงเก็บตัวอย่างอากาศ แล้วนำมาวิเคราะห์หาชนิดของสารในห้องปฏิบัติการหรืออาจนำเครื่องมือการตรวจวัดออกไปตรวจวัดโดยตรงในภาคสนามก็ได้

2) การตรวจวัดกลิ่นโดยวิธีการดมกลิ่น เป็นการวัดระดับความรู้สึกของคนที่มีต่อกลิ่น โดยหาค่าความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของกลิ่นกับความรู้สึกของคนที่ได้รับกลิ่น

3) ในการสำรวจปัญหากลิ่นที่เกิดขึ้นในชุมชน มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแหล่งกำเนิด หาปริมาณความเข้มข้น และนำข้อมูลมาใช้ในการตัดสินใจหาเรื่องร้องเรียนเรื่องกลิ่น ซึ่งควรมีแนวทางการดำเนินการที่ถูกต้องและควรมีการจดบันทึกที่เป็นระบบ เพื่อจะได้นำข้อมูลที่ได้มาใช้วิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์

3.2.5 การตรวจวัดกลิ่นโดยวิธีทางเคมี

สารที่ทำให้เกิดกลิ่นเป็นสารเคมี แต่สารเคมีทุกตัวไม่ได้ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นเสมอไป ในการวิเคราะห์ว่ากลิ่นที่เกิดขึ้นมาจากสารเคมีชนิดใด แหล่งกำเนิดของกลิ่นปล่อยสารที่ทำให้เกิดกลิ่นออกมาเป็นปริมาณเท่าใด ผู้ศึกษาควรมีความรู้ความเข้าใจว่าแหล่งกำเนิดนั้นมีแนวโน้มจะระบายสารกลุ่มใดหรือสารชนิดใดออกมา เพื่อจะได้เลือกวิธีการตรวจวัดที่เหมาะสมที่สุด ในการตรวจวัดกลิ่นหรือตรวจวัดว่าสารเคมีอะไรที่ทำให้เกิดกลิ่น สามารถทำได้โดยตรวจวัดที่บริเวณภาคสนามโดยตรงหรือเก็บตัวอย่างแล้วนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1) การเก็บตัวอย่างสารเคมีที่ทำให้เกิดกลิ่น

(1) การเก็บตัวอย่างโดยตรง การเก็บตัวอย่างสารเคมีที่ก่อให้เกิดกลิ่นในอากาศ จะเป็นการเก็บอากาศที่มีกลิ่นในภาคสนามลงในถุงเก็บตัวอย่างอากาศ (Inert Flexible Bags) หรืออัดอากาศเข้าไปในถังเก็บอากาศที่ทำด้วยเหล็กปลอดสนิม

(ก) การเก็บโดยใช้ถุงเก็บอากาศ (Inert Flexible Bags) ถุงที่ใช้เก็บตัวอย่างอากาศทำจากวัสดุที่ไม่ไวต่อปฏิกิริยาเคมี เช่น เทดลาร์ (Tedlar) โดยทั่วไปมีขนาด 1 ถึง 100 ลิตร วิธีการนี้จะเสียค่าใช้จ่ายน้อยสำหรับการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

(ข) การใช้ถังเก็บตัวอย่างอากาศ (Steel Canisters) ลักษณะเป็นถังทรงกระบอกก่อนข้างกลมทำด้วยเหล็กที่มีความหนาและทนทานต่อแรงกดดันได้

(2) การเก็บตัวอย่างโดยวิธีเพิ่มความเข้มข้นของตัวอย่าง (Concentration Techniques) วิธีการเก็บตัวอย่างกลิ่นในอากาศ โดยนำอากาศผ่านตัวกลางที่ทำหน้าที่เป็นตัวจับสารเคมีที่ทำให้เกิดกลิ่นในตัวอย่างอากาศเพื่อหาชนิดของสารที่ทำให้เกิดกลิ่น

(ก) สาร โพลีเมอร์ที่มีรูพรุน (Porous Polymers) สาร โพลีเมอร์ที่มีรูพรุน จะมีพื้นที่ผิวมากพอที่จะใช้จับสารเคมีที่ก่อให้เกิดกลิ่นในตัวอย่างอากาศที่ผ่านเข้ามา และปล่อยหลุดออกมาได้เมื่อนำไปวิเคราะห์

(ข) ถ่าน (Charcoal) ใช้เป็นสารดูดซับสารเคมีที่ทำให้เกิดกลิ่นในตัวอย่างอากาศที่เข้ามาคล้ายๆ กับสาร โพลีเมอร์ที่มีรูพรุน ข้อดีของการใช้ถ่านเป็นตัวกลางในการดูดซับสารเคมีก็คือ ถ่านจะบรรจุอยู่ในหลอดแก้วขนาดเล็ก (Small Glass Cartridges) ซึ่งสะดวกในการนำมาใช้งานและสามารถนำกลับไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้โดยง่าย

(ค) วิธีไครโอเจนิค (Cryogenic Techniques) การเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศโดยวิธีไครโอเจนิค เป็นวิธีที่นำเอาหลอดที่มีรูปร่างเป็นตัวยู (U) แชนในสารที่ให้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง ได้แก่ น้ำแข็ง น้ำแข็งแห้ง ไนโตรเจนเหลว หรือ ฮีเลียมเหลว ต้องให้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของสารเคมีที่ต้องการตรวจวัด ซึ่งเป็นการทำให้สารเคมีอยู่ในสภาพแข็งตัว

(ง) การใช้อิมพิงเจอร์ (Impingers) การใช้อิมพิงเจอร์เป็นวิธีการที่ป้อนตัวอย่างอากาศให้ผ่านเข้ามาในสารละลายที่บรรจุในหลอดแก้วที่มีลักษณะพิเศษที่ช่วยให้ตัวอย่างอากาศสัมผัสกับสารละลายได้ดี ซึ่งสารเคมีในอากาศจะละลายในสารละลายที่เป็นตัวกลางนี้ จากนั้นก็นำสารละลายไปตรวจวิเคราะห์อีกครั้งในห้องปฏิบัติการ

2) การนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หลังจากเก็บตัวอย่างสารเคมีที่ทำให้เกิดกลิ่นมา จำเป็นต้องนำตัวอย่างอากาศมาวิเคราะห์หาสารเคมีที่ทำให้เกิดกลิ่นในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมี ดังนี้

(1) แก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography;GC)

(2) แก๊สโครมาโตกราฟีแมสสเปกโตรมิเตอร์ (Gas Chromatography -Mass spectrometry;GC-MS)

(3) ไฮเพอร์ฟอแมนซ์ลิกวิดโครมาโตกราฟี (High Performance Liquid Chromatography;HPLC)

3.2.5 การตรวจวัดกลิ่นในภาคสนาม

การตรวจวัดกลิ่นในภาคสนามเป็นการนำเอาเครื่องมือไปดำเนินการวัดในบริเวณพื้นที่ที่มีปัญหาเรื่องกลิ่น เครื่องมือที่ใช้มีดังนี้

1) เครื่องวัดไอสารอินทรีย์ (Organic Vapor Analyzer) เป็นเครื่องประเภท แก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography) ซึ่งไม่มี คอลัมน์ (Column) สำหรับแยกสารแต่ละชนิด ออกจากกัน จึงเป็นการวัดปริมาณรวมของสารอินทรีย์ ก่อนใช้เครื่องมือจะต้องมีการปรับความ ถูกต้องของเครื่องมือ (Calibrate) ด้วยสารอินทรีย์ที่ทราบค่าความเข้มข้นแน่นอน เช่น ใช้ก๊าซไอโซ บิวเทน (Isobutane) ที่ความเข้มข้น 100 ppm ซึ่งในการปรับความถูกต้องของเครื่องมือก็จะอ่านค่า ไอสารอินทรีย์ที่อยู่ในความเข้มข้นที่เทียบเท่ากับค่าความเข้มข้นของไอโซบิวเทน เป็นต้น เครื่องนี้ เหมาะสำหรับงานสำรวจในพื้นที่ที่มีปัญหาเรื่องกลิ่นจากสารอินทรีย์ว่ามีอยู่ในบริเวณใดบ้าง แต่จะ ไม่สามารถบอกชนิดของสารอินทรีย์นั้น โดยทั่วไปแล้วจะมีค่าขีดจำกัดของการตรวจวัด (Detection Limit) ที่ 500 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb)

2) หลอดดูดซับสาร (Absorption Tubes) เป็นการใช้หลอดเก็บตัวอย่าง สารอินทรีย์ซึ่งสารอินทรีย์จะทำปฏิกิริยากับตัวดูดซับซึ่งบรรจุอยู่ในหลอดแก้วแล้วจะเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดเป็นสี ทำให้อ่านค่าความเข้มข้นโดยประมาณของสารที่ทำให้เกิดกลิ่นได้ ในการ เลือกใช้หลอดดูดซับสารอินทรีย์นั้นจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับช่วงค่าความเข้มข้นที่ต้องการ ตรวจวัด โดยทั่วไปแล้วในการเก็บตัวอย่างจะใช้วิธีการปั๊มอากาศผ่านเข้าหลอดเก็บตัวอย่างด้วยมือ (Hand Pump) ซึ่งจำนวนครั้งที่ปั๊มอากาศเข้าไว้ในหลอดแก้วนั้นจะมีคำแนะนำอยู่ในคู่มือ ข้อดีของ การเก็บตัวอย่างจะอ่านค่าความเข้มข้นโดยประมาณของสารที่ตรวจวัดได้อย่างรวดเร็ว จึงนิยมใช้ใน งานด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial Hygiene) มาก

3) การใช้ Portable GC และ GC-MS ในปัจจุบันได้มีการผลิตเครื่องมือ GC และ GC-MS ที่สามารถนำไปใช้งานในภาคสนามได้ โดยเครื่องมือดังกล่าวได้รับการออกแบบให้มี ขนาดเล็กกะทัดรัด โดยมีหลักการและวิธีการใช้งานเหมือนเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ แต่สามารถ นำไปใช้งานในภาคสนามได้โดยตรง ไม่จำเป็นต้องเก็บตัวอย่างเข้ามาตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

3.2.6 การตรวจวัดกลิ่นโดยวิธีการดมกลิ่น

1) ปริมาณความเข้มข้นต่ำสุดที่รับรู้ได้

วิธีการตรวจวัดโดยการเก็บตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้น โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดและใช้วิธีการดมกลิ่นเพื่อหาปริมาณที่มีผลกระทบต่อความรู้สึกของ คน ซึ่งในกรณีนี้จะมีการหาค่าปริมาณความเข้มข้นต่ำสุดที่คนจะรู้สึกได้ หรือเรียกว่าค่า Threshold Threshold หมายถึง ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารมีกลิ่นที่ทำให้คนในกลุ่ม ประชาชนจำนวนร้อยละ 50 รู้สึกเริ่มได้กลิ่น ค่า Threshold ไม่ใช่ค่าคงที่ แต่เป็นค่าที่เป็นตัวแทนที่ดี ที่สุดในเชิงสถิติของกลุ่มตัวอย่าง ค่า Threshold แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

(1) Detection Threshold เป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารมีกลิ่นที่ทำให้ร้อยละ 50 ของกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบมีการตอบสนองของประสาทการรับกลิ่น ซึ่งค่าดังกล่าวจะเกี่ยวข้องกับการตอบสนองของประสาทรับกลิ่นแต่ไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับการจำกลิ่นได้

(2) Recognition Threshold เป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ผู้รับกลิ่นจะมีความรู้สึกจำกลิ่นที่มีลักษณะเฉพาะตัวในเชิงคุณภาพได้ โดยปกติจะใช้ค่าที่ทำให้ร้อยละ 50 ของกลุ่มตัวอย่างสามารถรู้สึกจดจำกลิ่นเฉพาะตัวได้

2) การตรวจวัดกลิ่น โดยวิธีการดมกลิ่น (Sensory Odor Measurement)

การวัดระดับความรู้สึกของคนที่มีต่อกลิ่นชนิดต่างๆ จะต้องทำการตรวจวัดกลิ่นโดยใช้การดมกลิ่นแล้วหาค่าความสัมพันธ์ของความเข้มข้นกับความรู้สึกของคน ASTM และสมาคมบริหารจัดการด้านอากาศและของเสีย (Air and Waste Management Association; AWMA) ได้เสนอแนะวิธีการที่ใช้ในการตรวจวัด ดังนี้

(1) ASTM E 679-91 Standard Practice for Determination of Odor Taste Thresholds by Forced Choice Ascending Concentration Series Method of Limits

(2) ASTM E 544-75 Standard Practices for Referencing Suprathreshold Odor Intensity

(3) W.H Prokap, Develop Odor Control Regulations Guidelines and Considerations, JAPCA , 1987 , 28 : 9-22 (APCA Committee TT-4 Position Paper)

3) แนวทางที่ใช้ในการตรวจวัดกลิ่น โดยการดมกลิ่น มีขั้นตอนดังนี้

(1) การเลือกกลุ่มคนที่จะใช้ในการทดสอบ การหาค่าความเข้มข้นของกลิ่นที่จะมีผลกระทบต่อคน จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลจากความรู้สึกของกลุ่มคนมาใช้ตัดสิน ดังนั้นในการเลือกคุณสมบัติของคนที่มีประสาทรับกลิ่นเป็นปกติ ซึ่งจะต้องมีการคัดเลือกกลุ่มบุคคลที่มีคุณสมบัติ โดยทั่วไปกลุ่มบุคคลที่จะนำมาเป็นผู้ทดสอบกลิ่นจะได้จากคนที่ทำงานในโรงงาน โดยเป็นผู้ที่ทำงานในระดับบริหารมากกว่าจะเป็นที่ทำงานในระดับปฏิบัติ ซึ่งอาจจะมีปัญหาเรื่องไม่สามารถตอบสนองต่อกลิ่นเนื่องจากในการทำงานประจำจะได้รับกลิ่นอยู่เสมอจนความไวในเรื่องกลิ่นลดลงได้ ในกรณีที่กลิ่นเป็นผลกระทบต่อชุมชนในพื้นที่ อาจเลือกกลุ่มคนจากประชาชนที่อาศัยอยู่ในท้องถิ่น เพื่อจะได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจปัญหา กลุ่มผู้ทดสอบกลิ่นจะต้องมีอย่างน้อยจำนวน 6 คน จะต้องไม่ใช่คนที่มีความไวต่อกลิ่นเป็นพิเศษ หรือขาดความสามารถในการดมกลิ่น จะต้องเป็นคนที่ไม่มีประสาทรับกลิ่นอยู่ในระดับปกติ ซึ่งจะต้องมีการทดสอบเพื่อทำการคัดเลือกคนที่มีคุณสมบัติดังกล่าว ขั้นตอนในขั้นการคัดเลือก (Screening) มี 2 ขั้นตอน ซึ่งเป็นวิธีการที่เสนอแนะโดย ASTM STP 440 ดังนี้

(2) การทดสอบการรับรู้กลิ่นในสามตัวอย่าง (Triangle Test) : เป็นวิธีการทดสอบความสามารถของผู้ทดสอบเรื่องกลิ่นว่าสามารถจะรับรู้กลิ่นจากไอของสาร 1-Butanol ที่ละลายอยู่ในน้ำซึ่งบรรจุอยู่ในขวดที่ทำด้วย เทฟลอน Teflon หรือไม่ โดยจะให้ดมกลิ่นไอของสาร 1-Butanol ที่อยู่ในสารละลายน้ำ (มีความเข้มข้นต่ำ) 1 ตัวอย่าง และให้ดมกลิ่นน้ำที่บรรจุในขวดชนิดเดียวกันอีก 2 ตัวอย่าง หากผู้ทดสอบกลิ่น สามารถเลือกขวดตัวอย่างได้ถูกต้อง ก็จะมีการทดสอบ

(3) การทดสอบความเข้มของกลิ่น (Intensity Test) : เป็นการทดสอบความสามารถในการเลือกความเข้มของกลิ่นกับกลิ่นที่ได้รับ ในช่วงแรกจะมีการเตรียมสารละลาย 1-Butanol ที่มีความเข้มข้นน้อยไปจนถึงมีความเข้มข้นมากเป็นลำดับกันไปและผู้ทดสอบกลิ่น จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับกลิ่นและการจัดเรียงตามลำดับความเข้มข้น จากนั้นจะมีการนำขวดตัวอย่างออก 1 ขวด โดยไม่ให้ทราบว่าขวดตัวอย่างใดถูกดึงออกมา ขวดที่เหลือที่จะถูกจัดเรียงตามลำดับความเข้มข้นเช่นเดิม ผู้ทดสอบกลิ่นจะต้องนำขวดตัวอย่างที่ถูกแยกออกมากลับเข้าไปตำแหน่งเดิมให้ถูกต้อง

เมื่อผู้ถูกทดสอบได้ผ่านการทดสอบทั้ง 2 วิธี จะได้รับการคัดเลือกให้อยู่ในกลุ่มบุคคลผู้ทดสอบกลิ่น (Panelists) ซึ่งต้องมีวิธีการปฏิบัติตัวในแต่ละวันที่ทำหน้าที่ในการประเมินตัดสินเรื่องกลิ่น แนวทางการปฏิบัติของบุคคลที่ทำหน้าที่ทดสอบเรื่องกลิ่น มีดังนี้

ก) การเตรียมตัวในวันที่มาทำหน้าที่ทดสอบกลิ่น

- (ก) ต้องไม่สระผมด้วยแชมพูที่มีกลิ่นแรง
- (ข) ต้องไม่ใช้น้ำหอม แป้งที่มีกลิ่น หรือเครื่องประทินผิวที่มีกลิ่นหอม
- (ค) ต้องไม่รับประทานอาหารที่มีรสจัด
- (ง) ต้องไม่สวมใส่เสื้อผ้าทำจากวัสดุที่มีกลิ่น เช่น หนังสัตว์

ข) การปฏิบัติตัวในช่วงเวลาก่อนที่จะทำหน้าที่ทดสอบกลิ่น

- (ก) ต้องไม่สูบบุหรี่
- (ข) ห้ามดื่มกาแฟ น้ำชา หรือน้ำโซดา
- (ค) หลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารใดๆ อย่างหนักในช่วงเวลาหนึ่ง

ชั่วโมง ก่อนที่จะทำหน้าที่ประเมินตัดสินเรื่องกลิ่น

- (ง) ต้องไม่เคี้ยวหมากฝรั่ง

4) การดำเนินการทดสอบตัวอย่างกลิ่น โดยใช้การดมกลิ่นจะมีการหาค่า 3 ชนิด

ดังนี้

(1) การหาค่าความเข้มต่ำสุดของสารที่คนรู้สึกกลิ่นได้ (Detection Threshold)

การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่คนรู้สึกได้กลิ่น (Detection Threshold) จะใช้เครื่องมือที่มีชื่อว่า

Dynamic Dilution Forced-Choice Olfactometer เครื่องมือจะได้รับการออกแบบให้มีการดูดอากาศผ่านเข้า Carbon-Filtered ซึ่งทำให้อากาศที่ผ่านออกมาสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนเพื่อนำไปใช้เจือจางตัวอย่างอากาศที่มีกลิ่นให้มีความเข้มข้นต่างๆ กันไปตามต้องการ ตัวอย่างอากาศที่เจือจางให้มีความเข้มข้นตามต้องการ แล้วจะผ่านเข้าไปที่ถ้วยที่ใช้ดมกลิ่น (Sniff Cups) รวมทั้งผ่านเข้าไปในเครื่องตรวจวัดกลิ่น ท่อและข้อต่อที่ใช้ในเครื่องมือจะทำด้วยเหล็กปลอดสนิม (Stainless Steel) หรือสารเทฟลอน (Teflon) เพื่อป้องกันการเกิดการปนเปื้อนในตัวอย่าง

ตัวอย่างอากาศเจือจางแล้วจะนำไปให้ผู้ทดสอบกลิ่นดมตามลำดับความเข้มข้นจากน้อยไปหามาก อัตราส่วนที่ใช้ในการเจือจางมีค่าประมาณ $1/3000$, $1/1000$, $1/300$, $1/100$, $1/30$ และ $1/10$ โดยมีการเพิ่มความเข้มข้นครั้งละ 3 เท่า ในการดมกลิ่นตัวอย่างแต่ละครั้ง จะมีการจัดเตรียมถ้วยที่ใช้ดมกลิ่นที่เหมือนกัน 3 ถ้วย โดยกำหนดให้ปริมาตรอากาศที่ผ่านเข้าไปในถ้วยดมกลิ่นมีอัตราปริมาตร 3 ลิตร / นาที ซึ่งเท่ากับอัตราปริมาตรอากาศที่ใช้หายใจ ในตัวอย่าง 3 ถ้วย จะมีตัวอย่างที่มีสารที่มีกลิ่นเพียงตัวอย่างเดียวที่เหลืออีกสองตัวอย่าง จะเป็นอากาศที่ผ่าน Carbon-Filtered ซึ่งถือเป็นอากาศสะอาดไม่มีสารที่มีกลิ่นเจือปน และผู้ที่ทำหน้าที่ทดสอบกลิ่นจะต้องเลือกถ้วยที่มีกลิ่นออกมาให้ถูกต้อง

(2) การหาค่าความเข้มของกลิ่น (Intensity) การหาค่าความเข้มของกลิ่นที่รู้สึกได้ มี 2 วิธี วิธีแรกเป็นการเตรียมสาร 1-Butanol ให้มีความเข้มข้นสูงกว่าค่าระดับต่ำสุดที่รับรู้กลิ่น โดยการเตรียมชุดสารตัวอย่างให้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นครั้งละ 2 เท่า โดยให้ผู้ดมกลิ่นใช้วิธี Triangle เลือกตัวอย่างออกมา และเปรียบเทียบความเข้มของกลิ่นที่ดมได้ โดยรายงานตามช่องตัวอย่างที่ดมกลิ่นตั้งแต่ 1-8 ดังนี้

ช่องตัวอย่างที่ 1-3 เป็นตัวอย่างที่มีกลิ่นจาง

ช่องตัวอย่างที่ 4-6 เป็นตัวอย่างที่มีกลิ่นปานกลาง

ช่องตัวอย่างที่ 7-8 เป็นตัวอย่างที่มีกลิ่นแรง

ในการรายงานผลค่าความเข้มของกลิ่นจะเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยของความเข้มของกลิ่นที่บันทึกได้ วิธีที่สองที่ใช้ในการหาค่าความเข้มของกลิ่นนั้น ในการทดลองจะไม่ใช้อากาศในการเจือจางกลิ่น แต่จะใช้น้ำกลั่นที่ปราศจากกลิ่นเป็นตัวเจือจางโดยการเตรียมสารละลาย 8 ขวด ในขวดแก้วหรือขวดเทฟลอน (Teflon) ที่สะอาดวางไว้ในอุณหภูมิห้อง และในระหว่างการทดลองการดมกลิ่นนั้นต้องมีฝาปิดขวด เพื่อให้แน่ใจว่ามีการรักษาภาวะสมดุล (Equilibrium) ระหว่างสารละลายและอากาศที่อยู่เหนือขวดตัวอย่างที่ใช้ดมกลิ่น และควรมีการเขย่าขวดเบาๆ ทุกครั้งก่อนการทดสอบการดมกลิ่น

(3) การหาค่าลักษณะเฉพาะของกลิ่น ผู้ทำหน้าที่ดมกลิ่นจะต้องให้คะแนนของกลิ่นที่ดม โดยใช้คำจำกัดความหรือความหมายของสเกล 0 ถึง 5 ค่าที่นำมาใช้ตัดสินจะเป็นการนำเอาคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต ซึ่งการใช้คะแนนตามสเกลในการตัดสินเป็นการเลือกความเห็นที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันจากผู้ดมกลิ่นหลายๆ คน

3.2.7 การสำรวจปัญหากลิ่นในชุมชน กรณีที่มีปัญหาเรื่องกลิ่นต่อชุมชน เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบต้องไปดำเนินการสำรวจเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุและความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลัก ดังนี้

1) เพื่อตรวจหาแหล่งกำเนิดของกลิ่นที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อชุมชน และตรวจวัดหาปริมาณความเข้มข้นของกลิ่นที่เกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณทิศทางได้ลมของแหล่งกำเนิดภายใต้สภาพอุตุนิยมวิทยาที่เกิดขึ้นจริง

2) เพื่อจัดทำข้อมูลเพื่อนำมาใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินปัญหาการร้องเรียนเรื่องกลิ่น และใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของกลิ่นจากแหล่งกำเนิดที่สำรวจได้ภายใต้สภาพอุตุนิยมวิทยาที่แท้จริง เพื่อใช้ในการวางแผนควบคุมป้องกันและแก้ไขปัญหากลิ่นในชุมชน

วิธีการสำรวจทำได้โดยการเดินเข้าไปในบริเวณพื้นที่รอบๆ แหล่งกำเนิด เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ทำการจดข้อมูลในเรื่องตำแหน่งที่ตั้งของโรงงาน ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของกลิ่น ลักษณะเฉพาะของกลิ่นและค่าความเข้มข้นของกลิ่นที่รับได้ รวมทั้งบันทึกค่าความเร็วและทิศทางของกระแสลม อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม ตลอดจนสภาพของท้องฟ้าในช่วงเวลาการสำรวจ

อากาศแบบเสถียร (Stable Condition) : ช่วงเวลาเช้า (6.00 - 8.00 น.)

: ช่วงเวลาเย็น (หลัง 20.00 น.)

อากาศไม่เสถียร (Unstable Condition) : ระหว่างเวลา 9.00 น. และ 19.00 น.
ช่วงที่สภาพอากาศเป็นแบบเสถียรจะสำรวจหาความเข้มข้นเรื่องกลิ่นได้ดี เนื่องจากช่วงนี้กลิ่นที่เกิดขึ้นจะไม่ค่อยมีการแพร่กระจายไปไกลจากแหล่งกำเนิด จึงทำให้หาแหล่งกำเนิดของกลิ่นได้ง่าย

ในการบันทึกข้อมูลทิศทางลมนอกจากใช้เครื่องมือตรวจวัดแบบพกพา (Handheld Anemometer) แล้ว ยังใช้การสังเกตทิศทางของลมจากสิ่งที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ เช่น ธงหรือทิศทางที่ใบไม้ปลิวไปก็ได้ การวัดอุณหภูมิทำได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ส่วนการบันทึกลักษณะของท้องฟ้าให้บันทึกสภาพที่เกิดขึ้น เช่น ฟ้าโปร่ง มีเมฆคลุมบางส่วน เมฆมาก หรือมีฝนตก เป็นต้น

ในการบันทึกสเกลแสดงระดับความรุนแรงของกลิ่น ก็นิยมใช้สเกลซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (ตารางที่ 2.5) ตั้งแต่ 0-5 โดยระดับ 0 หมายถึง ไม่มีกลิ่น จนถึง 5 หมายถึง มีกลิ่นรุนแรงมาก

ASTM ได้กำหนดค่าสเกลที่ใช้อ้างอิงเรื่องกลิ่น (ASTM Standard Practice E-544) โดยใช้ค่ากลิ่นของ n-Butanol เป็นตัวอ้างอิงโดยแบ่งค่าความเข้มข้นระหว่าง 15-2000 ppm ออกเป็น 8 ระดับ โดยระดับที่ 1 เป็นช่วงที่ค่าความเข้มข้นสูงกว่า ค่า Threshold เล็กน้อย จนถึงระดับ 8 ที่มีความเข้มข้นของกลิ่นรุนแรงมาก ค่าความเข้มข้นในสเกลตั้งแต่ระดับ 1-3 จะยังไม่ทำให้เกิดผลกระทบเรื่องกลิ่น ค่าความเข้มข้นในช่วงสเกล 4-6 อาจจะทำให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่น ส่วนในช่วงสเกล 6-8 เป็นค่าที่มีผลกระทบโดยจะก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญเรื่องกลิ่น

ตารางที่ 2.5 สเกลระดับกลิ่น

สเกล	ความรู้สึกรบกวนเรื่องกลิ่น
0	ไม่มีกลิ่น
1	ไม่รู้สึกรบกวน
2	กลิ่นอ่อนมาก
3	กลิ่นจาง, กลิ่นอ่อน
4	มีกลิ่นที่รับได้
5	กลิ่นแรง
6	กลิ่นรุนแรงมาก

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ 2547 ฐานความรู้การจัดการกลิ่น

3.2.8 หลักการเลือกระบบบำบัดกลิ่น

1) การปล่อยอากาศทางปล่องสูง การระบายอากาศที่มีกลิ่นออกทางปล่องโดยตรงนั้นไม่ควรกระทำ นอกจากว่ากลิ่นนั้นเจือจางมาก และได้รับการตรวจสอบโดย Panel Test ว่ากลิ่นที่ออกมาจะถูกเจือจางในอากาศจนมีค่าประมาณไม่เกิน 50% ของความเข้มข้นที่คณะผู้ทดสอบได้กลิ่นต่ำที่สุด

2) สารกลบกลิ่นหรือระงับกลิ่น (*Odor Neutralizer*) สารเคมีบางชนิดสามารถระงับกลิ่นได้โดยกระบวนการทางเคมีหรือชีวภาพ โดยทั่วไปมักจะใช้ระงับกลิ่นในกรณีที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่เป็นพื้นที่ เช่น กองหรือลานตากมูลสัตว์ ตัวอย่างเช่น การใช้แบคทีเรีย *Bacillus* บางชนิดที่ผลิตเอนไซม์โปรตีเอส (Protease) ไลเปส (Lipase) และอะไมเลส (Amylase) ไปย่อยสลายโมเลกุลที่มีกลิ่น เช่น กรดไขมัน โพรพิโอนิก (Propionic) อะซิติก (Acetic) บิวทีริก (Butyric) ไอโซบิวทีริก (Isobutyric) และกรดแลคติก (Lactic Acid)

3) ระบบควบแน่น (*Condensation Process*) ใช้หลักการบำบัดกลิ่นโดยอาศัยอากาศเสียที่มีสารก่อให้เกิดกลิ่นถูกทำให้เย็นลงจนควบแน่นเป็นของเหลว ซึ่งอุณหภูมิที่ต้องการจะขึ้นกับคุณสมบัติของสารนั้นๆ

4) ระบบเผาไหม้โดยตรง (*Direct Combustion Process*) ใช้หลักการบำบัดกลิ่นโดยอาศัยอากาศเสียที่มีสารก่อให้เกิดกลิ่นถูกทำให้ร้อนอยู่ระหว่างอุณหภูมิ 550 - 800°C เพื่อออกซิไดซ์ (Oxidize) และสลาย (Decompose) สารที่มีกลิ่นและเผาไหม้ได้ ซึ่งจะทำให้มีกลิ่นเจือจางลงหรือไม่มีกลิ่นเลย

(1) ระบบการเผาไหม้โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยลดอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาไหม้ จึงช่วยลดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง แต่ตัวเร่งปฏิกิริยามักจะทำงานได้ในกรณีที่อุณหภูมิเหมาะสมในช่วงแคบๆ และจะต้องไม่มีสารที่ทำลายคุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เสื่อมสภาพ หรือมีสารไปปกคลุมพื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา อุณหภูมิที่ใช้กันประมาณ 500°C และต่ำกว่านั้น

(2) ระบบออกซิเดชันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา (*Catalytic Oxidation Process*) มีหลักการบำบัดกลิ่นโดยอาศัยอากาศเสียที่มีสารก่อให้เกิดกลิ่นถูกทำให้ร้อนอยู่ระหว่างอุณหภูมิ 250 - 350°C และผ่านคาตาลิสต์ เบด (Catalyst Bed) ซึ่งเป็นการเผาที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้น สารที่ก่อให้เกิดกลิ่นจะอยู่ภายใต้สภาวะที่ถูกออกซิเดชัน (Catalytic Oxidation) บนพื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ซึ่งจะถูกละลายหรือเผาไหม้ให้มีกลิ่นเจือจางหรือไม่มีกลิ่นเลย

5) ระบบออกซิเดชันด้วยโอโซน (*Ozone - Oxidation Process*) มีกระบวนการบำบัดกลิ่นโดย โอโซนจะถูกฉีดสู่อากาศเสียที่มีสารก่อให้เกิดกลิ่น เพื่อออกซิไดซ์ (Oxidize) สารที่มีกลิ่น โดยที่โอโซนเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์อย่างแรง (Strong Oxidizing) จึงทำให้อากาศเสียมีกลิ่นเจือจางลง

ระบบออกซิเดชันด้วยโอโซนและตัวเร่งปฏิกิริยา (*Ozone - Catalytic Oxidation Process*) มีกระบวนการบำบัด กลิ่นโดยโอโซนจะถูกฉีดสู่อากาศเสียที่มีสารก่อให้เกิดกลิ่น เพื่อออกซิไดซ์ (Oxidize) สารนั้น โดยที่โอโซนเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์อย่างแรง

(Strong Oxidizing) รวมกับการเร่งปฏิกิริยาของสารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ทำให้อากาศเสียมีกลิ่นเจือจางลง

6) ระบบสครับบิง (Chemical Scrubbing Process) มีกระบวนการบำบัดกลิ่น โดยในกรณีที่ส่วนหนึ่งของสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นที่มีสภาพเป็นด่าง เช่น แอมโมเนีย (Ammonia) ไตรเมทิลลามีน (Trimethylamine) เป็นต้น จะนำมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดจะได้สารประกอบต่างๆ ที่ไม่มีกลิ่น ส่วนในกรณีที่สารที่ก่อให้เกิดกลิ่นมีสภาพเป็นกรด เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulfide) เมทิลเมอร์แคปแทน (Methyl Mercaptan) เป็นต้น จะทำปฏิกิริยากับสารละลายด่าง (Alkaline Solution) ได้เป็นสารประกอบต่างๆ ที่ไม่มีกลิ่นหรือมีกลิ่นน้อยลง

7) ระบบดูดซับ

(1) ระบบดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon - Adsorption Process) มีกระบวนการบำบัดกลิ่นโดยสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นจะถูกดูดซับด้วยผงถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ระบบนี้ใช้เสริมการบำบัดกลิ่นร่วมกับระบบอื่นๆ

(2) ระบบดูดซับด้วยผงถ่านกัมมันต์ที่เคลือบสารเคมี (Impregnated Activated Carbon (A/C) - Adsorption Process) มีกระบวนการบำบัดกลิ่นโดยใช้ Impregnated A/C ที่ถูกเคลือบด้วยสารเคมีบางชนิด เช่น กรดหรือด่างอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้ความสามารถในการดูดซับมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็นหลายสิบเท่าของผงถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ธรรมดา Impregnated A/C สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ โดยการบำบัดสารที่ดูดซับไว้และทำการปรับสภาพใหม่

8) ระบบแบบชีวภาพ ระบบตัวกรองชีวภาพ เป็นระบบบำบัดมลพิษทางอากาศที่มีการใช้กันมาแพร่หลายในหลายประเทศ หลักการของระบบอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้กลายเป็นสารที่ไม่เป็นมลพิษ ได้มีการนำระบบตัวกลางแบบชีวภาพไปใช้ในการกำจัดกลิ่นที่เกิดจากระบบน้ำเสีย ต่อมาได้มีการพัฒนานำมาใช้เป็นเทคโนโลยีในการบำบัดสารอินทรีย์ระเหย (VOC) และสารมลพิษที่เป็นอันตราย (HAPs) สารประเภทไฮโดรคาร์บอนรวมทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์อื่นๆ

3.3 มาตรฐานคุณภาพอากาศที่เกี่ยวข้องกับกลิ่นในประเทศไทย

3.3.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าความเข้มข้นกลิ่นอากาศเสียที่ปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ และประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดให้โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทและบางขนาดเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมค่าความเข้มข้นของอากาศเสียที่ปล่อยทิ้งออกสู่บรรยากาศ และ

กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป รวมทั้งมีอำนาจในการปรับหรือเรียกค่าเสียหายจากผู้ก่อมลพิษได้

3.3.2 พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 กรมโรงงานอุตสาหกรรม กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบกลิ่นในอากาศจากโรงงาน

กำหนดมาตรฐานและวิธีการควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษหรือสิ่งใด ๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดจากการประกอบกิจการโรงงาน

กำหนดข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวกับการประกอบกิจการ โรงงานที่ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องแจ้งให้ทราบเป็นครั้งคราวหรือตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ และยังมีประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 4 (ลงวันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2514) กำหนดให้โรงงานต้องกำจัดกลิ่น เสียง ความสั่นสะเทือน ฝุ่นละออง เขม่า เถ้าดำที่เกิดจากการประกอบกิจการมิให้เป็นที่เป็นที่เดือดร้อนหรืออาจเป็นอันตรายต่อผู้อาศัยใกล้เคียง

3.3.3 พระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ.2535 มีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับมลพิษอากาศ ในแง่มุ่งของการกระทำให้เกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ จำนวน 3 มาตรา ได้แก่ มาตรา 25 กำหนดลักษณะกิจการหรือการกระทำที่ให้อถือว่าเป็นเหตุรำคาญ ซึ่งรวมถึงการกระทำใดๆ อันเป็นเหตุให้เกิดกลิ่น แสง รังสี เสียง ความร้อน สิ่งมีพิษ ความสั่นสะเทือน ฝุ่น ละออง เขม่า เถ้า หรือกรณีอื่นใด จนเป็นเหตุให้เสื่อมหรืออาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ (มาตรา 25(4)) มาตรา 26 และมาตรา 27 ได้ให้อำนาจแก่เจ้าพนักงานท้องถิ่นสามารถมีดุลพินิจที่จะชี้ว่าการกระทำใดเป็นเหตุให้เสื่อมหรืออาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือไม่ และสามารถใช้อำนาจทางบริหารห้ามมิให้มีการก่อเหตุรำคาญ หรือให้ระงับป้องกันเหตุรำคาญ

4. จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ

ศาสตราจารย์ ดร.เทรู โอะ ฮิงะ มหาวิทยาลัยวริกิว โอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น เป็นผู้คิดค้น “จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms ;EM) โดยมีการนำไปใช้อย่างกว้างขวางไม่เพียงแต่ในด้านการผลิตและดูแลรักษาพืชทางเกษตรเท่านั้น ยังมีประสิทธิภาพสูงในด้านระบบการกำจัดน้ำเสีย กำจัดกลิ่นเหม็น การสุขาภิบาลในฟาร์มปศุสัตว์ และมีผลต่ออาหารสัตว์ในด้าน การเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโต”

4.1 ความหมายของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms;EM)

คือ กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้เทคนิคทางชีวภาพรวบรวมเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์หมวดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ช่วยปรับปรุงสภาพความสมดุลของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น

4.2 ลักษณะทั่วไปของ EM

4.2.1 EM เป็นของเหลวสีน้ำตาล กลิ่นหอมเปรี้ยว อมหวาน (เกิดจากการทำงานของกลุ่มจุลินทรีย์ต่างๆใน EM)

4.2.2 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีชีวิตและไม่สามารถใช้ร่วมกับสารเคมี ยาปฏิชีวนะและยาฆ่าเชื้อ

4.2.3 EM ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น คน สัตว์ พืช และแมลงที่เป็นประโยชน์

4.2.4 ช่วยปรับสภาพความสมดุลของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.2.5 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทุกคนสามารถนำไปขยายเพื่อช่วยแก้ปัญหาต่างๆ

4.3 ลักษณะการผลิต โดยการเพาะขยายจากจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์กว่า 80 ชนิดจาก

4.3.1 กลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (Photosynthetic bacteria)

4.3.2 กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria)

4.3.3 กลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixing bacteria)

4.3.4 กลุ่มจุลินทรีย์เอกทีโนมัยซีทส์ (Actinomycetes)

4.3.5 กลุ่มจุลินทรีย์ยีสต์ (Yeasts)

4.4 การประยุกต์ใช้ EM แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

4.4.1 การใช้แบบน้ำ

1) EM ผสมน้ำฉีด พ่น รด ราด ต้นไม้สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง ในอัตราส่วน EM 1 ลิตร ต่อน้ำ 1,000 ลิตร (EM 1 ฝา ต่อน้ำ 1 บัวรดน้ำ)

2) EM ผสมน้ำในอัตราส่วน EM 1 ลิตร ต่อน้ำ 5,000-10,000 ลิตร ให้สัตว์กิน เช่น สุกร ไก่ กินเป็นประจำ มูลจะไม่มียุงเหม็น สุขภาพของสัตว์จะแข็งแรง

3) EM ทำเป็นเชื้อหมักขี้ไก่แมลง สุโตจู (EM5)

4) EM ทำสารสกัดพืชหมัก (EM FPE)

5) EM ทำฮอร์โมนพืช

4.4.2 วิธีการใช้แบบแห้ง การขยายเชื้อ EM แบบแห้งที่เรียกว่า โบกานิล โดยการใช้ EM ผสมกับกากน้ำตาล และวัสดุต่างๆ

4.5 ประโยชน์ของ EM

4.5.1 ด้านการเกษตร

- 1) ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ให้เป็นกลางในดินและน้ำ
- 2) ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืชและโรคระบาดต่างๆ
- 3) ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำ และให้อากาศผ่านได้อย่างเหมาะสม
- 4) ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ให้เป็นอาหารแก่พืช พืชจะสามารถดูดซึมไปใช้ได้
- 5) ช่วยสร้างฮอร์โมนพืชเพื่อให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดีขึ้น
- 6) ช่วยให้ผลผลิตคงทน สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานมีประโยชน์ต่อการขนส่ง

ไกลๆ

4.5.2 ด้านปศุสัตว์

- 1) ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากฟาร์มปศุสัตว์ เช่น ไก่ สุกร ได้ภายใน 24 ชั่วโมง
- 2) ช่วยบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มได้ภายใน 1-2 สัปดาห์
- 3) ช่วยป้องกันโรคอหิวาต์และโรคระบาด ในสัตว์แท่นยาปฏิชีวนะ
- 4) ช่วยกำจัดแมลงวันด้วยการตัดวงจรชีวิตของหนอนแมลงวัน
- 5) ช่วยเสริมสุขภาพสัตว์เลี้ยง ทำให้สัตว์แข็งแรง มีความต้านทานต่อโรค

ให้ผลผลิตที่สูงและอัตราการตายต่ำ

4.5.3 ด้านการประมง

- 1) ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ
- 2) ช่วยแก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ
- 3) ช่วยรักษาโรคแผลต่างๆใน ปลา กบ จระเข้ ตะพาบน้ำ
- 4) ช่วยลดปริมาณชีเลนในบ่อเลี้ยงไม่เน่าเหม็น

4.5.4 ด้านสิ่งแวดล้อม

- 1) ช่วยบำบัดน้ำเสียจากการเกษตร การปศุสัตว์ การประมง โรงงาน อุตสาหกรรม ชุมชน และสถานประกอบการ โดยใช้ EM ขยาย ใช้ฉีดพ่น 1 ลิตร ต่อน้ำ 10 ลูกบาศก์เมตร (1 : 10,000) และ EM บอล (ดั่ง โหงะ) กำจัดโคลนตมใต้ฝิวน้ำ และบำบัดน้ำเสียที่มีลักษณะเคลื่อนไหว 1 ลูก ต่อน้ำ 10 คิว (ลูกบาศก์เมตร) ใช้การบำบัดน้ำเสียจากโรงงาน โรงแรม โรงเลี้ยงสัตว์ โรงอาหาร
- 2) ช่วยกำจัดกลิ่นขยะ ฟาร์มปศุสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรมและชุมชน
- 3) ปรับสภาพของเสีย เช่น เศษอาหารจากครัวเรือนให้เป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงสัตว์และการเพาะปลูก

4) กำจัดขยะโดยการย่อยสลายให้มีจำนวนน้อยลง ใช้ EM ที่ขยายแล้ว ผสมน้ำ 1:100 ฉีดพื้นบริเวณกองขยะ หรือพ่นให้คลุมเคล้ากับกองขยะที่จะนำไปทิ้ง

5) ช่วยปรับอากาศที่เสียให้สดชื่นและมีสภาพดีขึ้น

4.6 การใช้ EM กำจัดกลิ่นเหม็นและกำจัดแมลงวัน ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติวิเว (2545) ทุกครัวเรือน ร้านอาหาร และภัตตาคาร มีเศษอาหารที่เป็นผักและผลไม้สามารถนำไปหมักเป็นปุ๋ยหมัก มีวิธีทำ ดังนี้

วิธีทำ

4.6.1 ถังพลาสติกมีฝาปิดขนาด 20-200 ลิตร แล้วแต่เศษอาหารที่จะได้หรือต้องการ

4.6.2 เจาะรูติดก๊อกน้ำบริเวณก้นถัง เพื่อไว้ระบายน้ำปุ๋ยหมักใช้ก๊อกให้มีขนาดเหมาะสมเพื่อป้องกันการอุดตัน

4.6.3 ถุงขยะพลาสติกสีดำเจาะรูเล็กๆที่ก้นถุง 2-3 รู เพื่อนำน้ำปุ๋ยหมักผ่านทะลุได้ หรือจะใช้ตาข่าย ไนลอนตาถี่ นำมาตัดเย็บเป็นถุงก็ได้ หรือจะใช้กระสอบปุ๋ยที่น้ำซึมผ่านได้ก็ใช้ได้เช่นกัน

4.6.4 นำเอาถุงที่จะใส่เศษอาหารที่เตรียมไว้ใส่ลงในถังหมัก ที่มีวัสดุรองก้นถังให้สูงจากระดับก๊อกน้ำเล็กน้อย

4.6.5 ใช้ไบโอกลี 200 กรัม (1กำมือ) คลุกกับเศษอาหาร 1 กิโลกรัม ใส่ลงถุงทุกวันจนเต็มถุง

4.6.6 ปิดฝาถังหมักปุ๋ยไว้ตลอดเวลา หมักไว้ประมาณ 7 วัน ก็จะมีน้ำปุ๋ยหมักซึมออกมาอยู่ก้นถังหมัก

4.6.7 ไขก๊อกเอาน้ำที่ได้ไปผสมน้ำในอัตราส่วน น้ำปุ๋ยหมัก 1 ลิตร ผสมน้ำ 1,000 ลิตร รดพืชผักและต้นไม้ทุกๆ วัน

4.6.8 ผสมน้ำปุ๋ยหมักกับน้ำในอัตราส่วน น้ำปุ๋ยหมัก 1 ลิตร ผสมน้ำ 20-50 ลิตร นำไปราดพื้นห้องส้วม ชักโครก หรือจุดที่มีกลิ่นเหม็น บริเวณบ้าน เทรดอ่างล้างจาน ขจัดคราบไขมัน หรือราดในท่อน้ำทิ้ง เพื่อดับกลิ่นได้

4.6.9 กากอาหารที่เหลือสามารถนำไปฝังหรือคลุกกับดินเป็นปุ๋ยต้นไม้ได้

4.7 การเก็บรักษา EM

4.7.1 ห้ามเก็บไว้ในตู้เย็น เนื่องจากอุณหภูมิในตู้เย็นและอุณหภูมิภายนอกมีความแตกต่างอาจทำให้จุลินทรีย์ตายได้

4.7.2 หัวเชื้อ EM สามารถเก็บรักษาได้ ประมาณ 6 เดือนในอุณหภูมิห้องปกติ 25 -45 องศาเซลเซียส โดยปิดฝาให้สนิทอย่าให้อากาศเข้า

4.7.3 ทุกครั้งที่ใช้ต้องรีบปิดฝาให้สนิท

4.7.4 การขยาย EM ควรใช้ภาชนะและน้ำที่สะอาด ใช้ให้หมดภายในระยะเวลาที่เหมาะสม

เพื่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพที่ดีในการใช้ EM ความแตกต่างระหว่าง EM หัวเชื้อกับ EM ขยาย ดังนี้

EM หัวเชื้อ คือ กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ที่ผลิตจากโรงงานของบริษัท อีเอ็ม คิวเซ จำกัด เท่านั้นและยังไม่ได้แปรสภาพ

EM ขยาย คือ การกระตุ้นให้จุลินทรีย์อยู่ในสภาพพร้อมที่จะทำงาน โดยการให้อาหาร ตามผลการวิจัยของ EMRO (EM Research Organization) ใช้อัตราส่วน EM : กากน้ำตาล : น้ำ ในอัตราส่วน 1:1:20 ดีที่สุด หรือมีประสิทธิภาพสูงสุด ระยะการหมัก 7 วัน หากขยายต่ออีกจะทำให้จุลินทรีย์บางกลุ่มหายไป โดยเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง

4.8 ข้อสังเกตพิเศษ

4.8.1 หากนำไปส่งด้วยกล่องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง ไม่ต่ำกว่า 700 เท่า จะเห็นจุลินทรีย์ชนิดต่างๆอยู่มากมาย

4.8.2 EM ปกติจะมีกลิ่นอมเปรี้ยวอมหวาน ถ้าเสียแล้วจะมีกลิ่นเหม็นเน่าเหม็นกลิ่นจากท่อน้ำทิ้งต่างๆแต่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (EM ที่เสียใช้ผสมน้ำรดกำจัดวัชพืชหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้)

4.8.3 กรณีที่เก็บไว้หลายวันโดยไม่มีการเคลื่อนไหว ในภาชนะจะมีฝ้าขาวเหนียว น้ำ คือการทำงานของ EM ที่พักตัว เมื่อเขย่าแล้วทิ้งไว้ชั่วขณะ ฝ้าสีขาวจะสลายตัวกลับไปอยู่ใน EM เหมือนเดิม

4.8.4 เมื่อนำไปขยายเชื้อในน้ำและกากน้ำตาล EM จะมีกลิ่นหอมและเป็นฟองขาวๆ ภายใน 2-3 วัน (หาก EM มีกลิ่นเหม็นแสดงว่าการขยายไม่สำเร็จ)

4.8.5 EM ขยาย ควรใช้ให้หมดภายใน 7 วัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเสื่อมคุณภาพที่อาจเกิดจากความไม่สะอาดของน้ำ ภาชนะและสิ่งแปลกปลอมจากอากาศเพราะ EM ส่วนใหญ่ไม่ต้องการอากาศ

4.8.6 ต้องปิดฝาให้สนิท หรือปิดด้วยผ้าพลาสติก เพื่อไม่ให้อากาศเข้า ก่อนใช้ทุกครั้งต้องตรวจสอบว่ายังมีกลิ่นหอม อมเปรี้ยว อมหวานหรือไม่ถ้ามีแสดงว่าใช้ได้

4.8.7 เฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงจะต้องใช้กรรมวิธีพิเศษจึงจะสามารถมองเห็นได้

4.9 การรับรอง EM โดย สถาบัน CCOF แห่ง USA

สถาบัน CCOF (California Certified Organic Farmers) เป็นสถาบันเอกชน ตั้งขึ้น เพื่อให้การสนับสนุน การทำเกษตรธรรมชาติอินทรีย์ โดยมีหน้าที่ตรวจสอบ และให้คำรับรอง เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปใช้ในการเกษตรอินทรีย์อย่างเข้มงวด เมื่อเห็นว่าปลอดภัย และมีประโยชน์จริงแล้ว ก็จะออกใบรับรอง และประกาศให้ทราบถึงผลิตภัณฑ์ซึ่งได้รับความเชื่อถือเป็นอย่างมาก จากสถาบันต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ปัจจุบันสำนักงานใหญ่ของ CCOF ตั้งอยู่ที่ 303 Potrero St; Suite 51 Santa Cruz, ca95060 Tel.(408) 423-4528 สถาบัน CCOF ได้ให้คำรับรอง EM ที่ใช้ในการเกษตรธรรมชาติชีวเวว่า เป็นสิ่งที่ปลอดภัยและได้ผลจริง เมื่อปี 1993 โดยจัดอยู่ในประเภท MICROBIAL INNOCULANT (วัสดุประเภทจุลินทรีย์) นำเข้าไปเผยแพร่โดยมูลนิธิศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรธรรมชาติ ของ USA.

5. สารเร่ง พด.6 สำหรับผลิตสารบำบัดน้ำเสียและขจัดกลิ่นเหม็น

ในปัจจุบัน จำนวนขยะอินทรีย์จากแหล่งชุมชนในเขตพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย ในปริมาณสูง ถึง 12.05 ล้านตันต่อปี ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมากทั้งในด้านปัญหามลพิษ การเกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเชื้อโรคที่มีผลต่อสุขภาพอนามัย และทำลายทัศนียภาพที่สวยงามของชุมชน กรมพัฒนาที่ดินได้มีการพัฒนาสารเร่ง พด.6 ในการแก้ปัญหาโดยการนำขยะ ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ต่างๆ ผ่านกระบวนการหมัก เพื่อผลิตปุ๋ยหมักอินทรีย์น้ำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่า เกิดประโยชน์ ช่วยลดปริมาณขยะ เป็นปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ทำความสะอาดคอกสัตว์ บำบัดน้ำเสีย และขจัดกลิ่นเหม็นตามท่อระบายน้ำ ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม และลดภาวะโลกร้อน

5.1 ความหมายของสารเร่ง พด.6

สารเร่ง พด.6 เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มประสิทธิภาพการหมักเศษอาหารในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ สำหรับทำความสะอาดคอกสัตว์ ปรับสภาพน้ำในบ่อกักหรือบ่อปลา ปรับสภาพน้ำ บำบัดน้ำเสีย และลดกลิ่นเหม็นตามท่อระบายน้ำ ซึ่งประกอบด้วย

- 5.1.1 ยีสต์ผลิตแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์
- 5.1.2 แบคทีเรียผลิตเอนไซม์โปรทีเอส (Protease) ย่อยสลายโปรตีน
- 5.1.3 แบคทีเรียผลิตเอนไซม์ไลเปส (Lipase) ย่อยสลายไขมัน
- 5.1.4 แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก

5.2 แหล่งที่มาของเชื้อจุลินทรีย์ในสารเร่ง พด.6

เชื้อจุลินทรีย์ในสารเร่งพด.6 ได้มาจากการนำตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่เกิดจากกระบวนการหมักตามธรรมชาติของเกษตรกรจากแหล่งต่างๆ ทั้งปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากการหมักนม เศษอาหารและเนื้อสัตว์มาทำการคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์จากเศษอาหารและขยะสด

5.3 คุณสมบัติของเชื้อจุลินทรีย์ในสารเร่ง พด.6

5.3.1 เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากเศษอาหาร ผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์

5.3.2 เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการแสงและอากาศ

5.3.3 เจริญได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 30-35 องศาเซลเซียส

5.3.4 เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการความชื้นสูง 100 เปอร์เซ็นต์

5.4 ประโยชน์ของสารเร่ง พด.6

5.4.1 ทำความสะอาดคอกสัตว์ เนื่องจากค่าความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยอินทรีย์น้ำอยู่ระหว่าง 3-4 มีผลทำให้จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเหม็นไม่สามารถเจริญเติบโต

5.4.2 ช่วยปรับสภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งและบ่อเลี้ยงปลาให้เหมาะสมและส่งเสริมการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำที่เลี้ยง

5.4.3 ช่วยบำบัดน้ำเสียและลดกลิ่นเหม็นตามท่อระบายน้ำซึ่งเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ย่อยโปรตีน ไขมัน และผลิตกรดอินทรีย์

5.5 ส่วนผสมสำหรับทำปุ๋ยอินทรีย์ (จำนวน 50 ลิตร) กรมพัฒนาที่ดิน 2548

5.5.1 เศษปลาหรือหอยเชอรี่ 40 กิโลกรัม

5.5.2 น้ำตาล 10 กิโลกรัม

5.5.3 น้ำ 10 กิโลกรัม

5.5.4 สารเร่ง พด.6 จำนวน 1 ถุง (25 กรัม)

5.6 วิธีทำปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากเศษอาหารเหลือทิ้ง

5.6.1 นำเศษวัสดุและน้ำตาลผสมลงในถังหมัก

5.6.2 ละลายสารเร่ง พด.6 ในน้ำ 10 ลิตร แล้วเทลงในถังหมัก

5.6.3 คลุกเคล้าหรือคนให้ส่วนผสมเข้ากัน

5.6.4 ปิดฝาไม่ต้องสนิท ใช้ระยะเวลาหมัก 20 วัน

5.7 การพิจารณาปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากเศษอาหารเหลือทิ้งและบำบัดน้ำเสียที่สมบูรณ์

5.7.1 มีการเจริญของจุลินทรีย์น้อยลง

5.7.2 กลิ่นแอมโมเนียลดลง และไม่มีกลิ่นเน่าเหม็นของขยะ

5.7.3 ไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือมีน้อยลง

5.7.4 ไม่ปรากฏคราบไขมัน

5.7.5 ได้สารละลายหรือของเหลวสีน้ำตาลใส มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 3-4

5.8 อัตราและวิธีการใช้

5.8.1 การทำความสะอาดคอกสัตว์และบำบัดน้ำเสียให้เจือจางปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อน้ำเท่ากับ 1:10 แล้วเทปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่เจือจางแล้วลงบริเวณที่บำบัดทุกวัน หรือทุก ๆ 3 วัน

5.8.2 การใส่ในบ่อกัก และบ่อปลา ใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 100 มิลลิลิตรต่อปริมาณน้ำในบ่อ 1 ลูกบาศก์เมตร ให้ใส่ทุกๆ 10 วัน

5.8.3 ทำความสะอาดพื้นบริเวณบ้านเรือน โดยทำการผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1 ส่วนต่อ น้ำ 100 ส่วนแล้วทำการราดลงบนบริเวณพื้นที่ที่สกปรกให้ทั่วทุกวัน

5.8.4 การทำความสะอาดท่อระบายน้ำและห้องน้ำโดยทำการผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1 ส่วนต่อ น้ำ 10 ส่วน แล้วทำการราดลงบริเวณส่วนบริเวณส่วนดังกล่าวทุกวัน

5.8.5 การทำความสะอาดสัตว์เลี้ยง หลังจากที่มีการอาบน้ำสัตว์เลี้ยงเสร็จแล้วนำ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1 ส่วน ผสมกับน้ำ 50 ส่วน แล้วนำไปอาบให้ทั่วตัวสัตว์อีกครั้ง

5.8.6 การทำความสะอาดสระ หรือบ่อน้ำบริเวณบ้านเรือน โดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 5 ลิตรต่อปริมาณบ่อ 50 ลูกบาศก์เมตร เป็นการช่วยกำจัดของเสียบริเวณบ่อน้ำและเป็นอาหารของ ปลาในบ่อทุก 1 เดือน

5.8.7 พืชผัก/ไม้ดอกไม้ประดับ/สนามหญ้า โดยทำการผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1 ส่วน กับน้ำ 1,000 ส่วน ฉีดพ่นบนใบ และรดลงดินทุก 15 วัน

5.8.8 พืชไม้ผลโดยทำการผสมปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 1 ส่วนกับน้ำ 500 ส่วน ฉีดพ่นบนใบ และรดลงดินทุก 1 เดือน

ข้อควรระวัง

1) เก็บสารเร่ง พด.6 ไว้ในที่ร่ม

2) เมื่อเปิดถุงแล้วใช้ให้หมดในครั้งเดียว

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมศักดิ์ นกุลอุดมพาณิชย์ และคณะ (2543) ได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ: กรณีศึกษาบ่อบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลศิริราช จังหวัดสุโขทัย พบว่า คุณภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียก่อนฉีดพ่นสารจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8.0 ส่วนสารละลาย มีค่าเท่ากับ 650 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนสารแขวนลอย มีค่าเท่ากับ 71.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนตะกอนหนักมีค่าเท่ากับ 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนบีโอดี มีค่าเท่ากับ 54.2 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมันและไขมันมีค่าเท่ากับ 43.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ในส่วนของคุณภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียหลังฉีดพ่นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเท่ากับ 8.0 สารละลายมีค่าเท่ากับ 580 มิลลิกรัมต่อลิตร สารแขวนลอยมีค่าเท่ากับ 63 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกอนหนักมีค่าเท่ากับ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดีมีค่าเท่ากับ 61 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมันและไขมันมีค่าเท่ากับ 38.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในส่วนของประสิทธิผลของรูปแบบการแก้ปัญหาบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ พบว่าจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผลในการลดปริมาณสารละลายร้อยละ 11.77 ลดปริมาณสารแขวนลอย ร้อยละ 11.89 ลดปริมาณน้ำมันและไขมันร้อยละ 10.88 ลดตะกอนหนักร้อยละ 50 สามารถลดกลิ่นเหม็นได้ดี และสุดท้ายจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพไม่มีประสิทธิผลในการลดความเป็นกรด-ด่างและค่าบีโอดี

อุดมศักดิ์ บุญอร่ามพงษ์ (2547) ได้ศึกษาการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดกลิ่นเหม็นจากมูลไก่ผลการศึกษา พบว่า (1) ปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพซึ่งใช้ในการฉีดพ่นแตกต่างกัน มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นจากมูลไก่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) (2) ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพจากสูตรที่ 1 ซึ่งฉีดพ่นมูลไก่เปียกมีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นได้ดีที่สุดคือ ร้อยละ 36.67 สูตรที่ 1 มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับสูตรที่ 2 ($P> 0.05$) จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นของมูลไก่เปียกได้ดีกว่ามูลไก่แห้ง ($P<0.05$) และใช้ระยะเวลาย่อยสลายมูลไก่ได้ดีที่สุดที่ระยะเวลา 8 ชั่วโมง ($P<0.05$)

พงศ์พิชญ์ บุญญา (2547) ได้ศึกษาการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในถังเติมอากาศของระบบเอสเพื่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอก พบว่า (1) จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียตามปริมาณน้ำเสีย ในการทดลองที่ 2-4 ได้ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 7.6 7.6 และ 7.6 บีโอดีเฉลี่ย ร้อยละ 65.94 66.48 และ 61.85 สารแขวนลอย เฉลี่ย ร้อยละ 96.50 96.39 และ 95.42 และน้ำมันและไขมันเฉลี่ย ร้อยละ 61.01 71.66 และ 65.19 ตามลำดับ (2) เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดทั้ง 4 พารามิเตอร์โดยจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ทั้ง 4 การทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จุลินทรีย์ที่มี

ประสิทธิภาพ มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของทั้ง 4 พารามิเตอร์ตามตัวอย่างน้ำเสีย ที่ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ค่าที่ได้ทั้งหมดยังไม่ได้ตามเกณฑ์ควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานตามประกาศของกระทรวง อุตสาหกรรมฉบับที่ 3 พ.ศ.2539 ยกเว้นความเป็นกรดต่าง เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนที่ใช้ในการบำบัด น้ำเสีย การบำบัดน้ำเสียด้วยการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการทดลองที่ 4 มีต้นทุนต่ำกว่าการ ทดลองอื่น ๆ

วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่ โรงพยาบาลสันป่าตอง อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ (2548) รายงานผลการวิจัย เรื่อง การจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพบำบัดน้ำเสีย และ รักษาสภาพแวดล้อมใน โรงพยาบาลสันป่าตอง อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การ จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพบำบัดน้ำเสีย สามารถทำให้ค่า BOD ลดลงเหลือ 8.5-13 ม.ก./ลิตร ซึ่งต่ำ กว่ามาตรฐานที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และกระทรวงสาธารณสุขกำหนด คือ 20 ม.ก./ลิตร เมื่อมีการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง ค่า BOD ในน้ำเสียนั้นอยู่ใน ระดับต่ำกว่ามาตรฐานตลอดระยะเวลาใช้งาน การใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสามารถที่จะ นำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียและรักษาสภาพแวดล้อมได้ แม้ว่ากลิ่นและสีของสารชีวภาพนี้จะไม่น่า ใช้ แต่อย่างไรก็ตาม หากมีการให้ความรู้ถึงประโยชน์การใช้และมีการใช้อย่างต่อเนื่อง สารชีวภาพ นี้สามารถที่จะให้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า

ไกรสร นะโม และคณะ 2551 ได้ศึกษาการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพใน การบำบัดน้ำเสียโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า สามารถใช้จุลินทรีย์ในการ บำบัดน้ำเสียโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ดีระดับหนึ่ง ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือ ลดลงของอุณหภูมิ (Temperature), ความเป็นกรด-ด่าง (pH) แต่มีผลต่อความต้องการออกซิเจนทาง เคมี (COD) และน้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) โดยมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการบำบัด ซึ่ง ชุดการทดลองที่ 3 (EM 20%) จะสามารถบำบัดชีโอดี ได้ดีที่สุดในที่มีประสิทธิภาพร้อยละ 67.15 ที่ระยะเวลา 21 วัน และชุดการทดลองที่ 5 (EM 40%) จะสามารถบำบัดน้ำมันและไขมันได้ ดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพร้อยละ 86.26 ที่ระยะเวลา 21 วัน

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า สามารถใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อการลดกลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสียได้และรักษาสภาพแวดล้อม เป็นประโยชน์กับประชาชนและ ลดต้นทุนให้กับโรงงาน จึงเกิดแนวความคิดการแก้ไขปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นและการบำบัดน้ำเสียโรงงาน แป้งมันสำปะหลัง โดยนำจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ของบริษัท คิวเซ และสารเร่ง พด.6 ของกรม พัฒนาที่ดิน ในการลดกลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลัง และลดความเดือดร้อน รำคาญของประชาชน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีวิธีการและขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากร คือ น้ำเสียทั้งหมดที่เกิดจากกระบวนการผลิตจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 1 โรงงาน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ น้ำเสียที่สุกกลิ่นเหม็นจากบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลังที่มีปัญหาเรื่องร้องเรียน จำนวน 64 ตัวอย่าง ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียใช้วิธีเก็บแบบจ้วง (Grab Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทำน้ำหมักจุลินทรีย์ EM และ สารเร่ง พด.6

2.1.1 ถังพลาสติก ขนาด 50 ลิตร พร้อมฝาปิดใช้สำหรับทำน้ำหมัก EM จำนวน 2 ใบ

2.1.2 ถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร พร้อมฝาปิดใช้สำหรับทำน้ำหมัก สารเร่ง พด.6

จำนวน 2 ใบ

2.1.3 เศษอาหาร ผัก ผลไม้ ที่ยังไม่เน่าเสียซึ่งเป็นขยะอินทรีย์ที่เป็นมลพิษในสิ่งแวดล้อม จำนวน 50 กิโลกรัม

2.1.4 กากน้ำตาลหรือน้ำตาลทรายแดง จำนวน 20 กิโลกรัม

2.1.5 น้ำ (ถ้าเป็นน้ำประปาต้องใส่ภาชนะพักไว้ 3 วัน เพื่อลดสารคลอรีน

ในน้ำประปา) จำนวน 100 ลิตร

2.1.6 เครื่องชั่ง (หน่วยเป็นกิโลกรัม) จำนวน 1 เครื่อง (ตราตุ๊กตาคู่ (Twin Doll Brand)

- 2.1.7 เชียง จำนวน 1 อัน
- 2.1.8 มีด จำนวน 1 อัน
- 2.1.9 ไม้พายสำหรับคน จำนวน 4 อัน
- 2.1.10 นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เรือน (Casio รุ่น Hs60W)
- 2.1.11 ถู่มือแพทย์ จำนวน 2 คู่
- 2.1.12 ผ้าขาวบางใช้ในการกรองน้ำหมัก จำนวน 1 ผืน
- 2.1.13 กรวย จำนวน 1 อัน
- 2.1.14 ขวดน้ำสำหรับเก็บน้ำหมักใช้การทดลอง จำนวน 4 ขวด
- 2.1.15 กล้องถ่ายรูป จำนวน 1 เครื่อง (FUJIFILM รุ่น Digital Camera Finepix S5800)

2.2 เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้สำหรับการทดสอบกลิ่น

- 2.1.1 สารละลายกลิ่นมาตรฐาน 5 กลิ่น (ภาคผนวก ก)
- 2.1.2 พาราฟินเหลว จำนวน 2 ลิตร
- 2.1.3 หลอดทดลองพร้อมฝาปิด จำนวน 25 อัน
- 2.1.4 ขาดั่งหลอดทดลอง จำนวน 3 อัน
- 2.1.5 เครื่องชั่งสาร ความละเอียด 0.01 กรัม จำนวน 1 เครื่อง (Sartorius รุ่น BP210S บริษัท ไชแอนติฟิค โพรโมชัน จำกัด)
- 2.1.6 ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จำนวน 1 เครื่อง (WTB binder บริษัท ไชแอนติฟิค โพรโมชัน จำกัด)
- 2.1.7 ซ้อนตักสาร จำนวน 1 อัน
- 2.1.8 ไม้โครปีเปิด จำนวน 5 อัน
- 2.1.9 ตู้ดูดความชื้น จำนวน 1 เครื่อง
- 2.1.10 กระดาษกรองกลม 10 แผ่น (ตัดขนาด 1x10 ซม.) จำนวน 45 อัน
- 2.1.11 หลอดหยด จำนวน 4 อัน
- 2.1.12 ขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร จำนวน 3 อัน
- 2.1.13 ขวดปริมาตร 250 มิลลิลิตร จำนวน 2 อัน
- 2.1.14 แท่งคน จำนวน 4 อัน
- 2.1.15 คีมปลายแหลม จำนวน 1 อัน
- 2.1.16 ทัพชู จำนวน 1 ม้วน
- 2.1.17 หน้ากากปิดจมูก จำนวน 5 อัน
- 2.1.18 บีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 30 ใบ

- 2.1.19 บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 10 ใบ
- 2.1.20 บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 5 ใบ
- 2.1.21 กระจกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 30 อัน
- 2.1.22 ถังมือแพทย์ จำนวน 10 คู่
- 2.1.23 ภาชนะพลาสติกหับใต้น้ำเสียในการทดลอง จำนวน 64 ใบ
- 2.1.24 เข็มฉีดยา ขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 4 อัน (ใช้ตวง EM และสารเร่งพด.6)
- 2.1.25 น้ำกลั่น จำนวน 5 ลิตร

2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียภาคสนาม

- 2.3.1 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ (พลาสติก Polyethylene ขนาด 2 ลิตร) จำนวน 35 ขวด
- 2.3.2 ถังน้ำแข็งพร้อมน้ำแข็ง สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเสีย จำนวน 5 ถัง
- 3.3.3 กล้องถ่ายรูป จำนวน 1 ตัว (FUJIFILM รุ่น Digital Camera Finepix S5800)
- 3.3.4 อุปกรณ์สำหรับติดฉลากติดขวดเก็บตัวอย่างน้ำ จำนวน 80 ชุด
- 3.3.5 หน้ากากปิดจมูก จำนวน 5 อัน
- 3.3.6 ชุดตรวจ DO จำนวน 1 ชุด
- 3.3.7 เครื่องตรวจ pH จำนวน 1 เครื่อง
- 3.3.8 บีกเกอร์ จำนวน 1 อัน
- 3.3.9 แ่งคน จำนวน 1 อัน
- 3.3.10 ติชชู จำนวน 1 ม้วน
- 3.3.11 นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เรือน (Casio รุ่น Hs60W)
- 3.3.12 ถังมือแพทย์ จำนวน 4 คู่
- 3.3.13 น้ำกลั่น จำนวน 1 ลิตร
- 3.3.14 รองเท้าบู๊ทยางเก็บสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ จำนวน 2 คู่
- 3.3.15 วัสดุ/อุปกรณ์สำนักงาน ในการดำเนินการวิจัยและคอมพิวเตอร์

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

2.4.1 การวิเคราะห์ความเป็นกรด - ด่าง (pH Value)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เครื่องวัดความเป็นกรด- ด่าง (pH meter) pH Meter แบบอิเล็กโทรด ใช้วิธี

(Electrometric Method)

- 2) บีกเกอร์ (beaker)

2.4.2 การวิเคราะห์สารแขวนลอย (Suspended Solids ; SS)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) กระจกกรอง (Glass Microfibre Filters) (Whatman GF/C) 7 เซนติเมตร
- 2) กรวยกรอง (Disposable Filter Funnels) พร้อมชุดกรองตัวอย่าง
- 3) นาฬิกา (Watch Glass) เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร
- 4) เครื่องดูดอากาศ
- 5) ตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 103 องศาเซลเซียส
- 6) ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)
- 7) เครื่องชั่งละเอียด (Analytical balance) ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.4.3 การวิเคราะห์ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) ขวดบีโอดี (BOD Bottle) ขนาด 300 มิลลิลิตร
- 2) ปิเปตต์แบบวัดปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 10 มิลลิลิตร
- 3) ปิเปตต์ (Pipette) ขนาด 10 มิลลิลิตร และ 5 มิลลิลิตร
- 4) บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 50 มิลลิลิตร
- 5) เครื่อง pH-Meter
- 6) ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask)
- 7) เตาอบ (Air Incubator) ซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 20 ± 1 °C และต้องมี
- 8) เครื่องเป่าอากาศและหัวลูกฟูก

2.4.4 การวิเคราะห์ค่า COD

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) ภาชนะที่ใช้ในการย่อยสลาย (หลอดทดลอง ขนาด 20 x 150 mm.)
- 2) ฮีตติ้งบล็อก (Heating Block)
- 3) เตาอบให้ความร้อน 150 ± 2 °C

2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.5.1 แบบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

2.5.2 อาสาสมัครผู้ทดสอบกลิ่นที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 10 คน และในการทดสอบใช้ผู้ทดสอบตรวจวัดกลิ่น จำนวน 6 คน

2.5.3 แบบบันทึกผลการทดสอบกลิ่นมาตรฐาน

2.5.4 แบบประเมินผลการตรวจวัดระดับกลิ่นเหม็น

2.6 การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.6.1 การทดสอบหาปริมาณน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง เพื่อให้มีปริมาณที่ใกล้เคียงกับปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากระบวนการผลิตและเพียงพอในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยหลังการทดสอบแล้ว พบว่า การใช้ตัวอย่างน้ำเสียจำนวน 1 ลิตร เหมาะสมกับการทดลองจึงใช้ปริมาณนี้กับทุกการทดลอง

2.6.2 การทดสอบหาปริมาณ EM และ พด.6 ในการใช้ลงในน้ำเสียจำนวน 1 ลิตร พบว่า การใช้ปริมาณ EM จำนวน 500 มิลลิลิตร และ พด.6 จำนวน 5 มิลลิลิตร เพื่อให้เกิดกระบวนการทำงานของจุลินทรีย์ที่เหมาะสมและเพียงพอ จึงใช้ปริมาณนี้กับทุกการทดลอง

2.6.3 การทดสอบเพื่อหาวิธีการในตรวจทดสอบกลิ่น เพื่อให้ผู้ทดสอบกลิ่นสามารถวัดค่าระดับกลิ่นชัดเจนมากขึ้น จากการทดสอบแล้ว พบว่า การใช้มือในการพัดกลิ่นเข้าหาจมูกเป็นวิธีการทดสอบที่ดีที่สุด จึงใช้วิธีการนี้ในการทดสอบกลิ่นกับทุกการทดลอง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียจากโรงงานทำแปงมันสำปะหลัง โดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียมาทดลอง จำนวน 72 ลิตร การทดลองใช้ปริมาณน้ำเสีย จำนวน 1 ลิตรทุกการทดลอง จำนวน 64 ตัวอย่าง

3.2 การทำน้ำหมักจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 วิธีการทำ EM

1) EM สูตรที่ 1 ส่วนผสม EM หัวเชื้อ 1 ส่วน กากน้ำตาล 1 ส่วน น้ำ 20 ส่วน นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในถังพลาสติกคนให้เข้ากันปิดฝาไม่ให้มีอากาศเข้า ใช้เวลาในการหมัก 7 วัน (ใช้ให้หมดภายใน 7 วัน) การเก็บรักษาเหมือน EM หัวเชื้อ

2) EM สูตรที่ 2 ส่วนผสม EM หัวเชื้อ 1 ส่วน เศษอาหารในครัวเรือน เช่น เศษอาหาร เศษผักสด เศษผลไม้ 10 ส่วน (เศษผลไม้ เช่น สับปะรด ส้ม มะนาว จะทำให้น้ำหมักมีกลิ่นหอม 1/2 ส่วนของเศษอาหารในครัวเรือน) กากน้ำตาล 3 ส่วน น้ำ 10 ส่วน นำส่วนผสมทั้งหมดคลุกเคล้าให้เข้ากันใส่ในถังพลาสติกปิดฝา ไม่ให้มีอากาศเข้า ใช้เวลาในการหมัก 7-15 วัน โดยใช้ไม้คนทุกวัน

ความแตกต่างของ EM สูตรที่ 1 และ EM สูตรที่ 2 แตกต่างกันที่วัสดุที่นำมาหมัก EM สูตรที่ 1 ไม่ใช้เศษอาหาร ส่วน EM สูตรที่ 2 จะใช้เศษอาหารในการหมักตามสูตรข้างต้น)

3.2.2 วิธีทำ สารเร่ง พด.6

1) สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 โดยมีส่วนผสม สารเร่ง พด.6 จำนวน 1 ชอง กากน้ำตาล 5 กิโลกรัม น้ำ 50 ลิตร เทลงในถังพลาสติก คนให้ส่วนผสมเข้ากันปิดฝา (ใช้เวลาในการหมัก 3 วัน)

2) สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 โดยมีส่วนผสม สารเร่งพด.6 จำนวน 1 ชอง เศษอาหารในครัวเรือน 40 กิโลกรัม กากน้ำตาล 10 กิโลกรัม น้ำ 10 ลิตร นำเศษอาหารและน้ำตาลผสมกัน ละลายสารเร่ง พด. 6 ในน้ำ 10 ลิตร เทลงในถังพลาสติก คลุกเคล้าหรือคนให้ส่วนผสมเข้ากัน ปิดฝาใช้เวลาในการหมัก 20 วัน โดยใช้ไม้คนทุกวัน

ความแตกต่างของ สารเร่งพด.6 สูตรที่ 1 และสารเร่งพด.6 สูตรที่ 2 แตกต่างกันที่วัสดุที่นำมาหมัก สารเร่งพด.6 สูตรที่ 1 ไม่ใช้เศษอาหาร ส่วนสารเร่งพด.6 สูตรที่ 2 จะใช้เศษอาหารในการหมักตามสูตรข้างต้น)

3.3 การจัดการทดลอง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง

การทดลองที่ 1 EM สูตรที่ 1 เตรียมตัวอย่างน้ำเสีย จำนวน 16 ลิตร ใส่ลงในภาชนะ ทั้ง 16 ภาชนะ ตัวอย่างละ 1 ลิตร (จำนวน 3 ชุดการทดลอง) ประกอบด้วย ตัวควบคุม 1 ภาชนะ ไม่ได้ใช้ EM สูตรที่ 1 และตัวทดลอง 15 ภาชนะ ใช้ EM สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำ 5 อัตราส่วน คือ 1:500 1:1,000 1:2,000 1:4,000 1:8,000 ตามลำดับ (อุดมศักดิ์ บุญอร่ามพงษ์ 2547:32) โดยจะใช้ EM สูตรที่ 1 ในปริมาณ 500 มิลลิลิตร โดยผู้ทดสอบกลับทดสอบค่าระดับกลิ่น ในช่วงเวลา 6, 8, 12, และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 EM สูตรที่ 2 เตรียมตัวอย่างน้ำเสีย จำนวน 16 ลิตร ใส่ลงในภาชนะ ทั้ง 16 ภาชนะ ตัวอย่างละ 1 ลิตร (จำนวน 3 ชุดการทดลอง) ประกอบด้วย ตัวควบคุม 1 ภาชนะ ไม่ได้ใช้ EM สูตรที่ 2 และตัวทดลอง 15 ภาชนะ ใช้ EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ 5 อัตราส่วน คือ 1:500 1:1,000 1:2,000 1:4,000 1:8,000 ตามลำดับ (อุดมศักดิ์ บุญอร่ามพงษ์ 2547:32) โดยจะใช้ EM สูตรที่ 2 ในปริมาณ 500 มิลลิลิตร โดยผู้ทดสอบกลับทดสอบค่าระดับกลิ่น ในช่วงเวลา 6, 8, 12, และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

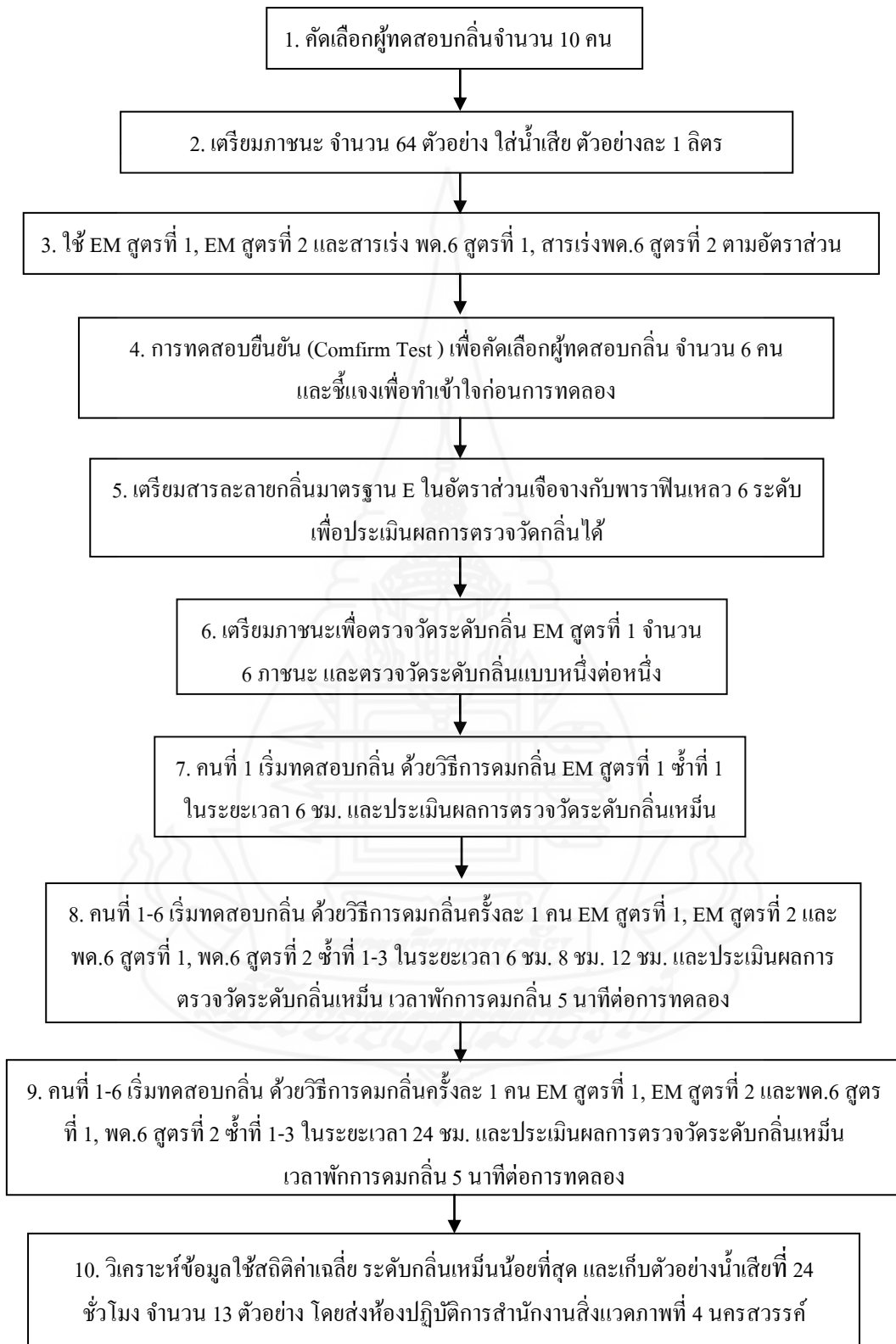
การทดลองที่ 3 สารเร่ง พด. 6 สูตรที่ 1 เตรียมตัวอย่างน้ำเสีย จำนวน 16 ลิตร ใส่ลงในภาชนะทั้ง 16 ภาชนะ ตัวอย่างละ 1 ลิตร (จำนวน 3 ชุดการทดลอง) ประกอบด้วย ตัวควบคุม 1 ภาชนะ ไม่ได้ใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 และตัวทดลอง 15 ภาชนะ ใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ในอัตราส่วนต่อน้ำ 5 อัตราส่วน คือ 1:5 1:10 (กรมพัฒนาที่ดิน) 1:20 1:40 1:80 โดยจะใช้ สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ในปริมาณ 5 มิลลิลิตร โดยผู้ทดสอบกลับทดสอบค่าระดับกลิ่น ในช่วงเวลา 6, 8, 12, และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

การทดลองที่ 4 สารเร่ง พด. 6 สูตรที่ 2 เตรียมตัวอย่างน้ำเสีย จำนวน 16 ลิตร ใส่งในภาชนะทั้ง 16 ภาชนะ ตัวอย่างละ 1 ลิตร (จำนวน 3 ซ้ำการทดลอง) ประกอบด้วย ตัวควบคุม 1 ภาชนะ ไม่ได้ใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 และตัวทดลอง 15 ภาชนะ ใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ในอัตราส่วนต่อน้ำ 5 อัตราส่วน คือ 1:5 1:10 (กรมพัฒนาที่ดิน) 1:20 1:40 1:80 โดยจะใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ในปริมาณ 5 มิลลิลิตร โดยผู้ทดสอบกลั่นทดสอบค่าระดับกลั่น ในช่วงเวลา 6, 8, 12, และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

และผู้วิจัยเก็บตัวอย่างน้ำเสีย เพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ในค่าเฉลี่ยระดับกลั่นเหม็นน้อยที่สุด ในช่วงระยะเวลาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ 24 ชั่วโมง ทุกการทดลอง จำนวน 13 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ตัวทดลอง 12 ภาชนะ ในการทดลองที่ 1-4 และตัวควบคุม จำนวน 1 ภาชนะ



3.4 วิธีการทดสอบกลิ่น



3.5 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำเสียส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ

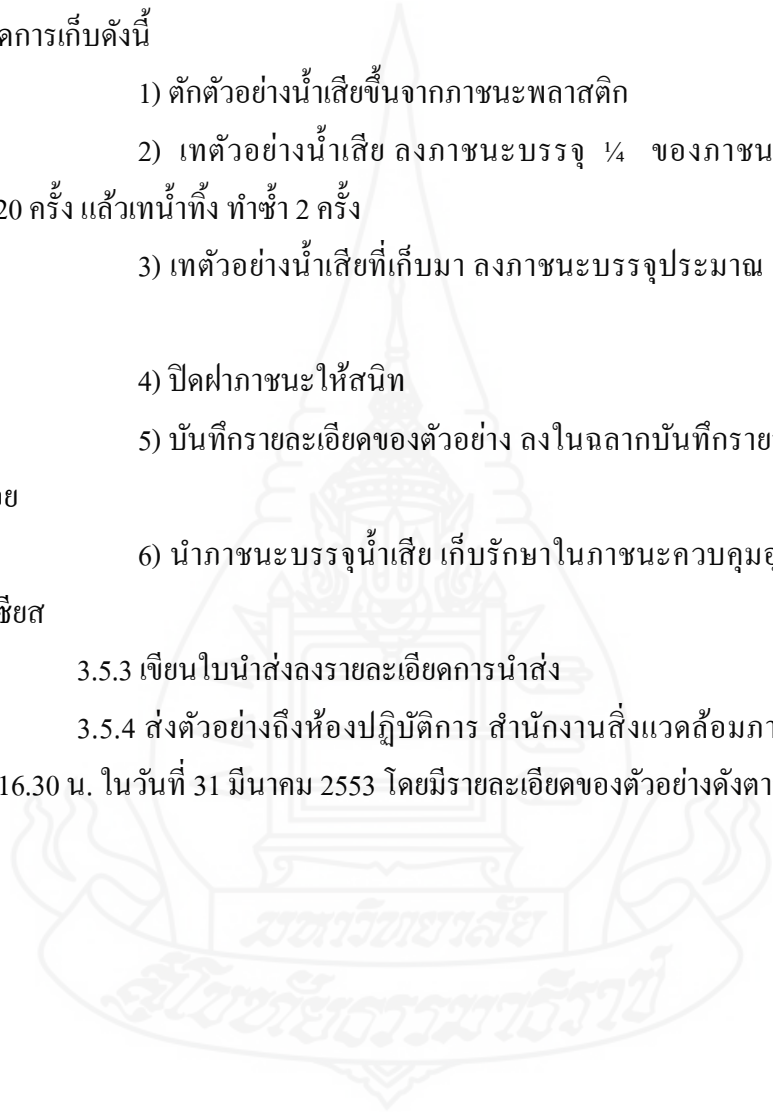
3.5.1 ติดต่อขอรับอุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 นครสวรรค์ และตรวจสอบให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยพร้อมใช้งาน

3.5.2 เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากภาชนะเพื่อตรวจวิเคราะห์ (ขวดพลาสติก 500 มิลลิลิตร) ก่อน-หลังการใช้ด้วยจุลินทรีย์ EM และสารเร่ง พด.6 จำนวน 13 ตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดการเก็บดังนี้

- 1) ตักตัวอย่างน้ำเสียขึ้นจากภาชนะพลาสติก
- 2) เทตัวอย่างน้ำเสีย ลงภาชนะบรรจุ $\frac{1}{4}$ ของภาชนะ เขย่าล้างภาชนะ ประมาณ 20 ครั้ง แล้วเทน้ำทิ้ง ทำซ้ำ 2 ครั้ง
- 3) เทตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บมา ลงภาชนะบรรจุประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของภาชนะ
- 4) ปิดฝาภาชนะให้สนิท
- 5) บันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง ลงในฉลากบันทึกที่รายละเอียดติดข้างขวด ให้เรียบร้อย
- 6) นำภาชนะบรรจุน้ำเสีย เก็บรักษาในภาชนะควบคุมอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส

3.5.3 เขียนใบนำส่งลงรายละเอียดการนำส่ง

3.5.4 ส่งตัวอย่างถึงห้องปฏิบัติการ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 นครสวรรค์ ก่อนเวลา 16.30 น. ในวันที่ 31 มีนาคม 2553 โดยมีรายละเอียดของตัวอย่างดังตารางที่ 3.1



ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของภาชนะบรรจุตัวอย่าง

พารามิเตอร์	ภาชนะ บรรจุ	ปริมาตร ตัวอย่างที่ใช้	การเก็บรักษา	ช่วงระยะเวลา การเก็บ
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	P,G (B)	50	วิเคราะห์ทันที	15 นาที
สารแขวนลอย (Suspended Solids ; SS)	P,G	200	แช่เย็น 4° ซ ±2°ซ	7 วัน
บีโอดี (BOD)	P,G	1,000	แช่เย็น 4° ซ ±2°ซ	6 ชั่วโมง
ซีโอดี (COD)	P,G	100	เติม H ₂ SO ₄ ให้ pH < 2 และ แช่เย็น 4° ซ ±2°ซ	7 วัน

หมายเหตุ P = ขวดพลาสติก (โพลีเอทิลีนหรือที่มีคุณภาพใกล้เคียงกัน), G = ขวดแก้ว G (B) = ขวดแก้ว (บอโรซิลิเกต)

3.6 สถานที่วิเคราะห์ตัวอย่าง

กลุ่มงานการวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานสิ่งแวดล้อมที่ 4 นครสวรรค์
อำเภอเก้าเลี้ยว จังหวัดนครสวรรค์

3.7 การรวบรวมข้อมูลการตรวจวัดกลิ่น

ใช้แบบประเมินผลการตรวจวัดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย แบ่งออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ กลิ่นเหม็นมากที่สุด กลิ่นเหม็นมาก กลิ่นเหม็นปานกลาง กลิ่นเหม็นอ่อน กลิ่นเหม็นอ่อนมาก และไม่ได้กลิ่น ในแต่ละระดับ โดยให้คะแนนเพื่อต่อการวิเคราะห์ ดังนี้

เหม็นมากที่สุด	= 6	คะแนน
เหม็นมาก	= 5	คะแนน
เหม็นปานกลาง	= 4	คะแนน
เหม็นอ่อน	= 3	คะแนน
เหม็นอ่อนมาก	= 2	คะแนน
ไม่ได้กลิ่น	= 1	คะแนน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าระดับกลิ่นเหม็นใช้สถิติค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้หลักทางคณิตศาสตร์ .50 ขึ้น ไปปัดเป็นจำนวนเต็ม เกณฑ์ที่ใช้ ดังนี้

5.50 – 6.00	หมายถึง เหม็นมากที่สุด
4.50 - 5.49	หมายถึง เหม็นมาก
3.50 – 4.49	หมายถึง เหม็นปานกลาง
2.50 - 3.49	หมายถึง เหม็นอ่อน
1.50 - 2.49	หมายถึง เหม็นอ่อนมาก
1.00 -1.49	หมายถึง ไม่ได้กลิ่น

4.2 การหาค่าประสิทธิภาพของ EMและสารเร่ง พด.6 โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของ EMหรือสารเร่ง พด.6 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย (ร้อยละ)} = \frac{(\text{ค่าเฉลี่ยของระดับกลิ่นเหม็นก่อนใช้} - \text{ค่าเฉลี่ยของระดับกลิ่นเหม็นหลังใช้})}{\text{ค่าเฉลี่ยของระดับกลิ่นเหม็นก่อนใช้}} \times 100$$

4.3 ใช้สถิติเชิงพรรณนา ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อหาลักษณะน้ำเสีย ในการบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และพด.6 ในระยะเวลาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ 24 ชั่วโมง ที่ระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด โดยเปรียบเทียบกับลักษณะของน้ำเสียของชุดควบคุม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) การใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและสารเร่ง พด.6 เพื่อลดกลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสีย จากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การตรวจวัดระดับกลิ่นด้วยวิธีการดม เพื่อหาประสิทธิภาพของ EM และ สารเร่ง พด.6 ก่อนและหลังการใช้จุลินทรีย์ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย โดยใช้ผู้ทดสอบกลิ่น จำนวน 6 คน แล้วบันทึกผลการตรวจวัดระดับกลิ่นเหม็นลงในแบบประเมินผล (ภาคผนวก ก)

ตอนที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนและหลังการใช้จุลินทรีย์ EM และ สารเร่ง พด.6 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง โดยมีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด จำนวน 13 ตัวอย่าง ส่งห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ หากค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี ผลการศึกษาวิเคราะห์ ดังนี้

1. ผลการศึกษาระดับกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย ก่อนและหลังการใช้ EM สูตรที่ 1, EM สูตรที่ 2 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1, สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2
2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 1, EM สูตรที่ 2 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1, สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย
3. ผลการศึกษาลักษณะน้ำเสีย ในค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และ ซีโอดี การบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ระยะเวลาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ 24 ชั่วโมง ระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด โดยเปรียบเทียบกับลักษณะน้ำเสีย ชุดควบคุม

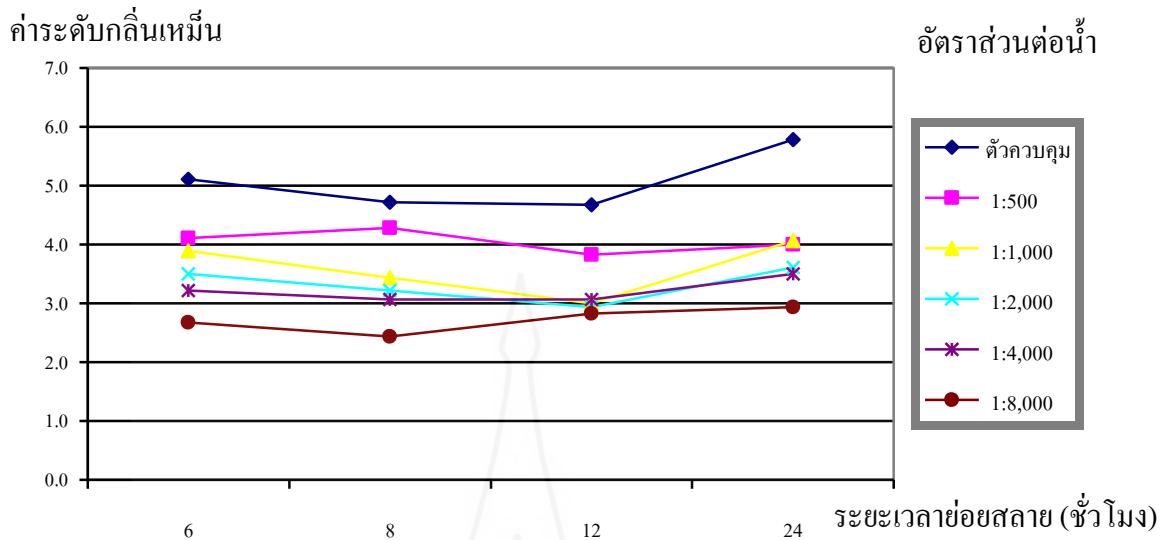
1. ผลการศึกษาระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อนและหลังการใช้ EM สูตรที่ 1 EM สูตรที่ 2 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2

จากผลการศึกษาระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อนและหลังการใช้ EM และสารเร่งพด. 6 ตามชนิดของสูตร (EM สูตรที่ 1 EM สูตรที่ 2 และสารเร่งพด.6 สูตรที่ 1 สารเร่งพด.6 สูตรที่ 2) ตามอัตราส่วนต่อน้ำและระยะเวลาการย่อยสลาย ที่แตกต่างกัน และตรวจวัดระดับกลิ่นเหม็นด้วยวิธีการดมกลิ่น (ภาคผนวก ค) ผลการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 4.1- 4.4 และภาพที่ 4.1- 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อนและหลังการใช้ EM สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำ เท่ากับ 1:500 1:1,000 1:2,000 1:4,000 และ 1:8,000

ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็น	ระยะเวลาการย่อยสลาย (ชั่วโมง)			
	6	8	12	24
ตัวควบคุม	5.11 ±0.90	4.72±1.12	4.67±1.02	5.78±0.73
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:500	4.11±1.18	4.28±1.01	<u>3.83±1.09</u>	4.00 ±1.37
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:1,000	3.89 ±0.90	3.44 ±0.85	<u>3.00 ±0.97</u>	4.06 ±1.05
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:2,000	3.50±0.985	3.22±0.647	<u>2.94±0.725</u>	3.61±1.03
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:4,000	3.22±1.16	<u>3.06±0.93</u>	<u>3.06±0.99</u>	3.50±1.33
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:8,000	2.67 ±0.90	<u>2.44 ±1.04</u>	2.83 ± 0.98	2.94 ±1.39

หมายเหตุ ± = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



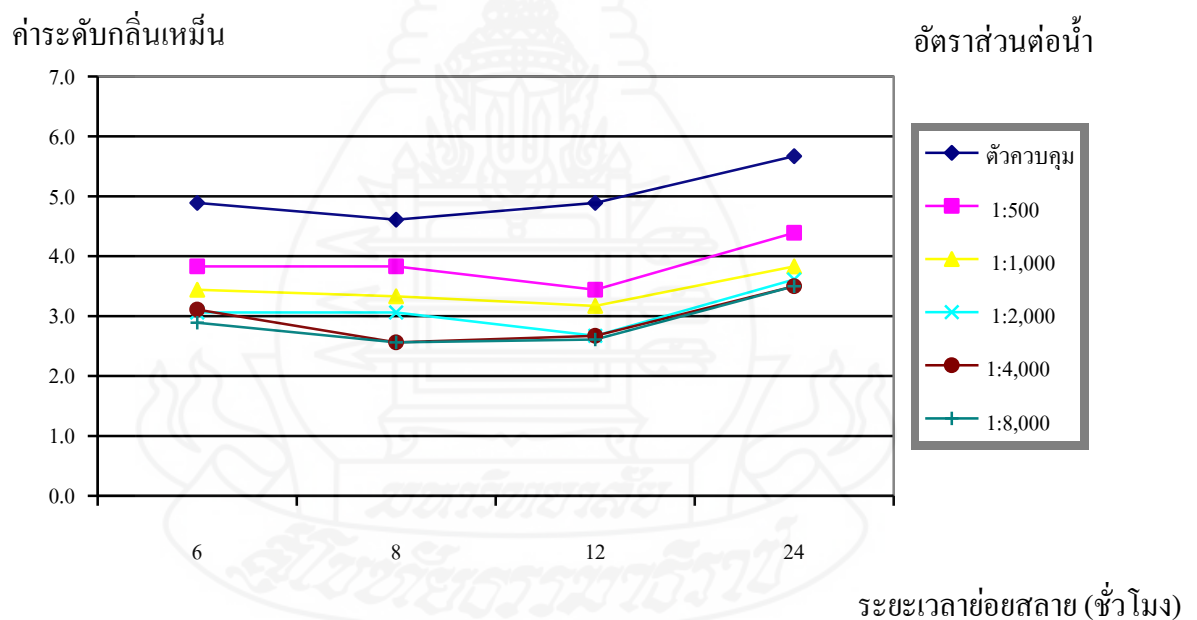
ภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อนและหลังการใช้ EM สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำ เท่ากับ 1:500 1:1,000 1:2,000 1:4,000 และ 1:8,000

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 พบว่า ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียที่เหม็นน้อยที่สุด หลังการใช้ EM สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำเท่ากับ 1:500 ที่ระยะเวลาการย่อยสลาย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.83 ระดับกลิ่นเหม็นปานกลาง 1:1,000 ที่ระยะเวลาการย่อยสลาย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.00 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน 1:2,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.94 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน 1:4,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 8 ชั่วโมงและ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.06 เท่ากัน ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน 1:8,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.44 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อนและหลังการใช้ EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ เท่ากับ 1:500 1:1,000 1:2,000 1:4,000 และ 1:8,000

ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็น	ระยะเวลาการย่อยสลาย (ชั่วโมง)			
	6	8	12	24
ตัวควบคุม	4.89 ±1.27	4.61 ±1.14	4.89 ±0.96	5.67 ±0.59
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:500	3.83 ± 0.92	3.83 ±1.15	<u>3.44 ±1.09</u>	4.39 ±0.91
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:1,000	3.44± 1.09	3.33 ±1.02	<u>3.17 ±0.98</u>	3.83 ±0.78
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:2,000	3.06 ±1.11	3.06 ±0.99	<u>2.67 ±0.84</u>	3.61 ±0.85
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:4,000	3.11 ±1.27	<u>2.56 ±1.09</u>	2.67 ±0.84	3.50 ±1.04
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:8,000	2.89 ±1.41	<u>2.56 ±1.14</u>	2.61 ±1.09	3.50 ±1.04

หมายเหตุ ± = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อนและหลังการใช้ EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ เท่ากับ 1:500 1:1,000 1:2,000 1:4,000 และ 1:8,000

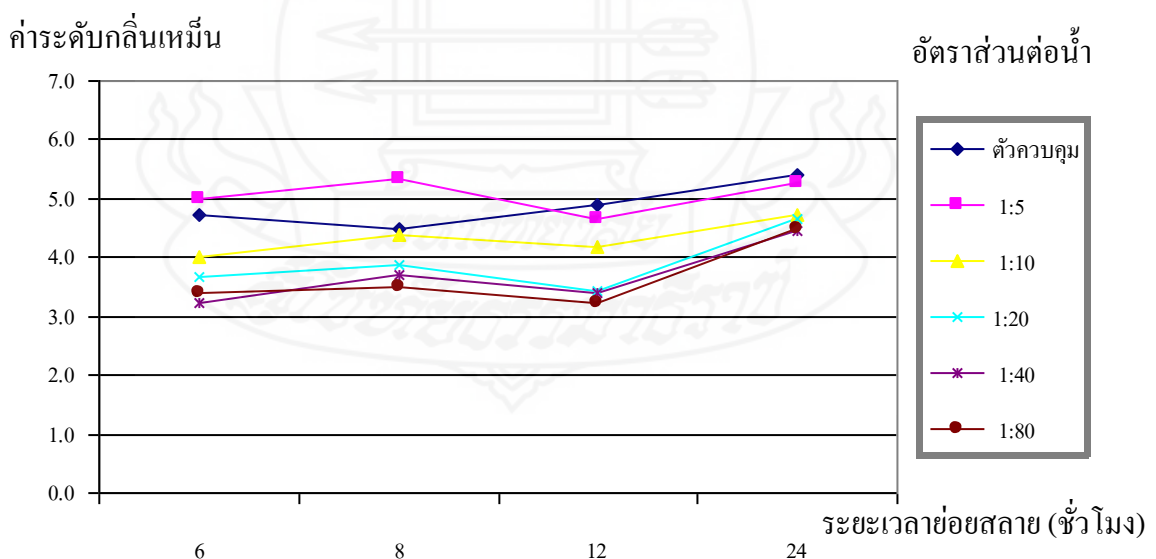
จากตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 พบว่า ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียที่เหม็นน้อยที่สุด หลังการใช้ EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:500 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.44 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน 1:1,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

3.17 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน 1:2,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.67 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน 1:4,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.56 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน 1:8,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.56 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อนและหลังการใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำเท่ากับ 1:5, 1:10, 1:20, 1:40 และ 1:80

ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็น	ระยะเวลาการย่อยสลาย (ชั่วโมง)			
	6	8	12	24
ตัวควบคุม	4.72 ±1.274	4.50 ±1.043	4.89 ±1.323	5.39 ±0.850
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:5	5.00 ±1.085	5.33 ±0.767	<u>4.67 ±0.970</u>	5.28 ±0.752
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:10	<u>4.00 ±1.085</u>	4.39 ±0.698	4.17 ±0.857	4.72 ±0.958
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:20	3.67 ±0.970	3.89 ±1.079	<u>3.44 ±0.922</u>	4.67 ±0.840
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:40	<u>3.22 ±1.114</u>	3.72 ±1.074	3.39 ±0.850	4.44 ±0.984
อัตราส่วนต่อน้ำ 1:80	3.39 ±1.145	3.50 ±1.295	<u>3.22 ±0.732</u>	4.50 ±0.985

หมายเหตุ ± = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



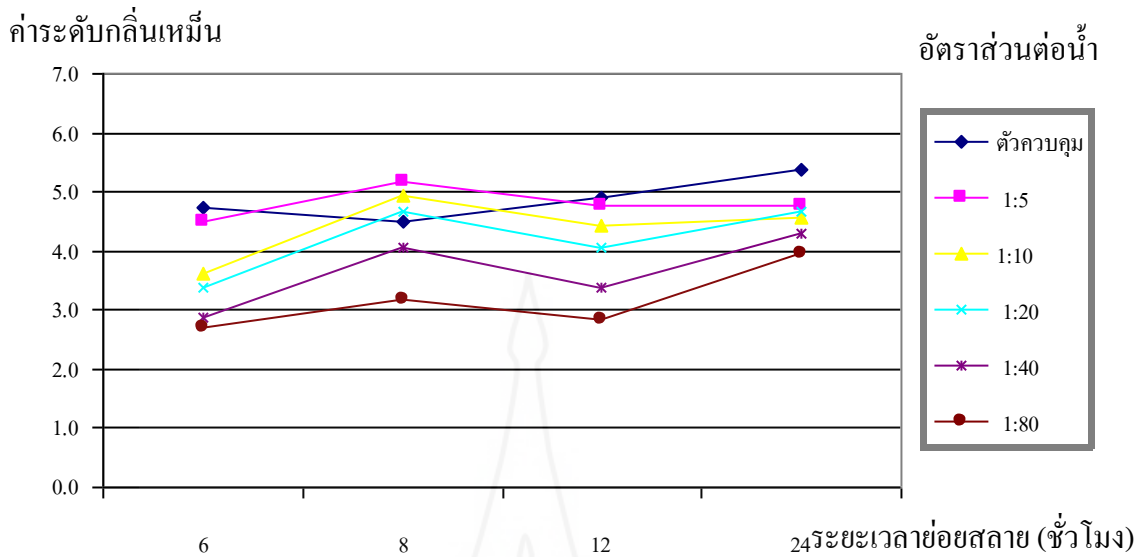
ภาพที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อนและหลังการใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำเท่ากับ 1:5, 1:10, 1:20, 1:40 และ 1:80

จากตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 พบว่า ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียน้อยที่สุด หลังการ
ใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำเท่ากับ 1:5 ที่ระยะเวลาการย่อยสลาย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย
เท่ากับ 4.67 ระดับกลิ่นเหม็นมาก 1:10 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00
ระดับกลิ่นเหม็นปานกลาง 1:20 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.44 ระดับ
กลิ่นเหม็นอ่อน 1:40 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.22 ระดับกลิ่นเหม็น
อ่อน และ 1:80 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.22 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อนและหลังการใช้
สารเร่งพด.6 สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำเท่ากับ 1:5, 1:10, 1:20, 1:40 และ 1:80

ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็น	ระยะเวลาการย่อยสลาย (ชั่วโมง)			
	6	8	12	24
ตัวควบคุม	4.22 ±1.166	4.56 ±1.042	4.00 ±1.495	5.72 ±0.461
อัตราส่วนต่อน้ำ1:5	<u>4.50 ±1.465</u>	5.17 ±0.707	4.78 ±1.003	4.78 ±0.878
อัตราส่วนต่อน้ำ1:10	<u>3.61 ±1.195</u>	4.94 ±0.725	4.44 ±0.856	4.56 ±0.984
อัตราส่วนต่อน้ำ1:20	<u>3.39 ±1.145</u>	4.67 ±0.907	4.06 ±0.938	4.67 ±1.029
อัตราส่วนต่อน้ำ1:40	<u>2.89 ±1.023</u>	4.06 ±1.110	3.39 ±1.092	4.28 ±0.895
อัตราส่วนต่อน้ำ1:80	<u>2.72 ±1.127</u>	3.17 ±1.249	2.83 ±1.200	3.94 ±1.259

หมายเหตุ ± = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียก่อนและหลังการใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำเท่ากับ 1:5, 1:10, 1:20, 1:40 และ 1:80

จากตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4 พบว่า ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสียน้อยที่สุด หลังการใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ที่ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 6 ชั่วโมง อัตราส่วนต่อน้ำเท่ากับ 1:5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5 ระดับกลิ่นเหม็นมาก อัตราส่วนต่อน้ำ 1:10 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.61 ระดับกลิ่นเหม็นปานกลาง อัตราส่วนต่อน้ำ 1:20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.39 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน อัตราส่วนต่อน้ำ 1:40 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.89 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน และอัตราส่วนต่อน้ำ 1:80 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.72 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน

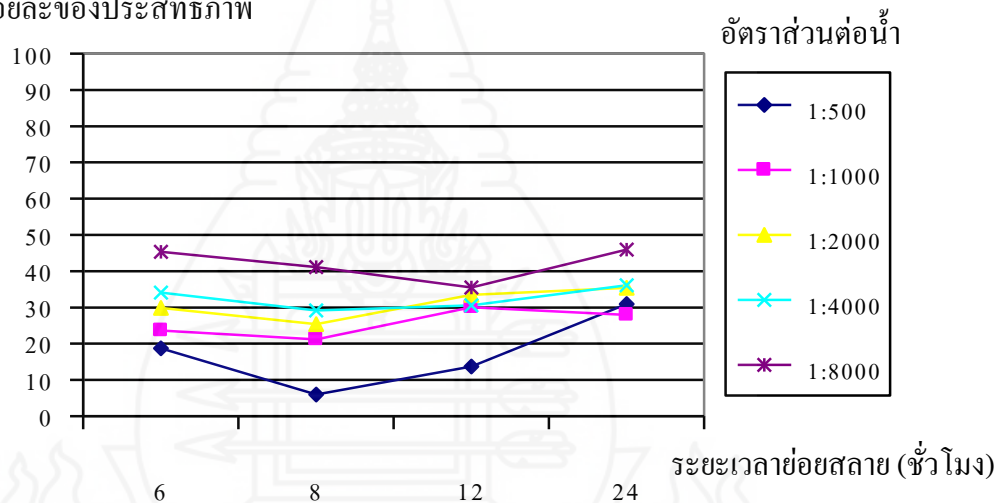
2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 1 EM สูตรที่ 2 และประสิทธิภาพของสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ EM และสารเร่ง พด.6 โดยจำแนกตามชนิดของสูตรจุลินทรีย์ คือ EM สูตรที่ 1 EM สูตรที่ 2 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ตามอัตราส่วนต่อน้ำ และระยะเวลาการย่อยสลายที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.5- 4.8 และภาพที่ 4.5- 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ร้อยละประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 1 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย

EM สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำ	ระยะเวลาการย่อยสลาย (ชั่วโมง)			
	6	8	12	24
1:500	18.70	6.01	13.70	30.92
1:1,000	23.61	21.20	30.09	27.96
1:2,000	29.90	25.37	33.51	35.37
1:4,000	34.07	29.16	30.55	36.11
1:8,000	45.37	41.11	35.51	45.92

ร้อยละของประสิทธิภาพ

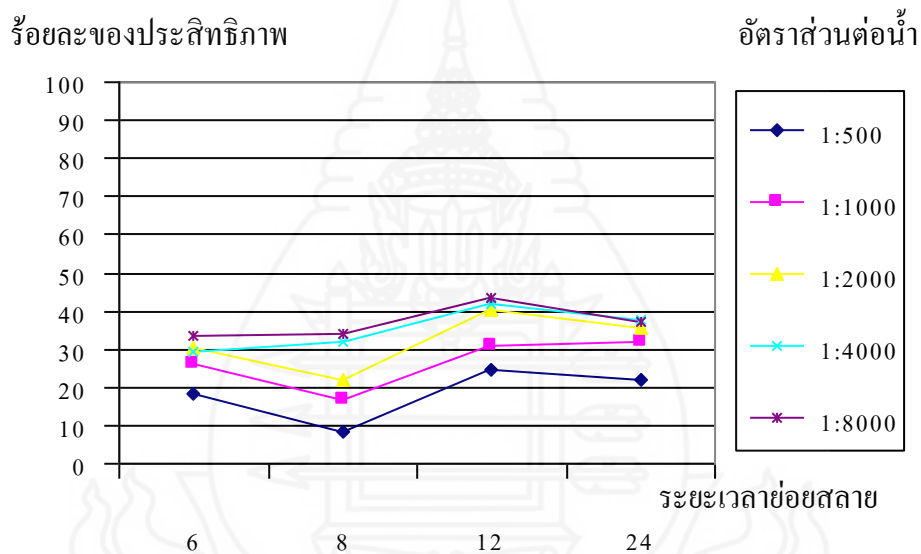


ภาพที่ 4.5 ร้อยละประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 1 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย

จากตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5 พบว่า ประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 1 ในอัตราส่วนต่อน้ำ 1:8,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 45.92

ตารางที่ 4.6 ร้อยละประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 2 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย

EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ	ระยะเวลาการย่อยสลาย (ชั่วโมง)			
	6	8	12	24
1:500	18.33	8.33	24.35	21.94
1:1,000	26.01	16.57	30.64	31.85
1:2000	30.55	21.85	40.37	35.83
1:4,000	29.44	32.03	41.66	37.87
1:8,000	33.42	34.07	43.33	37.03



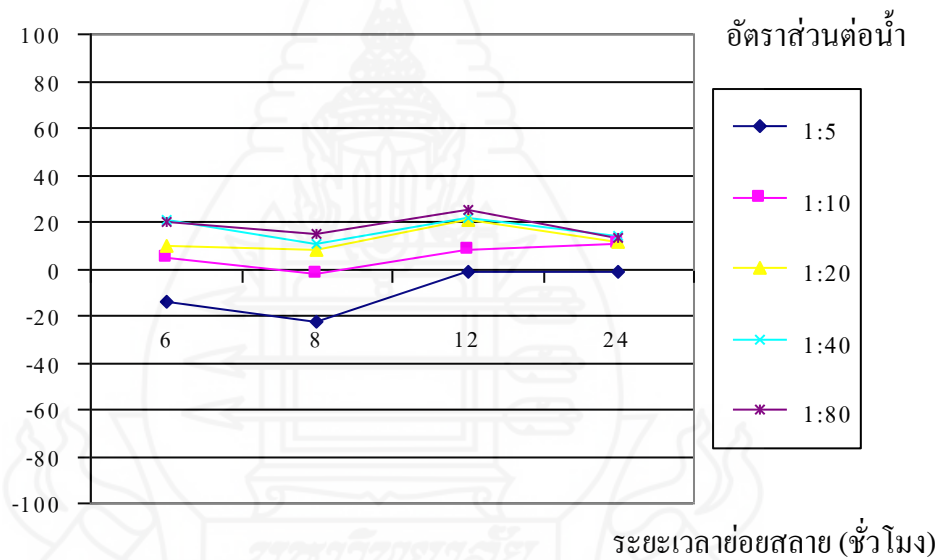
ภาพที่ 4.6 ร้อยละประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 2 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย

จากตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.6 พบว่า ประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:8,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 12 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 43.33

ตารางที่ 4.7 ร้อยละประสิทธิภาพของสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย

สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำ	ระยะเวลาการย่อยสลาย (ชั่วโมง)			
	6	8	12	24
1:5	-14.35	-22.87	-0.92	-0.92
1:10	4.81	-2.40	7.68	10.46
1:20	10.18	8.51	20.64	11.38
1:40	20.46	10.46	21.29	14.44
1:80	19.72	15.27	25.37	13.61

ร้อยละของประสิทธิภาพ



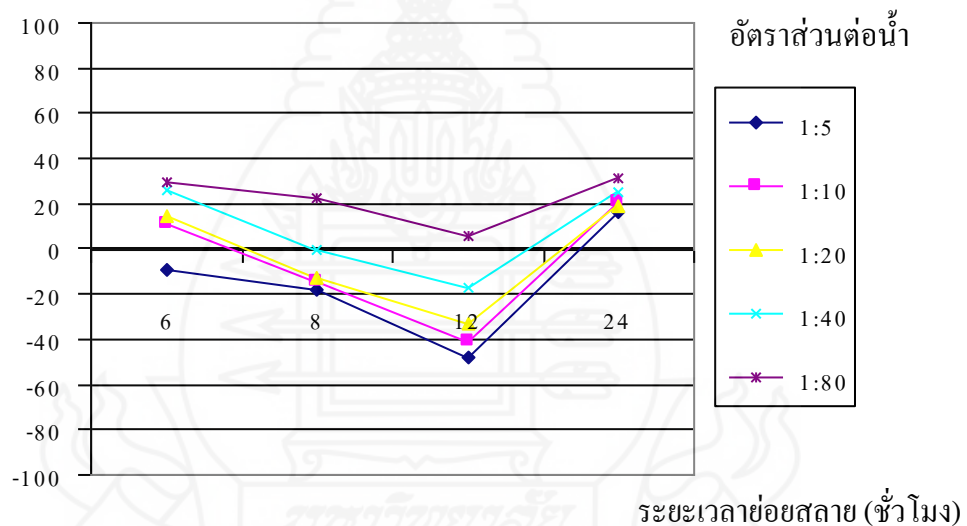
ภาพที่ 4.7 ร้อยละประสิทธิภาพของสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย

จากตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.7 พบว่า ประสิทธิภาพของสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:80 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 12 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 25.37

ตารางที่ 4.8 ร้อยละประสิทธิภาพของสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย

สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ	ระยะเวลาการย่อยสลาย (ชั่วโมง)			
	6	8	12	24
1:5	-9.25	-18.05	-47.77	16.11
1:10	11.29	-14.81	-40.83	20.37
1:20	14.44	-13.14	-32.77	18.51
1:40	26.29	-0.64	-17.59	25.37
1:80	29.81	22.77	5.74	31.29

ร้อยละของประสิทธิภาพ



ภาพที่ 4.8 ร้อยละประสิทธิภาพของสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย

จากตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.8 พบว่า ประสิทธิภาพของสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:80 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 31.29

3. ผลการศึกษาลักษณะน้ำเสีย ในค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี การบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ระยะเวลาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ 24 ชั่วโมง ระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด โดยเปรียบเทียบกับลักษณะน้ำเสียของชุดควบคุม

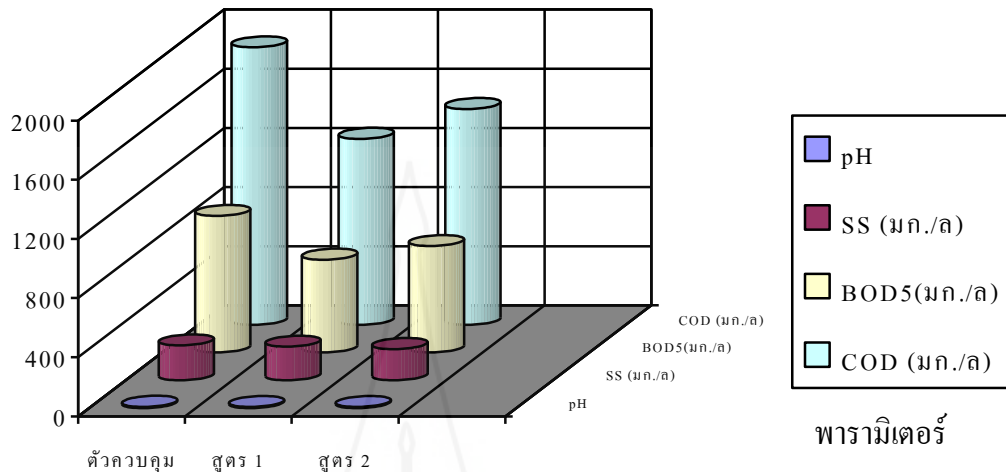
3.1 ผลการศึกษาลักษณะน้ำเสีย ในค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี ในการบำบัดน้ำเสียของ ช่วงระยะเวลาการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง EM สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:8,000 และ EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:4,000 มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด โดยเปรียบเทียบกับลักษณะของน้ำเสียของชุดควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี จากน้ำเสียที่ใช้ EM สูตรที่ 1 และ EM สูตรที่ 2

พารามิเตอร์	ตัวควบคุม	การบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ EM	
		EM สูตรที่ 1	EM สูตรที่ 2
pH	7.50 ± 0.00	7.23 ± 0.05	7.23 ± 0.15
SS (มก./ล)	236.00 ± 0.00	226.73 ± 11.00	211.33 ± 25.73
BOD ₅ (มก./ล)	923.80 ± 0.00	627.50 ± 143.09	720.00 ± 233.76
COD (มก./ล)	1875.70 ± 0.00	1257.06 ± 12.43	1459.40 ± 57.19

หมายเหตุ ± = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี จากน้ำเสียที่ใช้ EM สูตรที่ 1 และ EM สูตรที่ 2

จากตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.9 พบว่า การบำบัดน้ำเสียด้วย EM สูตรที่ 1 และ EM สูตรที่ 2 มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานเป็งมันสำปะหลัง ช่วงระยะเวลาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ 24 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี ของลักษณะน้ำเสียลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะน้ำเสียของชุดควบคุมและยังไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ดังนี้

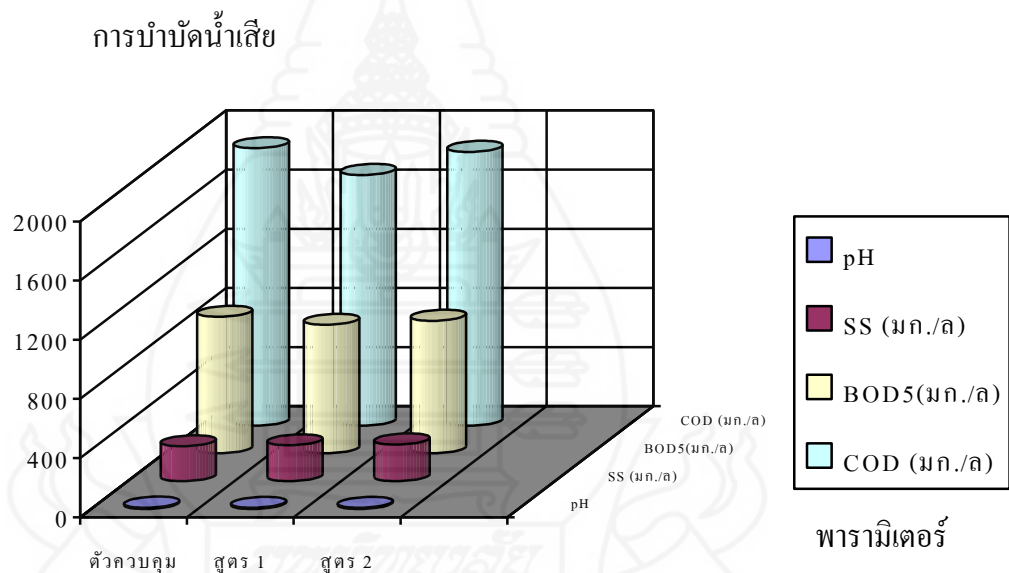
ค่าความเป็นกรด-ด่าง ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.50 หลังการบำบัดด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.23 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.23 สารแขวนลอย ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 236.00 หลังการบำบัดด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 226.73 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 211.33 บีโอดี ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 923.80 และหลังการบำบัดด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 627.50 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 720.00 ซีโอดี ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1875.70 และหลังการบำบัดด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1257.06 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1459.40

3.2 ผลการศึกษาลักษณะน้ำเสีย ของค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี ในการบำบัดน้ำเสียของ ช่วงระยะเวลาการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง ของสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:40 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:80 มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด โดยเปรียบเทียบกับลักษณะของน้ำเสียของชุดควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.10 ดังนี้

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี จากน้ำเสียที่ใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2

พารามิเตอร์	ตัวควบคุม	การบำบัดน้ำเสียของสารเร่ง พด.6	
		สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1	สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2
pH	7.50 ± 0.00	7.43 ± 0.05	7.43 ± 0.05
SS (มก./ล)	236.00 ± 0.00	242.33 ± 17.09	247.00 ± 9.84
BOD ₅ (มก./ล)	923.80 ± 0.00	869.66 ± 162.96	896.66 ± 174.46
COD (มก./ล)	1875.70 ± 0.00	1694.70 ± 75.41	1851.00 ± 107.57

หมายเหตุ ± = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี จากน้ำเสียที่ใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2

จากตารางที่ 4.36 และภาพที่ 4.26 พบว่า การบำบัดน้ำเสียด้วยสารเร่งพด.6 สูตรที่ 1 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง ระยะเวลาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ 24 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และ ซีโอดี ของลักษณะน้ำเสียลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะน้ำเสียของชุดควบคุม และยังไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ดังนี้

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.50 หลังการบำบัดด้วยสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.43 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.43 สารแขวนลอย ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 236.00 หลังการบำบัดด้วยสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 242.33 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 247.00 บีโอดี ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 923.80 และหลังการบำบัดด้วยสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 896.66 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 896.66 ซีโอดี ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1875.70 และหลังการบำบัดด้วยสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1694.70 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1851.00



บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้ เป็นศึกษาวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาระดับกลิ่นเหม็นและประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ในการลดกลิ่นเหม็น ด้วยวิธีการหมักตามชนิดของสูตร อัตราส่วนต่อน้ำ และระยะเวลาการย่อยสลายที่แตกต่างกัน และศึกษาลักษณะน้ำเสีย ในค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี การบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 จากน้ำเสียโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง จังหวัดกำแพงเพชร

1. สรุปการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (1) เพื่อศึกษาระดับกลิ่นเหม็น ก่อนการใช้และหลังการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 จากน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลัง (2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ในการลดกลิ่นเหม็น จากน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลัง (3) เพื่อศึกษาลักษณะน้ำเสีย ค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี การบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ในระยะเวลาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ 24 ชั่วโมง ที่ระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด โดยเปรียบเทียบกับลักษณะของน้ำเสียของชุดควบคุม

สมมติฐานการวิจัย (1) จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 สามารถลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลังได้ (2) ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ที่แตกต่างกันมีผลต่อการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลัง (3) จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 สามารถบำบัดน้ำเสียต่างๆ ลักษณะน้ำเสีย ค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี ลดลงได้

วิธีดำเนินการวิจัย แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน จำนวน 4 ชุดการทดลอง การทดลองใช้จุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ตามชนิดของสูตร อัตราส่วนต่อน้ำและระยะเวลาการย่อยสลาย ที่มีความแตกต่างกัน ตอนที่ 1 การตรวจวัดระดับกลิ่นด้วยวิธีการดม เพื่อหาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ก่อน

และหลังการใช้ในการลดกลิ่นเหม็นน้ำเสีย ใช้ผู้ทดสอบกลิ่น จำนวน 6 คน โดยแต่ละคนบันทึกผลการตรวจวัดระดับกลิ่นเหม็น ลงในแบบประเมินผล (ภาคผนวก ก) และตอนที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อน-หลังการใช้ด้วย จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ในช่วงระยะเวลาการย่อยสลาย 24 ชั่วโมง ที่มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด จำนวน 13 ตัวอย่าง ส่งห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 เพื่อลดกลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง จังหวัดกำแพงเพชร แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1

1. ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสีย ที่ใช้ EM สูตรที่ 1 ในอัตราส่วนต่อน้ำ 1:8,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 2.44 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน และ EM สูตรที่ 2 ในอัตราส่วนต่อน้ำ 1:4,000 และ 1:8,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 2.56 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน เท่ากัน และระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสีย ที่ใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:40 และ 1:80 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 3.22 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน เท่ากัน ตามลำดับ และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:80 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 2.72 ระดับกลิ่นเหม็นอ่อน

2. ประสิทธิภาพของ EM และสารเร่งพด.6 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย พบว่า ประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 1 ในอัตราส่วนต่อน้ำ 1:8,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียมากที่สุด 45.92 ในส่วนของ EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:8,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 12 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียมากที่สุด 43.33 และประสิทธิภาพของสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ในการลดกลิ่นเหม็นน้ำเสีย ในอัตราส่วนต่อน้ำ 1:80 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 12 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียมากที่สุด 25.37 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ในอัตราส่วนต่อน้ำ 1:8 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียมากที่สุด 31.29

ตอนที่ 2

1. การบำบัดน้ำเสียของ EM สูตรที่ 1 และ EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:8,000, 1:4,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง ที่มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด พบว่า ลักษณะน้ำเสียลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะน้ำเสียของชุดควบคุมและยังไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โดย ค่าความเป็นกรด-ด่าง ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.50 หลังการบำบัด

ด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.23 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.23 สารแขวนลอย ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 236 หลังการบำบัดด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 226.73 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 211.33 บีโอดี ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 923.80 และหลังการบำบัดด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 627.50 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 720.00 ซีโอดี ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1875.70 และ หลังการบำบัดด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1257.06 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1459.40 ตามลำดับ

2. การบำบัดน้ำเสียของสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:40, 1:80 ตามลำดับ ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง ที่มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด พบว่า ลักษณะน้ำเสียลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะน้ำเสียของชุดควบคุมและยังไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.50 หลังการบำบัดด้วย สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.43 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.43 สารแขวนลอย ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 236.00 หลังการบำบัดด้วยสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 242.33 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 247.00 บีโอดี ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 923.80 และหลังการบำบัดด้วยสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 896.66 และ สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 896.66 ซีโอดี ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1875.70 และ หลังการบำบัดด้วยสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1694.70 และสารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1851.00

2. อภิปรายผล

2.1 จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 สามารถลดกลิ่นเหม็น จากน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลังได้ โดยพบว่า ระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสีย ที่ใช้ EM สูตรที่ 1 ในอัตราส่วนต่อน้ำเท่ากับ 1:8,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นอ่อน เท่ากับ 2.44 และระดับกลิ่นเหม็นของน้ำเสีย ที่ใช้สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำเท่ากับ 1:80 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเหม็นอ่อน คือ 2.72 โดยสามารถลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลังได้

ผลที่ได้สอดคล้องกับที่สุนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติวิเว (2553:8) ได้กล่าวว่า ประโยชน์ของ EM ด้านสิ่งแวดล้อม ช่วยปรับสภาพอากาศที่เสียให้สดชื่น และมีสภาพดีขึ้น ช่วยกำจัดกลิ่นขยะ กำจัดกลิ่นเหม็นและกำจัดแมลงวัน และช่วยในการบำบัดน้ำเสียเกษตร ปศุสัตว์ การประมง โรงงานอุตสาหกรรม และสอดคล้องกับที่กรมพัฒนาที่ดินสารเร่งประเภท จุลินทรีย์ พด.6

(2548) ได้กล่าวไว้ว่า ช่วยบำบัดน้ำเสียและลดกลิ่นเหม็นตามท่อระบายน้ำซึ่งเกิดจากกิจกรรมของ จุลินทรีย์ที่ย่อยโปรตีน ไนมัน และผลิตภัณฑ์อินทรีย์

2.2 ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ที่แตกต่างกัน มีผลต่อการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียโรงงานแปรงไม้สำปะหลังโดยพบว่า ประสิทธิภาพของ EM สูตรที่ 1 ในอัตราส่วนต่อน้ำ 1:8,000 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็น จากน้ำเสียมากที่สุด เท่ากับ 45.92 และ EM สูตรที่ 2 อัตราส่วนต่อน้ำ 1:8,000 ระยะเวลาการย่อยสลาย ที่ 12 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียมากที่สุด เท่ากับ 43.33 และพบว่า ประสิทธิภาพของพด.6 สูตรที่ 1 ในการลดกลิ่นเหม็นน้ำเสีย ในอัตราส่วนต่อน้ำ 1:80 ระยะเวลาการ ย่อยสลายที่ 12 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียมากที่สุด เท่ากับ 25.37 ส่วนพด.6 สูตรที่ 2 ในอัตราส่วนต่อน้ำ 1:80 ระยะเวลาการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลด กลิ่นเหม็นจากน้ำเสียมากที่สุด เท่ากับ 31.29

ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุดมศักดิ์ บุญอร่ามพงษ์ (2547:75) พบว่า ปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพซึ่งใช้ในการฉีดพ่นแตกต่างกัน มีประสิทธิภาพในการลด กลิ่นเหม็นจากมูลไก่ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) (2) ประสิทธิภาพของ จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพจาก สูตรที่ 1 ซึ่งฉีดพ่นมูลไก่เป็ยกมีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นเหม็นดีที่สุดคือ ร้อยละ 36.67 สูตรที่ 1 มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับสูตรที่ 2 ($P > 0.05$) จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมีประสิทธิภาพในการ ลดกลิ่นเหม็นของมูลไก่เป็ยกได้ดีกว่ามูลไก่แห้ง ($P < 0.05$) และใช้ระยะเวลาย่อยสลายมูลไก่ได้ดี ที่สุดที่ระยะเวลา 8 ชั่วโมง ($P < 0.05$)

2.3 จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 สามารถบำบัดน้ำเสียลักษณะน้ำเสีย ค่าความเป็นกรด-ด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และซีโอดี ลดลงได้ พบว่า EM สามารถบำบัดน้ำเสีย ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะน้ำเสียของชุดควบคุม ค่าความเป็นกรด-ด่าง ก่อนการบำบัด ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.50 หลังการบำบัดด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.23 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.23 สารแขวนลอย ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 236.00 หลังการบำบัดด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 226.73 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 211.33 บีโอดี ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 923.80 และ หลังการบำบัดด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 627.50 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 720.00 ซีโอดี ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1875.70 และ หลังการบำบัดด้วย EM สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1257.06 และ EM สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1459.40 โดยพบว่า พด.6 สามารถบำบัดน้ำเสียลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ ลักษณะน้ำเสียของชุดควบคุม โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.50 หลัง การบำบัดด้วย พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.43 และ พด.6 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.43 สารแขวนลอย ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 236.00 หลังการบำบัดด้วย พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 242.33 และ พด.6

สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 247.00 บีโอดี ก่อนการบำบัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 923.80 และหลังการบำบัดด้วย พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 896.66 และ พด.6 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 896.66 ซีโอดี ก่อนการบำบัด ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1875.70 และ หลังการบำบัดด้วย พด.6 สูตรที่ 1 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1694.70 และ พด.6 สูตรที่ 2 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1851.00

ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศ์พิชญ์ บุญดา (2547) ได้ศึกษาการใช้ จุลินทรีย์อีเอ็มในถังเติมอากาศของระบบเอเอส เพื่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ ไล่กรอก พบว่า (1) จุลินทรีย์อีเอ็มมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียตามปริมาณน้ำเสีย ในการ ทดลองที่ 2-4 ได้ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 7.6 7.6 และ 7.6 บีโอดีเฉลี่ย ร้อยละ 65.94 66.48 และ 61.85 สารแขวนลอย เฉลี่ย ร้อยละ 96.50 96.39 และ 95.42 และ น้ำมันและไขมันเฉลี่ย ร้อยละ 61.01 71.66 และ 65.19 ตามลำดับ (2) เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดทั้ง 4 พารามิเตอร์ โดย จุลินทรีย์อีเอ็มทั้ง 4 การทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จุลินทรีย์อีเอ็ม มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของทั้ง 4 พารามิเตอร์ ตามตัวอย่างน้ำเสียที่ช่วงเวลาในการเก็บ ตัวอย่างที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ค่าที่ได้ทั้งหมด ยังไม่ได้ตามเกณฑ์ควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 3 พ.ศ.2539 ยกเว้นความเป็นกรดต่าง เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย การบำบัดน้ำเสีย ด้วยการใช้อีเอ็มในการทดลองที่ 4 มีต้นทุนต่ำกว่าการทดลองอื่น ๆ

ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่ โรงพยาบาลสันป่าตอง อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ (2548) พบว่า การใช้จุลินทรีย์ EM บำบัด น้ำเสีย สามารถทำให้ค่า BOD ลดลงเหลือ 8.5-13 ม.ก./ลิตร ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศักดิ์ นกุลอุดมพาณิชย์ และคณะ (2543) ได้ ศึกษาการบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์อีเอ็ม : กรณีศึกษาบ่อบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลศิริราช จังหวัด สุโขทัย พบว่า หลังฉีดพ่นจุลินทรีย์อีเอ็มพบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเท่ากับ 8.0 สารละลาย มีค่าเท่ากับ 580 มิลลิกรัมต่อลิตร สารแขวนลอยมีค่าเท่ากับ 63 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกอนหนักมีค่า เท่ากับ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดีมีค่าเท่ากับ 61 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมันและไขมันมีค่าเท่ากับ 38.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในส่วนของประสิทธิภาพของรูปแบบการแก้ปัญหา น้ำเสียโดยใช้สารจุลินทรีย์ อีเอ็ม พบว่าสารจุลินทรีย์อีเอ็มมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารละลายร้อยละ 11.77 ลดปริมาณ สารแขวนลอย ร้อยละ 11.89 ลดปริมาณน้ำมันและไขมันร้อยละ 10.88 ลดตะกอนหนักร้อยละ 50 สามารถลดกลิ่นเหม็นได้ดี

จากการศึกษาวิจัย จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ สูตรที่ 1 มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่น และบำบัดน้ำเสียดีกว่าทุกการทดลอง และค่าใช้จ่ายของ สารเร่ง พด.6 สูตรที่ 2 มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าทุก การทดลอง และข้อดีสารเร่ง พด.6 สามารถขอรับได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายที่สถานีพัฒนาที่ดินทุก จังหวัด

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

3.1.1 จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 มีประสิทธิภาพ ในการลด กลิ่นเหม็น จากน้ำเสียได้ จึงควรเผยแพร่ความรู้ ให้กับผู้ประกอบการและผู้สนใจทั่วไปได้ทราบ เพื่อ ลดปัญหาเรื่องร้องเรียนด้านกลิ่นเหม็น ซึ่งไม่เป็นอันตรายและไม่ก่อให้เกิดมลพิษ วัสดุหาได้ง่าย และประหยัดต้นทุน

3.1.2 นำสูตรที่เหมาะสมของผลการศึกษามาใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 นำไปใช้ในโรงงานแป่งมันสำปะหลังที่มีปัญหาเรื่องร้องเรียนด้านกลิ่นเหม็น

3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 การศึกษาชนิดของสูตร อัตราส่วนต่อน้ำและระยะเวลาการย่อยสลายของ จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 ที่แตกต่างกัน เหมาะสมก่อนเพื่อลดปัญหาในการ ทดลอง

3.2.2 การศึกษาการเพิ่มอัตราส่วนต่อน้ำของสารเร่ง พด.6 ในการลดกลิ่นเหม็นและ บำบัดน้ำเสีย

3.2.3 การศึกษาการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) และสารเร่ง พด.6 กับน้ำเสีย จากแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ น้ำเสียชุมชน และเกษตรกรรมที่มีปัญหาเรื่องร้องเรียนด้านกลิ่น ต่อไป



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สืบทอดวัฒนธรรมมาตุลีราช



ภาคผนวก ก

การตรวจวัดกลิ่นด้วยวิธีการดม

การตรวจวัดกลิ่น

การคัดเลือกผู้ทดสอบกลิ่น บุคคลผู้ที่จะทำหน้าที่เป็นผู้ทดสอบ ต้องมีคุณสมบัติพื้นฐานของผู้ทดสอบกลิ่น ดังนี้

- 1) ไม่จำกัดเพศ อายุระหว่าง 18-60 ปี
- 2) เป็นผู้ที่ให้ความร่วมมือด้วยความเต็มใจ
- 3) เป็นผู้ที่มิสุขภาพแข็งแรง ไม่เป็นโรกระบบทางเดินหายใจหรือโรคมะเร็ง
- 4) ไม่เป็นผู้ที่มีความตื่นตระหนก ตกใจง่าย
- 5) ไม่อยู่ในระหว่างตั้งครรภ์
- 6) ต้องไม่เป็นผู้ที่ทำงานในโรงงานแปรงมันสำปะหลัง หรือพื้นที่ที่มีกลิ่นเหม็น
- 7) เป็นผู้ที่ผ่านการทดสอบบุคคลที่จะทำหน้าที่ทดสอบกลิ่น (panelist screening test)

ก่อนการคัดเลือกผู้ทดสอบกลิ่น จะต้องแจ้งให้ผู้เข้ารับการทดสอบรับทราบ ดังนี้

- 1) ไม่ใช้เครื่องสำอางที่มีกลิ่นแรง เช่น น้ำหอม แป้งหอม เจลแต่งผม ในวันที่ทำการทดสอบกลิ่น
- 2) งดทานอาหารกลิ่นแรง เช่น กระเทียม ต้นหอม ผักกลิ่นแรงต่าง ๆ เครื่องเทศ หรือแกงที่มีกลิ่นแรง
- 3) งดดื่มสุราและดื่มน้ำหรือน้ำอัดลมหรือน้ำหวาน ลูกกวาด หมากฝรั่ง และขนมคบเคี้ยวต่าง ๆ
- 4) งดการดื่มน้ำอัดลมหรือน้ำหวาน ลูกกวาด หมากฝรั่ง และขนมคบเคี้ยวต่าง ๆ
- 5) บ้วนปากด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง หลังรับประทานอาหาร ถ้าต้องการแปรงฟันควรทำก่อนการทดสอบไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
- 6) ผู้ทดสอบกลิ่นควรมาถึงสถานที่ทดสอบ ก่อนเวลาประมาณ 30 นาที

กลิ่นมาตรฐานสำหรับคัดเลือกผู้ทดสอบกลิ่น

กลิ่นมาตรฐานจำนวน 5 กลิ่น เตรียมจากสารเคมีที่มีความคงตัวสูงและไม่มีอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ มีลักษณะกลิ่นและความเข้มข้นดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 1 สารละลายกลิ่นกลิ่นมาตรฐาน 5 กลิ่น ที่ใช้คัดเลือกผู้ทดสอบกลิ่น

สารมาตรฐาน	ลักษณะกลิ่น	สูตรเคมี	มวลโมเลกุล	สถานะ	ความบริสุทธิ์ (ร้อยละ)
A : Pheny-Ethyl Alcohol	กลิ่นดอกไม้	$C_9H_{10}O$	122.16	ของเหลว	>99
B: Propionic acid	กลิ่นบูดเปรี้ยว	$C_3H_6O_2$	74.1	ของเหลว	>99

C: Iso-Valeric acid	กลิ่นเน่า	$C_5H_{10}O_2$	102.13	ของเหลว	>99
---------------------	-----------	----------------	--------	---------	-----

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สารมาตรฐาน	ลักษณะกลิ่น	สูตรเคมี	มวลโมเลกุล	สถานะ	ความบริสุทธิ์ (ร้อยละ)
D: Gamma undecalactone	กลิ่นผลไม้	$C_{11}H_{20}O_2$	184.28	ของเหลว	>99
E: Skatol	กลิ่นอุจจาระ	C_9H_9N	131.17	ของเหลว	>99

วิธีการเตรียมสารละลายกลิ่นกลิ่นมาตรฐาน 5 กลิ่น แสดงในภาคผนวก ก

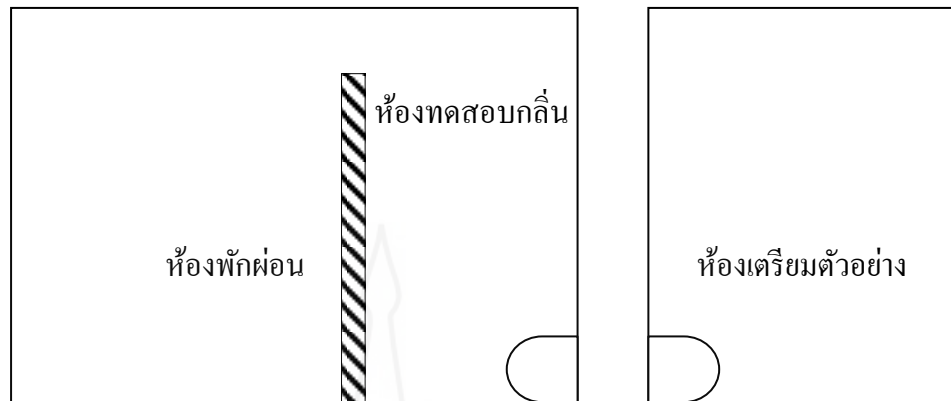
ห้องทดสอบกลิ่น

พื้นที่สำหรับใช้ในการทดสอบกลิ่น ควรมีลักษณะดังนี้

- เป็นห้องที่ระบายอากาศได้ดี ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นสารเคมี หรือกลิ่นรบกวนอื่นๆ จากภายนอก
- ไม่มีคนพลุกพล่าน หรือเดินขวักไขว่ไปมา
- ไม่อยู่ในบริเวณที่มีเสียงดัง ซึ่งเป็นการรบกวนผู้ทดสอบกลิ่น
- อุณหภูมิภายในห้องควรมีค่าระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างร้อยละ 40-70

ห้องทดสอบกลิ่น ควรแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังรูป 2.1 ได้แก่

- ห้องทดสอบกลิ่น (Sensory test room) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการดมทดสอบกลิ่น ควรมีขนาดประมาณ 12 ตารางเมตร
- ห้องพักผ่อน (rest room) สำหรับให้ผู้ทดสอบกลิ่นพักผ่อนในช่วงพักการดมกลิ่น หรือเมื่อมีอาการสำจากการดมกลิ่น ควรมีขนาดประมาณ 20 ตารางเมตร อาจอยู่ในบริเวณเดียวกันกับห้องทดสอบกลิ่นแต่ใช้ฉากกั้นก็ได้
- ห้องเตรียมตัวอย่าง (Sensory arrangement room) ใช้ในการเตรียมชุดทดสอบกลิ่นมาตรฐานและการเจือจางกลิ่นตัวอย่าง ควรอยู่แยกกับห้องทดสอบกลิ่นและห้องพักผ่อน เพื่อไม่ให้ผู้ทดสอบกลิ่นขาดสมาธิเนื่องจากเสียงดังของเครื่องดูดอากาศและเสียงพูดคุยของผู้ควบคุมการทดสอบโดยควรมีพื้นที่ประมาณ 30-40 ตารางเมตร



รูปที่ 1 ตัวอย่างลักษณะของห้องทดสอบกลิ่น

อุปกรณ์สำหรับคัดเลือกผู้ทดสอบกลิ่น

- 1) กระดาษทดสอบกลิ่น (smelling strip) หรือกระดาษกรองที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ต้องเป็นกระดาษที่ไม่มีกลิ่น ตัดให้มีขนาด 1 x 10 เซนติเมตร
- 2) ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส และตู้ดูดความชื้น (Desicator)
- 3) สารละลายมาตรฐาน 5 กลิ่น (อายุไม่เกิน 1 เดือน นับจากวันที่เตรียม)
- 4) ของเหลวปราศจากกลิ่น (Inodorous liquid) นิยมใช้พาราฟินเหลว
- 5) หลอดทดลองแก้วชนิดมีฝาปิด โดยต้องล้างเพื่อกำจัดกลิ่นตกค้างก่อนการใช้งานทุกครั้ง และแยกการใช้งานระหว่างหลอดที่มีกลิ่นกับหลอดที่ไม่มีกลิ่น และหลอดที่ใช้บรรจุกระดาษทดสอบที่มีกลิ่นแล้วไม่ควรนำกลับมาใช้ซ้ำ
- 6) ขาดังหลอดทดลอง
- 7) กิมปากแหลมสำหรับคีบกระดาษทดสอบกลิ่น

ขั้นตอนการเตรียมชุดทดสอบกลิ่นมาตรฐาน

การเตรียมชุดทดสอบกลิ่นมาตรฐาน ดังนี้

- 1) อบกระดาษทดสอบกลิ่นขนาด 1 x 10 เซนติเมตร จำนวน 25 ชิ้น ในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- 2) นำกระดาษทดสอบกลิ่นออกจากตู้อบ แล้วทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น
- 3) เตรียมหลอดทดลองแก้วชนิดมีฝาปิดจำนวน 25 หลอด วางในขวดที่ทำเครื่องหมายแสดงแถวของสารละลายกลิ่นมาตรฐาน A-E
- 4) ใช้ดินสอเขียนหมายเลขและชื่อของสารละลายกลิ่นมาตรฐานลงบนด้านหนึ่งของกระดาษทดสอบกลิ่น (เช่น A1 A2 A3 A4 และ A5 สำหรับสารละลาย A) แล้วใส่ลงในหลอดทดลองให้ครบ สำหรับสารละลายกลิ่นมาตรฐานทั้ง 5 กลิ่น

5) เตรียมกระดาษเฉลยสำหรับกลิ่นมาตรฐาน A-E โดยพยายามไม่ให้หมายเลขที่มีกลิ่นอยู่ติดกัน และไม่ซ้ำกันสำหรับกลิ่นมาตรฐานทั้ง 5 กลิ่น

6) ใช้คีบคีบกระดาษทดสอบกลิ่นจุ่มลงในสารละลายกลิ่นมาตรฐาน A ตามหมายเลขที่กำหนดไว้ในกระดาษเฉลยจำนวน 2 หมายเลข แล้วปิดฝาให้สนิททันที ส่วนอีก 3 หมายเลขที่เหลือจุ่มในพาราฟินเหลว โดยควรจุ่มลึกประมาณ 1 เซนติเมตร เท่าๆ กันทุกแผ่น เพื่อให้ผู้เข้ารับการคัดเลือกสามารถแยกได้ด้วยตา

7) เตรียมกระดาษทดสอบกลิ่นสำหรับกลิ่นมาตรฐาน B-E ในลักษณะเดียวกับ ข้อ 6 จะได้ชุดทดสอบกลิ่นสำหรับกลิ่นมาตรฐาน 5 กลิ่น

8) ควรเตรียมชุดกระดาษทดสอบกลิ่นก่อนการคัดเลือกไม่เกิน 2 ชั่วโมง
ขั้นตอนการทดสอบเพื่อคัดเลือกผู้ทดสอบกลิ่น

การคัดเลือกผู้ทดสอบกลิ่น ต้องทำการทดสอบตามขั้นตอน ดังนี้

1) การทดสอบทำในห้องทดสอบกลิ่น (รายละเอียดแสดงในหัวข้อ 3.5.4.3) เป็นแบบหนึ่งต่อหนึ่งระหว่างผู้ควบคุมการทดสอบ (Operator) กับผู้เข้าทดสอบ (Applicant) โดยทำการทดสอบกับกลุ่มผู้เข้าทดสอบกลิ่นไม่ควรเกินกลุ่มละ 6 คน

2) ผู้ควบคุมการทดสอบนำชุดกระดาษทดสอบของกลิ่นมาตรฐาน A ให้ผู้เข้าทดสอบคนแรกดม วิธีดมทำโดย

- ใช้คีบปลายแหลมคีบปลายกระดาษด้านที่ไม่ได้จุ่มสาร
- นำปลายกระดาษด้านที่จุ่มสารมาดมใกล้ๆ จมูก
- ให้ผู้เข้าทดสอบตอบว่ากระดาษ 2 หมายเลขใดบ้างที่มีกลิ่น ลงในกระดาษคำตอบ

แบบบันทึกผลการทดสอบกลืนมาตรฐาน							
						วันที่ทดสอบ.....	
						เวลา.....	
ชื่อ.....			เพศ.....		อายุ.....		
ที่อยู่.....							
สถานที่ทดสอบ.....							
สารละลายกลืน มาตรฐาน	หมายเลขกระดาษที่มีกลืน					ผลการตัดสิน	
						ถูก	ผิด
สาร A	1	2	3	4	5		
สาร B	1	2	3	4	5		
สาร C	1	2	3	4	5		
สาร D	1	2	3	□	5		
สาร E	1	2	3	4	5		
สาร F	1	2	3	4	5		
สรุปผลการทดลอง							

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างแบบบันทึกผลการทดสอบกลืนมาตรฐาน

- ผู้ควบคุมการทดสอบจะเป็นผู้เก็บกระดาษคำตอบของผู้เข้าทดสอบแต่ละคนไว้ เพื่อไม่ให้ผู้เข้าทดสอบนำคำตอบไปปรึกษากัน

- ถ้าผู้เข้าทดสอบไม่แน่ใจสามารถดมซ้ำได้โดยจะไม่มีการเร่งรัดเวลาในการดม

3) ให้ผู้เข้าทดสอบที่ดมกลืนมาตรฐาน A เสร็จแล้ว ไปพักผ่อนในสถานที่ที่จัดให้แยกจากกลุ่มผู้เข้าทดสอบที่ยังไม่ได้ทำการดมกลืน จากนั้นทำการทดสอบกลืนมาตรฐาน A สำหรับผู้เข้าทดสอบคนต่อไป จนครบทุกคน เพื่อให้ผู้เข้าทดสอบกลืนแต่ละคนได้มีเวลาพักการดมกลืนอย่างน้อย 5 นาที ต่อ 1 ชุดกลืนมาตรฐาน

4) ทำการทดสอบตามขั้นตอนที่ 2 และ 3 จนครบสำหรับกลืนมาตรฐาน B ถึง E

5) ขึ้นทะเบียนผู้ที่ตอบถูกในการดมกลืนมาตรฐานทั้ง 5 กลืน เป็นผู้ทดสอบกลืนสำหรับการตรวจวัดกลืน ต่อไป

6) หากมีผู้เข้าทดสอบไม่ผ่านการคัดเลือกรบอบแก่ผู้เข้าทดสอบผู้นั้นด้วยความสุภาพ นุ่มนวล เพื่อไม่ให้ผู้เข้าทดสอบเกิดความกังวลในความสามารถรับรู้กลิ่นของตน

หน้าที่ของผู้ควบคุมการทดสอบกลิ่น

1. ดำเนินการทดสอบกลิ่นจนได้ผลสรุปที่สามารถใช้คำนวณค่าความเข้มข้นของกลิ่น ตัวอย่างได้
2. ผู้ควบคุมการทดสอบมีหน้าที่ที่จะต้องทำให้บรรยากาศในการทดสอบกลิ่นไม่เกิดความเครียดหรือกดดัน
3. อาจพูดคุยเพื่อสร้างความเป็นกันเองกับผู้ทดสอบกลิ่นในห้องพักผ่อน แต่ห้ามไม่ให้ผู้ทดสอบกลิ่นพูดคุยกันในห้องทดสอบกลิ่น
4. ควรหลีกเลี่ยงการพูดในลักษณะที่ทำให้ผู้ทดสอบกลิ่นเป็นการแข่งขันระหว่างผู้ทดสอบกลิ่นเพื่อหาคนที่มีความสามารถสูงที่สุด
5. ไม่ควรชมเชยผู้ทดสอบกลิ่นคนใดคนหนึ่งต่อหน้าผู้ทดสอบกลิ่นคนอื่นๆ
6. ห้ามจ้องดูผู้ทดสอบกลิ่นขณะทำการดมกลิ่น

การทดสอบยืนยัน (Confirm test)

- เพื่อให้แน่ใจว่าในวันที่ทำการตรวจวัดกลิ่น ผู้ทดสอบมีประสาทรับรู้กลิ่นอยู่ในระดับปกติ
- ใช้สารละลายกลิ่นมาตรฐาน A C และ E จากตารางที่ 2.2-1
- ผู้ควบคุมการทดสอบจะนำกระดาษทดสอบกลิ่น 5 หมายเลขสำหรับแต่ละกลิ่นมาตรฐาน ซึ่งมีกระดาษ 2 หมายเลขที่ถูกจุ่มลงในสารละลายกลิ่นมาตรฐานไปให้ผู้ทดสอบกลิ่นดม
- ผู้ทดสอบกลิ่นต้องตอบให้ถูกกว่า 2 หมายเลขใดที่มีกลิ่น
- ผู้ทดสอบกลิ่นที่สามารถตอบถูกหมดทั้ง 3 กลิ่นมาตรฐานเท่านั้น จึงจะได้เป็นผู้ทำหน้าที่ทดสอบกลิ่นในวันนั้น
- ในการตรวจสอบวัดกลิ่นแต่ละตัวอย่าง ต้องใช้ผู้ทดสอบกลิ่นอย่างน้อย 6 คน

วิธีการทดสอบกลิ่น

1. ทำการทดสอบกลิ่นโดยใช้ผู้ทดสอบกลิ่นอย่างน้อย 6 คน จากสารตัวอย่างสามารถแยกและเปรียบเทียบ กลิ่นในแต่ละชนิดในระดับที่แตกต่างกัน 6 ระดับ และบันทึกลงในแบบประเมินผลการตรวจวัดกลิ่นได้อย่างถูกต้อง

2. อาสาสมัครทดสอบกลิ่นสวมหน้ากากปิดจมูกและปากก่อนการทดลอง

3. ผู้วิจัยนำกล่องพลาสติกบรรจุน้ำเสียปริมาณ 1 ลิตร จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) ต่อ น้ำสะอาด จะได้น้ำจุลินทรีย์ที่ใช้สำหรับฉีดพ่น 5 อัตราส่วน คือ 1:500 1:1,000 1:2,000 1:4,000 1:8,000 ตามลำดับ และสารเร่ง พด.6 ที่ใช้สำหรับฉีดพ่น 5 อัตราส่วน คือ 1:5 1:10 1:20 1:40 1:80 เข้าในห้องทดสอบกลิ่นแต่ละการทดลอง โดยแบ่งการทดลองทั้งหมด 4 การทดลอง ในแต่ละการทดลองจะมี 6 กล่องพลาสติก กล่องพลาสติกใบที่ 1 จะเป็นตัวควบคุม ไม่ได้ฉีดพ่นจุลินทรีย์ EM และสารเร่ง พด.6 ส่วนกล่องพลาสติกใบที่ 2-6 ฉีดพ่นจุลินทรีย์ EM สูตร 1,2 และสารเร่ง พด.6 สูตร 3,4 ตามอัตราส่วนข้างต้นตามสูตรดังนี้

การทดลองที่ 1 สูตรที่ 1 จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพแบบขยาย

การทดลองที่ 2 สูตรที่ 2 จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (ขยะหอม) แบบหมัก

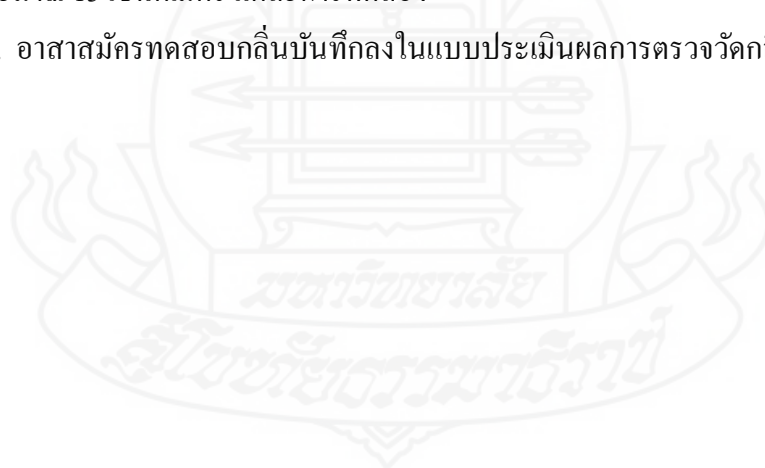
การทดลองที่ 3 สูตรที่ 3 สารบำบัดน้ำเสียและขจัดกลิ่นเหม็น พด.6 แบบขยาย

การทดลองที่ 4 สูตรที่ 4 สารบำบัดน้ำเสียและขจัดกลิ่นเหม็น พด.6 แบบหมัก

4. ในการฉีดพ่นให้ใช้ไม้คนให้จุลินทรีย์ EM และสารเร่ง พด.6 กระจายให้ทั่ว และทำการทดสอบกลิ่นในช่วงระยะเวลา 2 ชม. 4 ชม. 6 ชม. 8 ชม. 10 ชม. 12 ชม. และ 24 ชม. ตามลำดับ

4. อาสาสมัครทดสอบกลิ่นหมุนเวียนกันเข้าไปทดสอบกลิ่นครั้งละ 1 คน ในระยะห่างของการดมประมาณ 15 เซนติเมตร แต่ละการทดลอง

5. อาสาสมัครทดสอบกลิ่นบันทึกลงในแบบประเมินผลการตรวจวัดกลิ่น (ภาคผนวก ก)



วิธีการเตรียมสารละลายกลิ่นมาตรฐาน

กลิ่นมาตรฐานที่ใช้ในการคัดเลือกผู้ทดสอบกลิ่นสำหรับการตรวจวัดค่าความเข้มข้นกลิ่น โดยการเตรียมจากสารเคมีที่มีความคงตัวสูง ให้กลิ่นในลักษณะต่างๆ และไม่เป็นพิษต่อสุขภาพของผู้ดมกลิ่น

อุปกรณ์สำหรับการเตรียมสารละลายกลิ่นมาตรฐาน ประกอบด้วย

1) สารมาตรฐาน A-E ซึ่งมีคุณสมบัติตามตารางที่ ก-1

ตารางที่ ก-1 คุณสมบัติของสารกลิ่นมาตรฐาน

สารมาตรฐาน	ลักษณะกลิ่น	สูตรเคมี	มวลโมเลกุล	สถานะ	ความบริสุทธิ์ (ร้อยละ)
A : Pheny-Ethyl Alcohol	กลิ่นดอกไม้	$C_9H_{10}O$	122.16	ของเหลว	>99
B: Propionic acid	กลิ่นบูดเปรี้ยว	$C_3H_6O_2$	74.1	ของเหลว	>99
C: Iso-Valeric acid	กลิ่นเน่า	$C_5H_{10}O_2$	102.13	ของเหลว	>99
D: Gamma undecalactone	กลิ่นผลไม้	$C_{11}H_{18}O_2$	184.28	ของเหลว	>99
E: Skatol	กลิ่นอุจจาระ	C_9H_9N	131.17	ของเหลว	>99

2) พาราฟินเหลว (Liquid Paraffin)

3) เครื่องชั่งความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.01 กรัม

4) บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร และกระดาษชั่งสาร

5) ขวดปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 100 และ 250 มิลลิลิตร

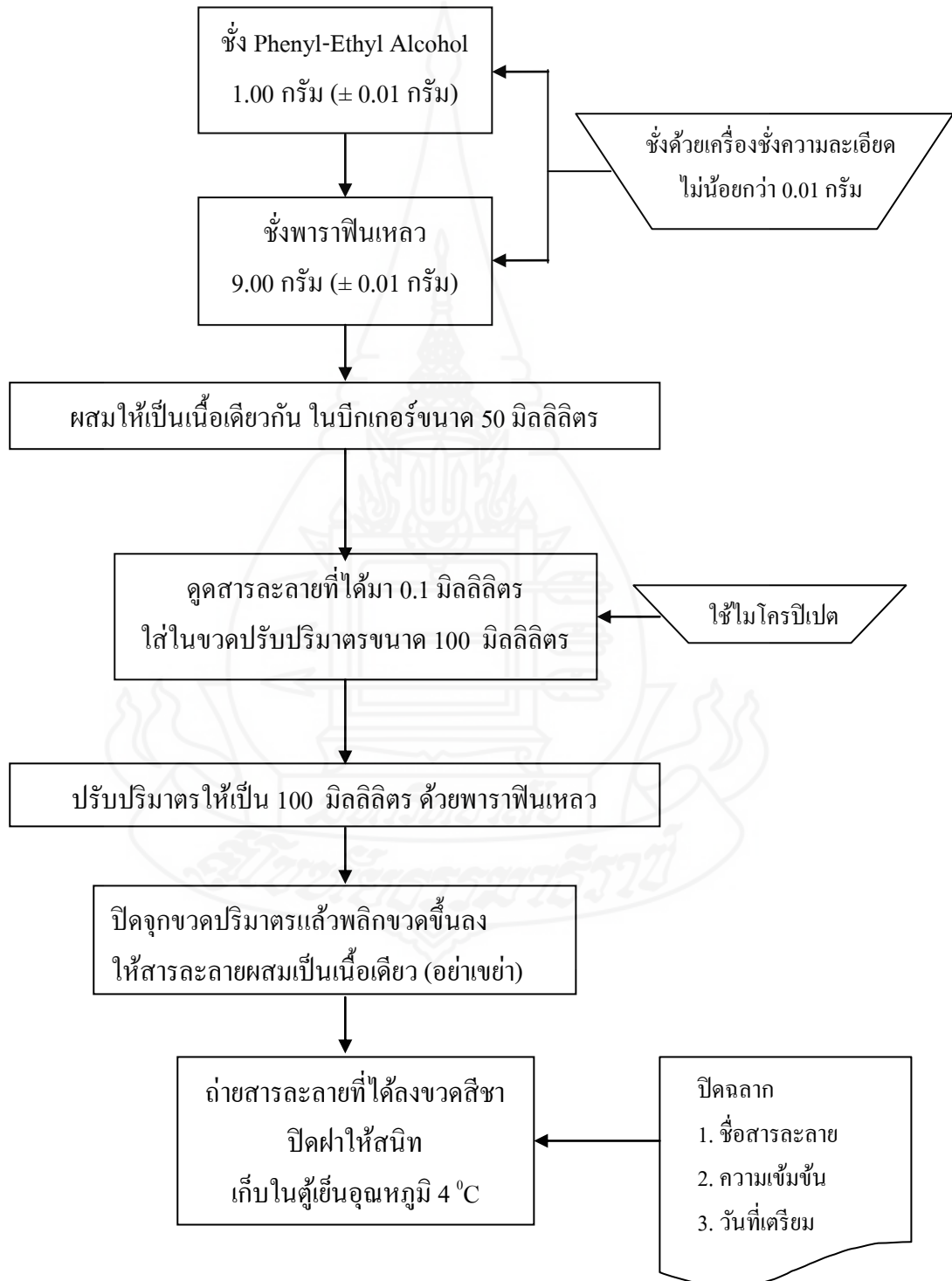
6) ไมโครปิเปต (Micropipet) ความละเอียด 0.001 มิลลิลิตร

7) หลอดหยด (Dropper) ซ้อนตักสารและแท่งแก้ว

วิธีการเตรียมสารละลายก่ลินมาตรฐาน

1) ก่ลินมาตรฐาน A

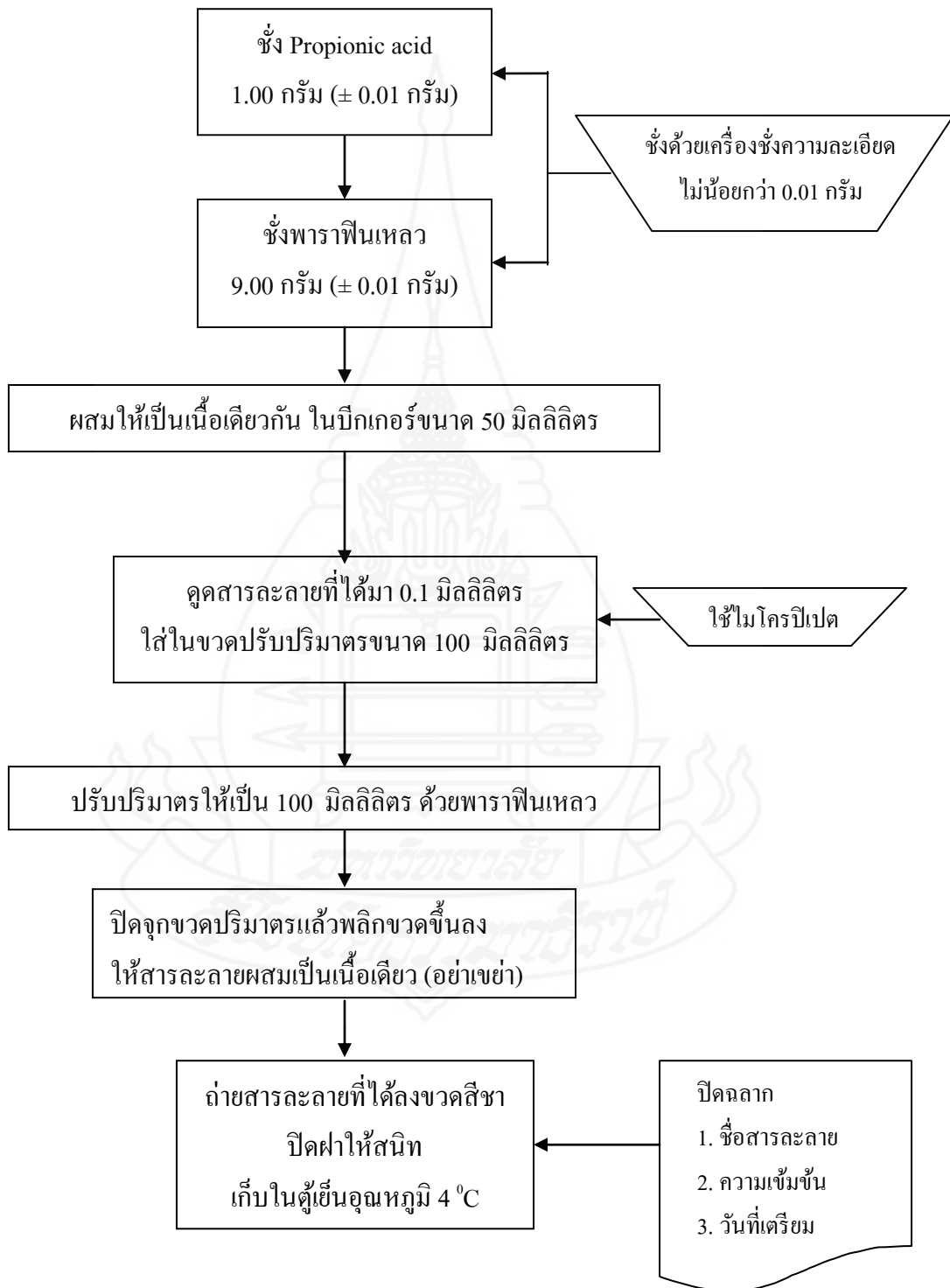
สารละลาย Phenyl-Ethyl Alcohol ความเข้มข้น 10^{-4} โดยน้ำหนัก (w/w) มีขั้นตอนการเตรียมตามรูปที่ ก-1 ดังนี้



รูปที่ ก-1 การเตรียมสารละลายก่ลินมาตรฐาน A

2) กลิ่นมาตรฐาน B

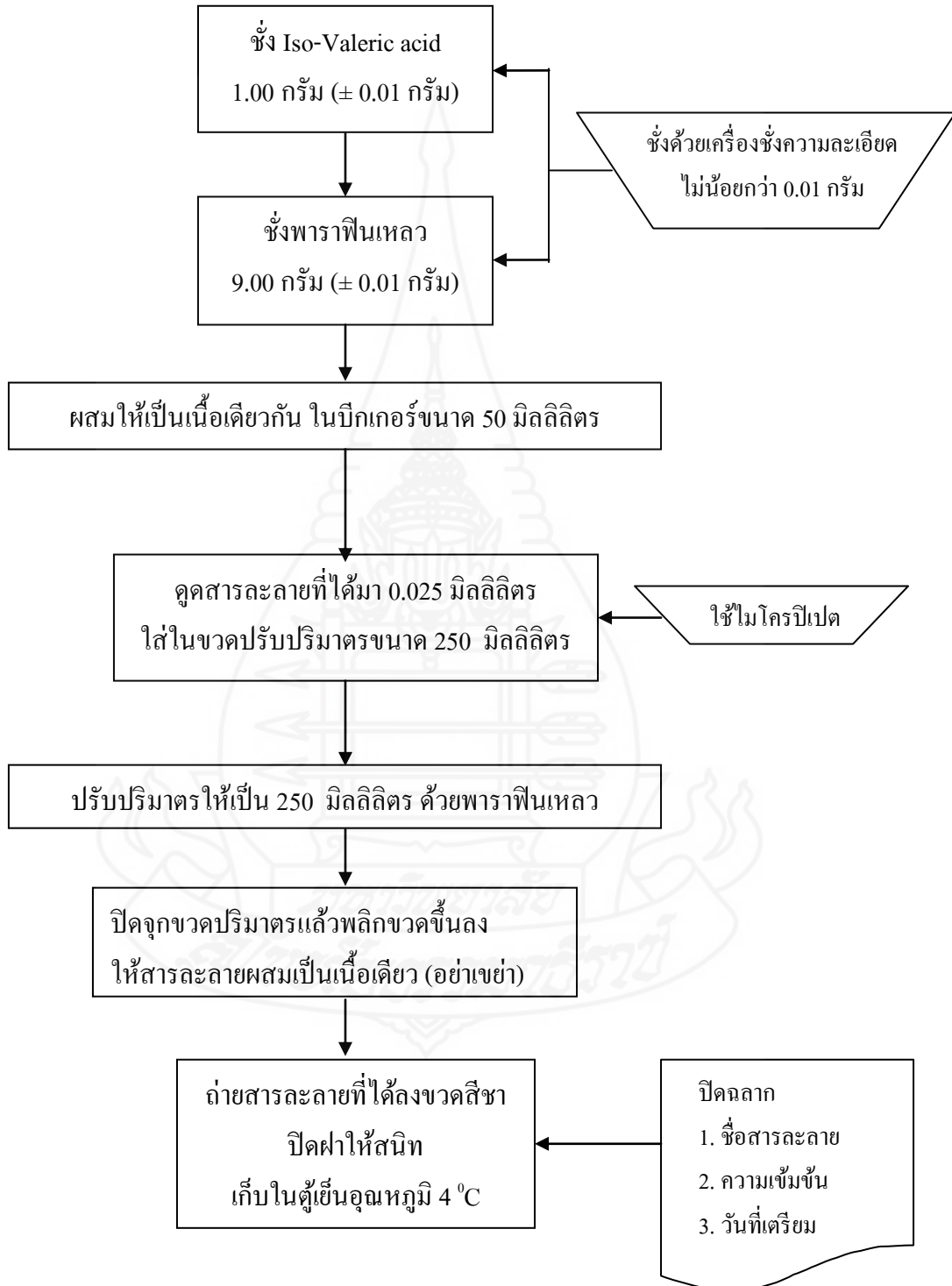
สารละลาย Propionic acid ความเข้มข้น 10^{-4} โดยน้ำหนัก (w/w) มีขั้นตอนการเตรียมตามรูปที่ ก-2 ดังนี้



รูปที่ ก-2 การเตรียมสารละลายกลิ่นมาตรฐาน B

3) กลิ่นมาตรฐาน C

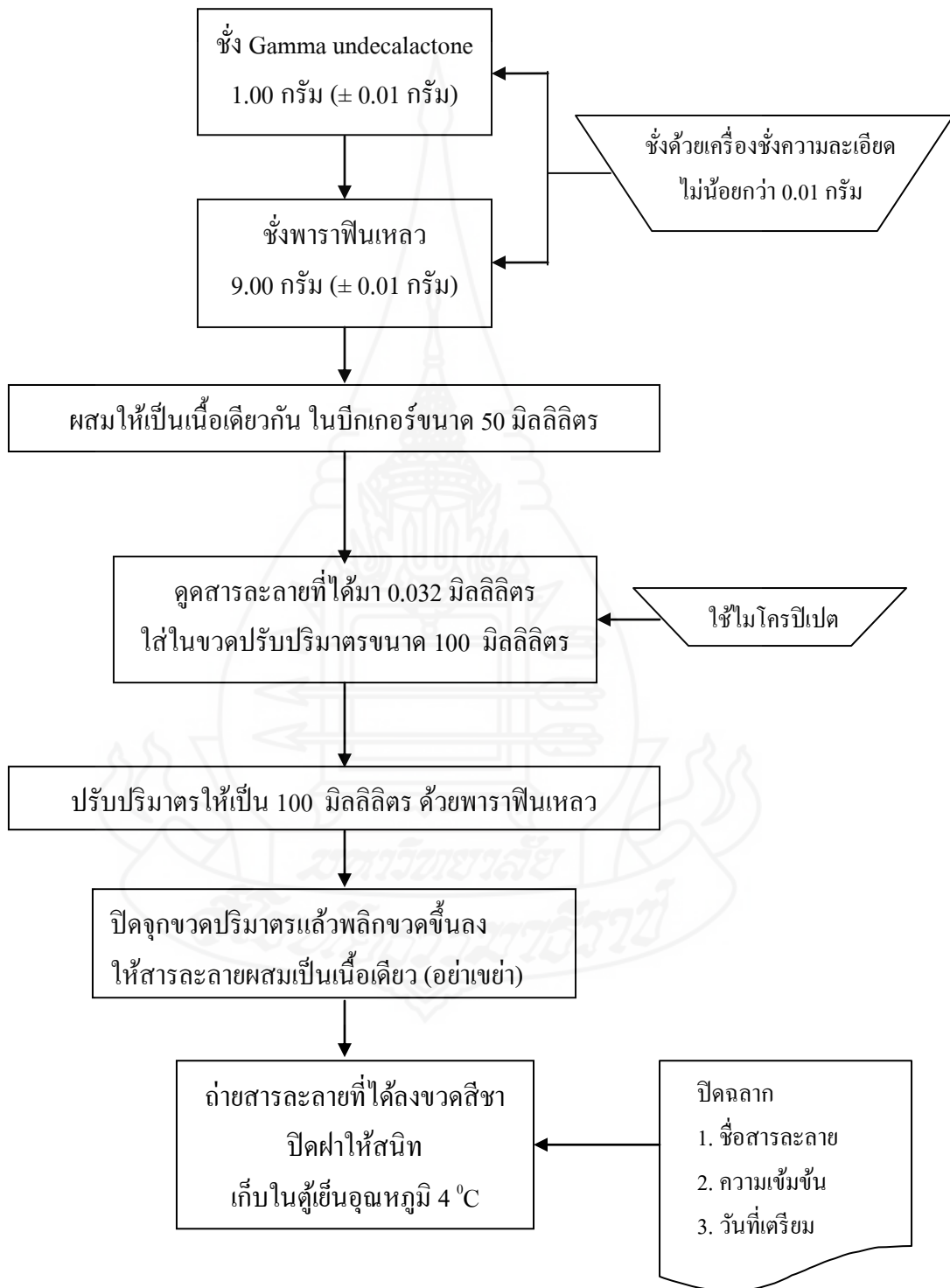
สารละลาย Iso-Valeric acid ความเข้มข้น 10^{-5} โดยน้ำหนัก (w/w) มีขั้นตอนการเตรียมตามรูปที่ ก-3 ดังนี้



รูปที่ ก-3 การเตรียมสารละลายกลิ่นมาตรฐาน C

4) กลิ่นมาตรฐาน D

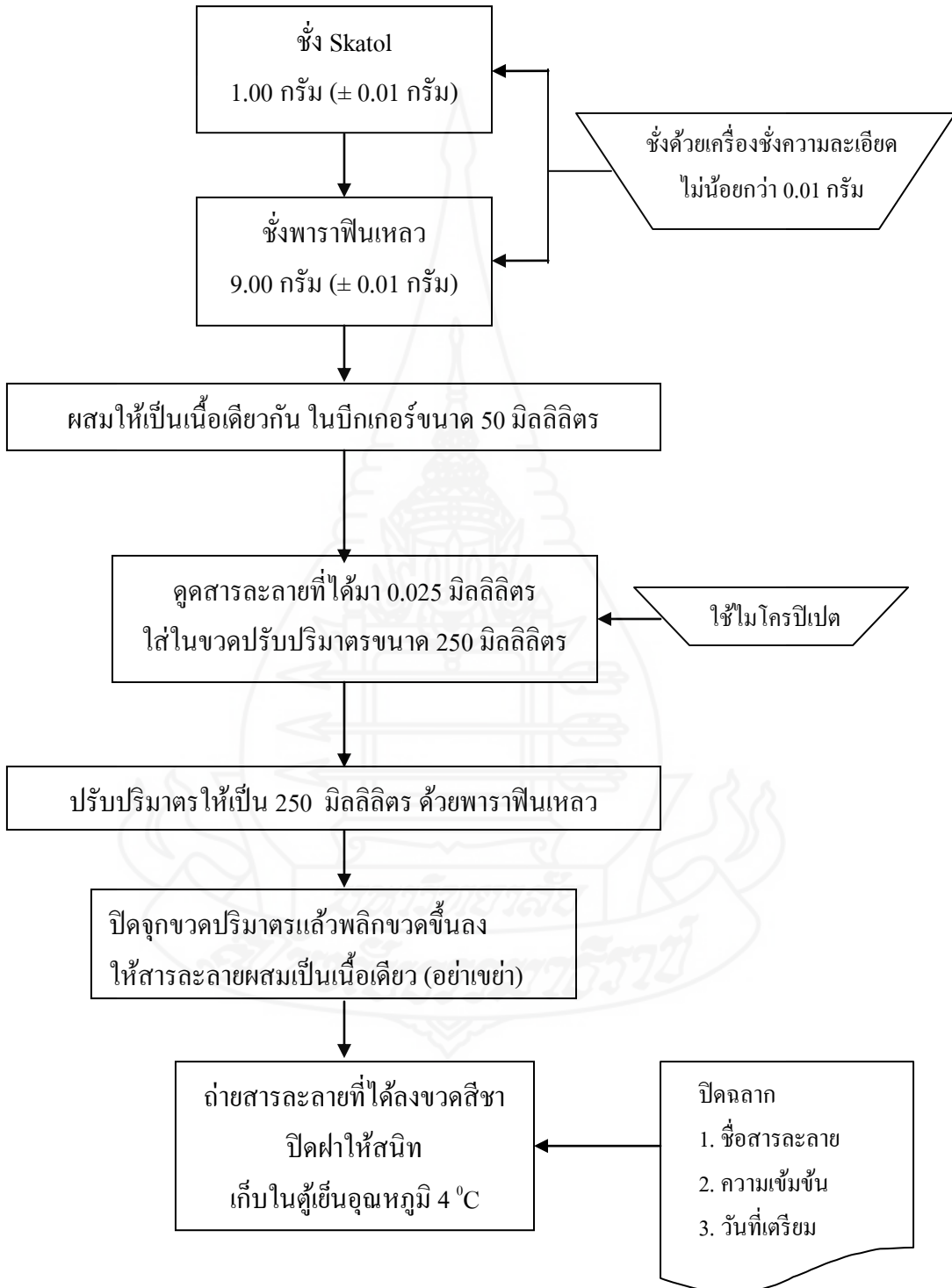
สารละลาย Gamma undecalactone ความเข้มข้น $10^{-4.5}$ โดยน้ำหนัก (w/w) มีขั้นตอนการเตรียมตามรูปที่ ก-4 ดังนี้



รูปที่ ก-4 การเตรียมสารละลายกลิ่นมาตรฐาน D

5) กลิ่นมาตรฐาน E

สารละลาย Skatol ความเข้มข้น 10^{-5} โดยน้ำหนัก (w/w) มีขั้นตอนการเตรียมตามรูปที่ ก-5 ดังนี้



รูปที่ ก-1 การเตรียมสารละลายกลิ่นมาตรฐาน E

แบบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

วันที่.....เดือน.....มีนาคม..... พ.ศ. 2553

ข้าพเจ้า.....อายุ.....ปี อาศัยอยู่บ้านเลขที่.....
ถนน.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....

ได้รับทราบรายละเอียดของโครงการวิจัยเรื่อง การใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและสารเร่ง พด.6 เพื่อลดกลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสีย จากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังจังหวัดกำแพงเพชร ดังต่อไปนี้ คือ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

(1) ศึกษาระดับกลิ่นเหม็นก่อนและหลังการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและสารเร่ง พด.6 จากน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลัง

(2) ศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและสารเร่ง พด.6 ในการลดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียโรงงานแป้งมันสำปะหลัง

(3) ศึกษาลักษณะน้ำเสียที่เป็นค่าความเป็นกรดเป็นด่าง สารแขวนลอย บีโอดี และ ซีโอดีจากการบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและสารเร่ง พด.6 ในระยะเวลาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ 24 ชั่วโมงที่ระดับกลิ่นเหม็นน้อยที่สุด

หากการวิจัยการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดกลิ่นเหม็นจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังดังกล่าว บรรลุวัตถุประสงค์ จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์และแก้ไขปัญหาเหตุรำคาญเรื่องร้องเรียนจากกลิ่นเหม็นได้ ในการทดสอบกลิ่น ใช้อาสาสมัครผู้ทดสอบกลิ่นโดยวิธีการดมจากน้ำเสีย ซึ่งผู้วิจัยได้เตรียมมาตรการในการป้องกันไว้โดยการกำหนดระยะห่างในการดมกลิ่นไม่ให้ใกล้จนเกินไปและอาสาสมัครผู้ทดสอบกลิ่นทุกคนปิดหน้ากากก่อนการดมกลิ่นทุกครั้ง

ข้าพเจ้าจะได้รับค่าตอบแทนจากผู้วิจัย ดังนี้ ค่าตอบแทนคนละ 200 บาท บริการอาหารกลางวันและอาหารเย็น อาหารว่างและเครื่องดื่ม

หากข้าพเจ้ามีข้อสงสัยประการใดหรือเมื่อเกิดผลข้างเคียงจากการวิจัยขึ้น ข้าพเจ้าจะติดต่อกับนางสาวยุพา บุญชิต ได้ที่ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดกำแพงเพชร 172 ถนนเทศบาล ตำบลในเมือง อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร 62000

หากข้าพเจ้าได้รับผลข้างเคียงจากการวิจัยข้าพเจ้าจะได้รับการปฏิบัติ/การชดเชย ดังนี้ คือ ผู้วิจัยจะดูแลให้การรักษาฟรี จนกว่าจะหาย

หากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ข้าพเจ้าทราบอย่างรวดเร็วโดยไม่ปิดบัง

ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะขอการเข้าร่วมโครงการวิจัยโดยมิแจ้งให้ทราบล่วงหน้า โดยการงดเข้าร่วมวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อการใช้บริการหรือการรักษาที่ข้าพเจ้าจะได้รับแต่ประการใด

ข้าพเจ้าได้รับทราบจากผู้วิจัยว่าจะไม่เปิดเผยข้อมูลหรือผลการวิจัยของข้าพเจ้าเป็นรายบุคคลต่อสาธารณชน

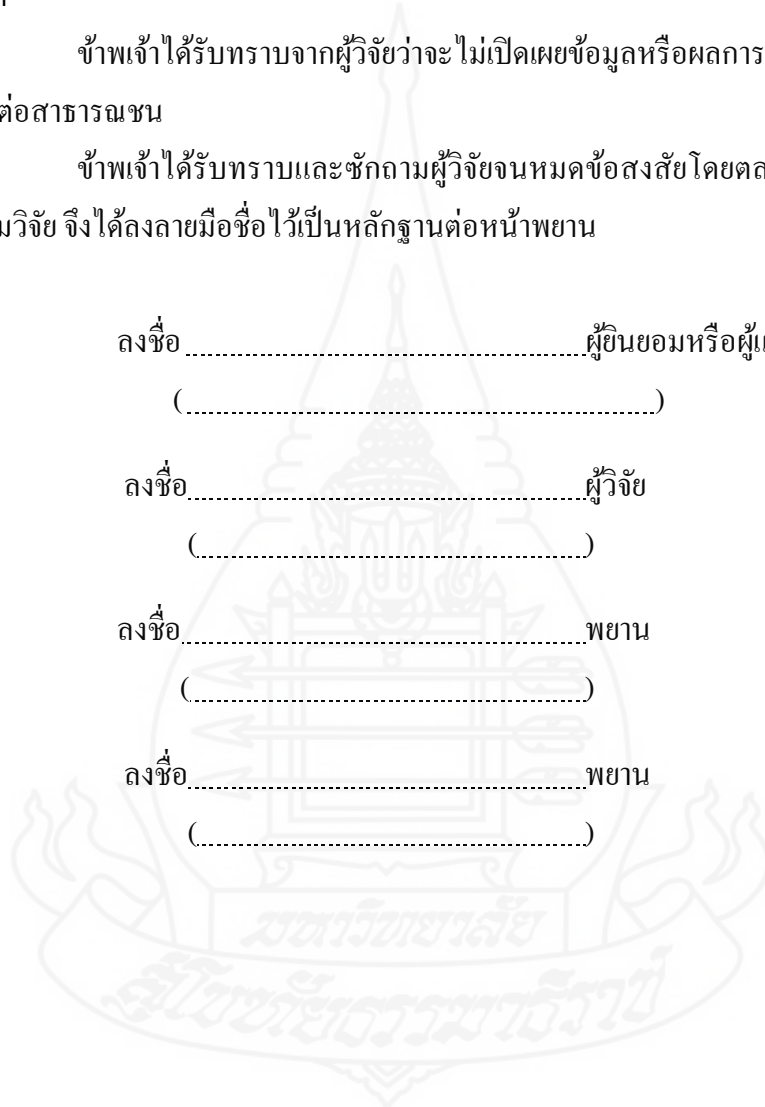
ข้าพเจ้าได้รับทราบและซักถามผู้วิจัยจนหมดข้อสงสัยโดยตลอดแล้วและยินดีในการเข้าร่วมวิจัย จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นหลักฐานต่อหน้าพยาน

ลงชื่อ.....ผู้ยินยอมหรือผู้แทน โดยชอบธรรม
(.....)

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย
(.....)

ลงชื่อ.....พยาน
(.....)

ลงชื่อ.....พยาน
(.....)



แบบบันทึกผลการทดสอบกลิ่นมาตรฐาน

วันที่ทดสอบ.....

เวลา.....

ชื่อ..... เพศ..... อายุ.....

ที่อยู่.....

สถานที่ทดสอบ.....

สารละลายกลิ่น มาตรฐาน	หมายเลขกระดาษที่มีกลิ่น					ผลการตัดสิน	
						ถูก	ผิด
สาร A	1	2	3	4	5		
สาร B	1	2	3	4	5		
สาร C	1	2	3	4	5		
สาร D	1	2	3	4	5		
สาร E	1	2	3	4	5		
สาร F	1	2	3	4	5		
	สรุปผลการทดลอง						

แบบบันทึกผลการทดสอบกลิ่นมาตรฐาน

วันที่ทดสอบ.....

เวลา.....

ชื่อ..... เพศ..... อายุ.....

ที่อยู่.....

สถานที่ทดสอบ.....

สารละลายกลิ่น มาตรฐาน	หมายเลขกระดาษที่มีกลิ่น					ผลการตัดสิน	
						ถูก	ผิด
สาร A	1	2	3	4	5		
สาร B	1	2	3	4	5		
สาร C	1	2	3	4	5		
สาร D	1	2	3	4	5		
สาร E	1	2	3	4	5		
สาร F	1	2	3	4	5		
	สรุปผลการทดลอง						

เฉลย ครั้งที่ 1 กระดาษเฉลยสำหรับกลืนมาตรฐาน A-E

A1	A2	A3	A4	A5
B1	B2	B3	B4	B5
C1	C2	C3	C4	C5
D1	D2	D3	D4	D5
E1	E2	E3	E4	E5

เฉลย ครั้งที่ 2 กระดาษเฉลยสำหรับกลืนมาตรฐาน A-E

A1	A2	A3	A4	A5
B1	B2	B3	B4	B5
C1	C2	C3	C4	C5
D1	D2	D3	D4	D5
E1	E2	E3	E4	E5

เฉลย ครั้งที่ 3 กระดาษเฉลยสำหรับกลืนมาตรฐาน A-E

A1	A2	A3	A4	A5
B1	B2	B3	B4	B5
C1	C2	C3	C4	C5
D1	D2	D3	D4	D5
E1	E2	E3	E4	E5

แบบประเมินผลการตรวจวัดระดับกลิ่นเหม็น

วันที่ เดือน พ.ศ. 2553

การทดลองสูตรที่ ครั้งที่ เวลา 6 ชม. 8 ชม. 12 ชม. 24 ชม.

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องสี่เหลี่ยมหลังจากการทดสอบกลิ่นโดยการดมแล้ว

ถังพลาสติก	ระดับกลิ่น					
	เหม็นที่สุด	เหม็นมาก	เหม็นปานกลาง	เหม็นน้อย	ไม่เหม็น	ไม่ได้กลิ่น
ถังที่ 0						
ถังที่ 1						
ถังที่ 2						
ถังที่ 3						
ถังที่ 4						
ถังที่ 5						

ลงชื่อ ผู้ตรวจวัดกลิ่น

แบบประเมินผลการตรวจวัดระดับกลิ่นเหม็น

วันที่ เดือน พ.ศ. 2553

การทดลองสูตรที่ ครั้งที่ เวลา 6 ชม. 8 ชม. 12 ชม. 24 ชม.

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องสี่เหลี่ยมหลังจากการทดสอบกลิ่นโดยการดมแล้ว

ถังพลาสติก	ระดับกลิ่น					
	เหม็นที่สุด	เหม็นมาก	เหม็นปานกลาง	เหม็นน้อย	ไม่เหม็น	ไม่ได้กลิ่น
ถังที่ 0						
ถังที่ 1						
ถังที่ 2						
ถังที่ 3						
ถังที่ 4						
ถังที่ 5						

ลงชื่อ ผู้ตรวจวัดกลิ่น



ภาคผนวก ข

ภาพกิจกรรม

ภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทำน้ำหมักจุลินทรีย์ EM และพด.6



ภาชนะที่ ข-1 ถังพลาสติก ขนาด 50 ลิตร ใช้หมัก



ภาชนะที่ ข-2 ถังพลาสติก ขนาด 100 ลิตร ใช้หมัก สารเร่ง



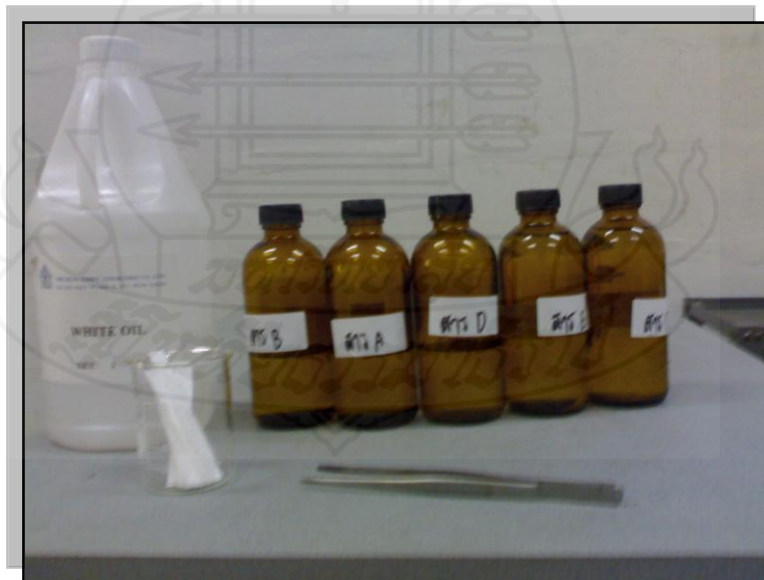
ภาพผนวกที่ ข-3 ถักน้ำตาลใช้หมักจุลินทรีย์ EM และสารเร่ง พด.6



ภาพผนวกที่ ข-4 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับหมัก พด.6



ภาคผนวกที่ ข-5 เตรียมสารละลายกลั่นมาตรฐาน 5 กลั่น



ภาคผนวกที่ ข-6 พาราฟินเหลวและสารละลายกลั่นมาตรฐาน 5



ภาคผนวกที่ ข-7 เก็บตัวอย่างน้ำเสีย



ภาคผนวกที่ ข-8 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเสีย



ภาคผนวกที่ ข-9 อาสาสมัครผู้ทดสอบกลิ่นทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



ภาคผนวกที่ ข-10 น้ำหมักจุลินทรีย์ EMและพด.6 ทั้ง 4 สูตร



ภาคผนวกที่ ข-11 ประชุมชี้แจงอาสาสมัครผู้ทดสอบ



ภาคผนวกที่ ข-12 คัดเลือกอาสาสมัครผู้ทดสอบ



ภาคผนวกที่ ข-13 เตรียมภาชนะเพื่อตรวจวัดระดับ



ภาคผนวกที่ ข-14 อาสาสมัครผู้ทดสอบกลิ่น ทดสอบกลิ่นด้วย



ภาคผนวก ค

มาตรฐานคุณภาพอากาศและน้ำเสีย



กำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบกลิ่นในอากาศจากโรงงาน

พ.ศ. ๒๕๔๘

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๖ และมาตรา ๘ (๕) แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๕ ประกอบกับมาตรา ๓๕ มาตรา ๔๘ และมาตรา ๕๐ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในกฎกระทรวงนี้

“กลิ่น” หมายความว่า สิ่งเจือปนในอากาศที่รู้ได้ด้วยจมูกของคนหรือเครื่องมือ

วิเคราะห์

“ตัวอย่างกลิ่น” หมายความว่า ตัวอย่างอากาศที่มีกลิ่นบริเวณแหล่งกำเนิดกลิ่น ซึ่งได้จากการเก็บตัวอย่างอากาศขณะที่ได้รับกลิ่นตามวิธีการที่กำหนดในข้อ ๔ หรือข้อ ๗ แล้วแต่กรณี

“ค่าความเข้มข้นกลิ่น” (odour concentration) หมายความว่า ค่าแสดงสภาพกลิ่นซึ่งเป็นอัตราส่วนการเจือจางตัวอย่างอากาศที่มีกลิ่นด้วยอากาศบริสุทธิ์จนเกือบจะไม่สามารถรับกลิ่นได้ กลิ่นที่แรงกว่าจะมีค่าความเข้มข้นมากกว่า เพราะต้องเจือจางด้วยอากาศบริสุทธิ์ปริมาณมากกว่า โดยทำการวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม (sensory test) ตามวิธีการที่กำหนดในข้อ ๗

“เขตอุตสาหกรรม” หมายความว่า เขตพื้นที่ที่มีการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เป็นที่ดินประเภทอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยการผังเมือง หรือนิคมอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หรือเขตประกอบการอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

“นอกเขตอุตสาหกรรม” หมายความว่า พื้นที่อื่นนอกเหนือจากพื้นที่เขตอุตสาหกรรม

ข้อ ๒ กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับกับโรงงานตามที่ระบุไว้ในบัญชีท้ายกฎกระทรวงนี้

ข้อ ๓ ห้ามโรงงานระบายอากาศที่มีกลิ่นออกจากโรงงาน เว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างจนอากาศที่ระบายออกนั้นมีค่าความเข้มข้นไม่เกินค่าที่กำหนดในข้อ ๔ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง

ข้อ ๔ ตัวอย่างกลิ่นจากโรงงานต้องมีค่าความเข้มข้นไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ที่ตั้งโรงงาน	ค่าความเข้มข้นที่บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน	ค่าความเข้มข้นที่ปล่อง
เขตอุตสาหกรรม	๓๐	๑,๐๐๐
นอกเขตอุตสาหกรรม	๑๕	๓๐๐

การตรวจวัดค่าความเข้มข้นที่บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน ให้เก็บตัวอย่างกลิ่นที่จุดห่างจากรั้วโรงงานหรือขอบเขตโรงงาน ๑ เมตร ในตำแหน่งได้ทิศทางลมซึ่งพัดผ่านจุดที่เป็นแหล่งกำเนิดกลิ่น สำหรับการตรวจวัดค่าความเข้มข้นที่ปล่องระบายอากาศของโรงงาน ให้เก็บตัวอย่างกลิ่นตามวิธีการที่กำหนดในข้อ ๗

ข้อ ๕ ให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมจัดให้มีการตรวจวัดค่าความเข้มข้นจากโรงงานเมื่อได้รับเรื่องร้องเรียนจากผู้ที่ได้รับผลกระทบจากกลิ่นในอากาศจากโรงงานนั้น หรือกรมโรงงานอุตสาหกรรมสงสัยว่าเป็นโรงงานที่ระบายอากาศที่มีกลิ่นเกินมาตรฐานที่กำหนดในข้อ ๔ เว้นแต่ในกรณีที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเห็นว่าการดำเนินการดังกล่าวสำหรับโรงงานใดอาจจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ทดสอบหรือในกรณีที่ไม่มีผู้ทดสอบ

ข้อ ๖ ให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีอำนาจแต่งตั้งคณะกรรมการทดสอบกลิ่นขึ้นคณะหนึ่งหรือหลายคณะเพื่อดำเนินการตรวจวัดค่าความเข้มข้นในอากาศจากโรงงานตามวิธีการที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงนี้

ให้ผู้ประกอบกิจการโรงงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องอำนวยความสะดวกแก่คณะกรรมการทดสอบกลิ่นในการปฏิบัติหน้าที่ตามวรรคหนึ่ง

ข้อ ๗ การตรวจวัดค่าความเข้มข้นตามข้อ ๔ ให้ใช้วิธีการตามที่ American Society for Testing and Materials (ASTM) หรือ Japanese Industrial Standard (JIS) ได้กำหนดไว้ หรือวิธีการอื่นที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ข้อ ๘ กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งปีนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ให้ไว้ ณ วันที่ ๑๑ เมษายน พ.ศ.๒๕๔๘

นายวัฒนา เมืองสุข

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอน 44 ก วันที่ 3 มิถุนายน 2548

บัญชีท้ายกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบกลิ่นในอากาศจากโรงงาน พ.ศ. ๒๕๕๘

รายการที่	ลำดับที่	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
๑	๑	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการบ่มใบชาหรือใบยาสูบ
๒	๒	<p>โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตผลเกษตรกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การคั้น นึ่ง หรืออบพืชหรือเมล็ดพืช</p> <p>(๒) การกะเทาะเมล็ด หรือเปลือกเมล็ดพืช</p> <p>(๓) การอัดปอหรือใบยาสูบ</p> <p>(๔) การหีบหรืออัดฝ้าย หรือการปั่นหรืออัดนุ่น</p> <p>(๕) การเก็บรักษาหรือลำ เลียงพืช เมล็ดพืช หรือผลิตผลจากพืชในไซโล โกดังหรือคลังสินค้า</p> <p>(๖) การบด ปั่น หรือย่อยส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งมีไซ้เมล็ดพืช หรือหัวพืช</p> <p>(๗) การเผาถ่านจากกะลามะพร้าว หรือการบดถ่านหรือแบ่งบรรจุผงถ่าน ที่เผาได้จากกะลามะพร้าว</p> <p>(๘) การเพาะเชื้อเห็ด กล้วยไม้ หรือถั่วงอก</p> <p>(๙) การร่อน ล้าง คัด หรือแยกขนาดหรือคุณภาพของผลิตผลเกษตรกรรม</p> <p>(๑๐) การถนอมผลิตผลเกษตรกรรมโดยวิธีฉายรังสี</p> <p>(๑๑) การฟักไข่โดยใช้คูบ</p>
๓	๔	<p>โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์ซึ่งมีไข่สัตว์น้ำอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การฆ่าสัตว์</p> <p>(๒) การถนอมเนื้อสัตว์โดยวิธีอบ รนคั่ว นึ่ง ต้มทอด ตากแห้ง หรือทำให้เชือกแข็ง โดยจับปล้นหรือเหือดแห้ง</p> <p>(๓) การทำผลิตภัณฑ์อาหารตำ เจริญรูปจากเนื้อสัตว์ มันสัตว์ หนังสัตว์ หรือสารที่สกัดจากไข่สัตว์หรือกระดูกสัตว์</p> <p>(๔) การสกัดน้ำมันหรือไขมันที่เป็นอาหารจากสัตว์ หรือการทำ น้ำมันหรือไขมันที่เป็นอาหารจากสัตว์ให้บริสุทธิ์</p> <p>(๕) การบรรจุเนื้อสัตว์หรือมันสัตว์ หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากเนื้อสัตว์หรือมันสัตว์ ในภาชนะที่ผนึกและอากาศเข้าไม่ได้</p> <p>(๖) การล้าง ซ้ำ แหะ แคะ คั้น นึ่ง ทอด หรือบด สัตว์หรือส่วนหนึ่งส่วนใดของสัตว์</p> <p>(๗) การทำ ผลิตภัณฑ์จากไข่เพื่อใช้ประกอบเป็นอาหาร เช่น ไข่เค็ม ไข่เยี่ยวม้า ไข่ผง ไข่เหลวเชือกแข็ง หรือไข่เหลวแช่เย็น</p>

รายการที่	ลำดับที่	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
๔	๕	<p>โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำมันอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การทำ นมสดให้ ไร้เชื้อหรือฆ่าเชื้อ โดยวิธีการใดวิธีการหนึ่ง เช่น การพาสเจอร์ไรส์ หรือสเตอริไลส์</p> <p>(๒) การทำ นมสดจากนมผงและไขมัน</p> <p>(๓) การทำ นมข้น นมผง หรือนมระเหย</p> <p>(๔) การทำ ครีมจากน้ำนม</p> <p>(๕) การทำ เนยเหลวหรือเนยแข็ง</p> <p>(๖) การทำ นมเปรี้ยวหรือนมเพาะเชื้อ</p>
๕	๖	<p>โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์น้ำอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การทำ อาหารจากสัตว์น้ำและบรรจุในภาชนะที่ผนึกและอากาศเข้าไม่ได้</p> <p>(๒) การถนอมสัตว์น้ำโดยวิธีอบ ร่มควัน ใส่เกลือ ดอง ตากแห้ง หรือทำให้เยือกแข็ง โดยลั่นปล้นหรือเหือดแห้ง</p> <p>(๓) การทำ ผลิตภัณฑ์อาหารสำ เร็จรูปจากสัตว์น้ำ หนึ่ง หรือไขมันสัตว์น้ำ</p> <p>(๔) การสกัดน้ำมันหรือ ไขมันที่เป็นอาหารจากสัตว์น้ำ หรือการทำ น้ำมันหรือไขมันที่เป็นอาหารจากสัตว์น้ำให้บริสุทธิ์</p> <p>(๕) การล้าง ขำ แหละ แคะ ต้ม นึ่ง ทอด หรือบดสัตว์น้ำ</p>
๖	๗	<p>๗ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำมันจากพืชหรือสัตว์ หรือไขมันจากสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การสกัดน้ำมันจากพืชหรือสัตว์ หรือไขมันจากสัตว์</p> <p>(๒) การอัดหรือปั่นกากพืชหรือสัตว์ที่สกัดน้ำมันออกแล้ว</p> <p>(๓) การทำ น้ำมันจากพืชหรือสัตว์ หรือไขมันจากสัตว์ ให้แข็งโดยการเติมไฮโดรเจน</p> <p>(๔) การทำ น้ำมันจากพืชหรือสัตว์ หรือไขมันจากสัตว์ให้บริสุทธิ์</p> <p>(๕) การทำ เนยเทียม ครีมเทียม หรือน้ำมันผสมสำ สำหรับปรุงอาหาร</p>
๗	๘	<p>โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผัก พืช หรือผลไม้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การทำ อาหารหรือเครื่องดื่่มจากผัก พืชหรือผลไม้ และบรรจุในภาชนะที่ผนึกและอากาศเข้าไม่ได้</p> <p>(๒) การถนอมผัก พืช หรือผลไม้โดยวิธีกวน ตากแห้ง ดอง หรือทำให้เยือกแข็งโดยลั่นปล้นหรือเหือดแห้ง</p>

รายการที่	ลำดับที่	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
๘	๘	<p>โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเมล็ดพืชหรือหัวพืชอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การสี ฟัด หรือขัดข้าว</p> <p>(๒) การทำ แป้ง</p> <p>(๓) การป่นหรือบดเมล็ดพืชหรือหัวพืช</p> <p>(๔) การผลิตอาหารสำเร็จรูปจากเมล็ดพืชหรือหัวพืช</p> <p>(๕) การผสมแป้งหรือเมล็ดพืช</p> <p>(๖) การปกอกหัวพืช หรือทำ หัวพืชให้เป็นเส้น แวน หรือแท่ง</p>
๘	๑๐	<p>โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารจากแป้งอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การทำ ขนมปังหรือขนมเค้ก</p> <p>(๒) การทำ ขนมปังกรอบหรือขนมอบแห้ง</p> <p>(๓) การทำ ผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งเป็นเส้น เม็ด หรือชิ้น</p>
๑๐	๑๑	<p>โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำตาลซึ่งทำ จากอ้อย บีช หล้าหวาน หรือพืชอื่นที่ให้ความหวานอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การทำ น้ำเชื่อม</p> <p>(๒) การทำ น้ำตาลทรายแดง</p> <p>(๓) การทำ น้ำตาลทรายดิบหรือน้ำตาลทรายขาว</p> <p>(๔) การทำ น้ำตาลทรายดิบหรือน้ำตาลทรายขาวให้บริสุทธิ์</p> <p>(๕) การทำ น้ำตาลก้อนหรือน้ำตาลผง</p> <p>(๖) การทำ กลูโคส เดกซ์โทรส ฟรักโทส หรือผลิตภัณฑ์อื่นที่คล้ายคลึงกัน</p> <p>(๗) การทำ น้ำตาลจากน้ำหวานของต้นมะพร้าว ต้นตาล โตนด หรือพืชอื่น ๆ ซึ่งมิใช่อ้อย</p>
๑๑	๑๒	<p>โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับชา กาแฟ โกโก้ ช็อกโกแลต หรือขนมหวานอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การทำ ใบชาแห้งหรือใบชาผง</p> <p>(๒) การคั่ว บด หรือป่นกาแฟ หรือการทำ กาแฟผง</p> <p>(๓) การทำ โกโก้ผงหรือขนมจากโกโก้</p> <p>(๔) การทำ ช็อกโกแลต ช็อกโกแลตผง หรือขนมจากช็อกโกแลต</p> <p>(๕) การทำ เค้กสวตช์ ผิงผิง หรือเครื่องคั้นชนิดผงจากพืชอื่น ๆ</p> <p>(๖) การทำ มะขามอัดเม็ด มะนาวอัดเม็ด หรือผลไม้อัดเม็ด</p>

รายการที่	ลำดับที่	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
๑๒	๑๓	<p>(๗) การเชื่อมหรือเชื่อมผลไม้หรือเปลือกผลไม้ หรือการเคลือบผลไม้หรือเปลือกผลไม้ด้วยน้ำตาล</p> <p>(๘) การอบหรือคั่วถั่วหรือเมล็ดผลไม้ (Nuts) หรือการเคลือบถั่วหรือเมล็ดผลไม้ (Nuts) ด้วยน้ำตาล กาแฟ โกโก้ หรือ ช็อกโกแลต</p> <p>(๙) การทำ หมากฝรั่ง</p> <p>(๑๐) การทำ ลูกกวาดหรือทอฟฟี่</p> <p>(๑๑) การทำ ไอศกรีม</p> <p>โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุงหรือเครื่องประกอบอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การทำ ผงฟู</p> <p>(๒) การทำ เครื่องปรุงกลิ่น รส หรือสีของอาหาร</p> <p>(๓) การทำ แป้งเชื้อ</p> <p>(๔) การทำ น้ำส้มสายชู</p> <p>(๕) การทำ มัสตาร์ด</p> <p>(๖) การทำ น้ำมันสลัด</p> <p>(๗) การบดหรือป่นเครื่องเทศ</p> <p>(๘) การทำ พริกป่น พริกไทยป่น หรือเครื่องแกง</p>
๑๓	๑๕	<p>โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้</p> <p>(๑) การทำ อาหารผสมหรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์</p> <p>(๒) การป่นหรือบดพืช เมล็ดพืช กากพืช เนื้อสัตว์ กระดูกสัตว์ ขนสัตว์ หรือเปลือกหอยสำหรับทำ หรือผสมเป็นอาหารสัตว์</p>
๑๔	๑๖	โรงงานคั้น กลั่น หรือผสมสุรา
๑๕	๑๗	โรงงานผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ซึ่งมิใช่เอทิลแอลกอฮอล์ที่ผลิตจากกากซัลไฟต์ในการทำเอือกระดาษ
๑๖	๑๘	โรงงานทำ หรือผสมสุราจากผลไม้ หรือสุราชนิดอื่น ๆ แต่ไม่รวมถึงโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับมอลต์หรือเบียร์ในลำดับที่ ๑๕

รายการที่	ลำดับที่	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
๑๗	๑๕	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับมอลต์หรือเบียร์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ดังต่อไปนี้ (๑) การทำ ปั่น หรืออบมอลต์ (๒) การทำ เบียร์
๑๘	๒๐	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการทำ เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์หรือน้ำอัดลม
๑๕	๒๑	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับยาสูบ ยาอัด ยาเส้น ยาเคี้ยว หรือยานัตถ์อย่างใดอย่าง หนึ่งหรือ หลายอย่าง ดังต่อไปนี้ (๑) การอบใบยาสูบให้แห้ง หรือการรูดก้านใบยาสูบ (๒) การทำบุหรี่ยิกาเรต บุหรี่ยิการ์ หรือบุหรี่ยื่น (๓) การทำ ยาอัด ยาเส้น ยาเส้นปรุง หรือยาเคี้ยว (๔) การทำยาหัตถ์(๘) การทำ พริกป่น พริกไทยป่น หรือเครื่องแกง
๒๐	๒๕	โรงงานหมัก ชำ แหะ อบ ปั่นหรือบด ฟอก ขัดและแต่ง แต่งสำเร็จ อัดให้เป็นลายนูน หรือเคลือบสีหนังสือตัว
๒๑	๓๐	โรงงานสาง ฟอก ฟอกสี ย้อมสี ขัดหรือแต่งขนสัตว์
๒๒	๔๓	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการทำ เก็บรักษา หรือแบ่งบรรจุปุ๋ย ยกเว้นปุ๋ยเคมี
๒๓	๕๒	โรงงานห้องเย็น

หมายเหตุ

ลำดับที่ หมายถึง ลำดับที่ของโรงงานจำพวกที่ ๑ โรงงานจำพวกที่ ๒ หรือโรงงานจำพวกที่ ๓
แล้วแต่กรณีตามที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. ๒๕๓๕) ออกตามความใน
พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.๒๕๓๕

มาตรฐานคุณภาพน้ำ

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้ เรื่งกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภท โรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ดังนี้

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
ค่า pH	5.5 - 9.0	PH meter
ค่า TDS (Total dissolved solids)	-ไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัม/ลิตร หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของ โรงงานอุตสาหกรรม ที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร -น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (salinity) เกิน 2,000 มิลลิกรัม/ลิตร หรือลงสู่ทะเลค่า TDS ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่า TDS ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
สารแขวนลอย (Suspended solids)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/ลิตร หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภท ของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงาน อุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มิลลิกรัม/ลิตร	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass fiber filter disc)
อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C	เครื่องวัดอุณหภูมิวัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
สีหรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่ได้กำหนด
Sulfide (H ₂ S)	ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร	Titrate
Cyanide (HCN)	ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร	กลั่นและตามด้วย วิธี Pyridine Barbituric acid
น้ำมันและไขมัน (Fat and oil)	ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงาน อุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม/ลิตร	สกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
Formadehyde	ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร	Spectrophotometry
Phenols	ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร	กลั่นและตามด้วยวิธี Amino antipyrine
Free chloride	ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร	Iodimetric method
สารที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด	Gas chromatography
ค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand)	ไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงาน อุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 60 มิลลิกรัม/ลิตร	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน
ค่า TKN (Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มิลลิกรัม/ลิตร หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม/ลิตร	Kjedahl
ค่า COD (Chemical Oxygen Demand)	ไม่เกิน 120 มก./ล. หรือแตกต่างกันแล้วแต่ประเภท ของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภท ของโรงงาน อุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 400 มิลลิกรัม/ลิตร	Potassium Dichromate Digestion
โลหะหนัก	ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร	Atomic absorption spectrophotometry ชนิด Direct Aspiration หรือวิธี Plasma emission spectroscopy ชนิด Inductively coupled plasma : ICP
Hexavalent Chromium	ไม่เกิน 0.25 มิลลิกรัม/ลิตร	
Trivalent Chromium	ไม่เกิน 0.75 มิลลิกรัม/ลิตร	
ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร	
แคดเมียม (Cd)	ไม่เกิน 0.03 มิลลิกรัม/ลิตร	

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
แบเรียม (Ba)	ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร	
ตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร	
นิกเกิล (Ni)	ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร	
แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร	Atomic absorption spectrophotometry ชนิด Hydride generation หรือวิธี Plasma emission spectroscopy ชนิด Inductively coupled plasma : ICP
อาร์เซนิก (As)	ไม่เกิน 0.25 มิลลิกรัม/ลิตร	Atomic absorption spectrophotometry
เซลีนียม (Se)	ไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร	ชนิด Hydride generation หรือวิธี Plasma emission spectroscopy ชนิด Inductively coupled plasma : ICP
ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัม/ลิตร	Atomic absorption cold vapour techque

แหล่งที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) ลงวันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภท โรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กาญจนา ชวนไชยสิทธิ์ (2549) “โครงการลดมลภาวะในโรงพยาบาลด้วยเทคนิคจุลินทรีย์ประสิทธิภาพ” โรงพยาบาลชัยภูมิ
- กรมควบคุมมลพิษ (2547) *ฐานความรู้การจัดการกลิ่น (ซีดีรอม)* กรุงเทพมหานคร
- กรมควบคุมมลพิษ (2550) *คู่มือสืบหาแหล่งที่มาของการระดมมลพิษ* กรุงเทพมหานคร
- กรมควบคุมมลพิษ *คู่มือการตรวจวัดกลิ่นจากฟาร์มสุกร* กรุงเทพมหานคร
- กรมควบคุมมลพิษ (2545) *น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- กรมพัฒนาที่ดิน (2548) *สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ พด. 6 สำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์ จากเศษอาหารเหลือทิ้งและบำบัดน้ำเสีย* กรุงเทพมหานคร
- กรมพัฒนาที่ดิน (ปีที่พิมพ์...?) *ต้นแบบการจัดการขยะ เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ลดภาวะโลกร้อน* กรุงเทพมหานคร
- กรมพัฒนาที่ดิน (2550) *มหัศจรรย์ผลิตภัณฑ์สารเร่งพด. กรมพัฒนาที่ดิน จัดการองค์ความรู้ฟื้นฟูปุ๋ยชีวภาพ ผู้วิเศษธุรกิจพอเพียง* กรุงเทพมหานคร
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2540) *คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมเป้่งมัน เป้่งดักแปรและเป้่งมันแปรรูป* โรงพิมพ์สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548) *หลักการปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขา* กรุงเทพมหานคร
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2548) *คู่มือการจัดการน้ำเสียชุมชน พิมพ์ครั้งที่ 3* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (ปีที่พิมพ์...?) *คู่มือการทำปุ๋ยจากขยะย่อยสลายได้* กรุงเทพมหานคร ยูเนียนอุตสาหกรรมไวโอเร็ด
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2548) *คู่มือกฎหมายสิ่งแวดล้อมสำหรับประชาชนมลพิษทางน้ำ พิมพ์ครั้งที่ 2* กรุงเทพมหานคร ส่วนผลิตสื่อและเผยแพร่ กองส่งเสริมและเผยแพร่
- เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ (2552) (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 5 มั่นสำปะหลัง) *ค้นวันที่ 4 ธันวาคม 2552 จาก <http://guru.sanook.com/encyclopedia/มั่นสำปะหลัง/>*
- นิภาภัทร น้อยเทียม (2550) “การวิเคราะห์ผลตอบแทนโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตเป้่งมันสำปะหลัง” *ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง*

- ประนอม ชำนาญ (2543) “ปริมาณ ลักษณะ การเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์น้ำเสีย”
 ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการจัดการคุณภาพน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม* หน้าที่ 4
 หน้า 217-226 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช บัณฑิตศึกษา
 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
- ผศ.ดร.ปจรรย์ ทองสนิท *มลพิษอากาศเสี่ยงกลิ่นและมาตรการในการป้องกันมลพิษ*
การฝึกอบรมสัมมนาโครงการป้องกันผลกระทบด้านมลพิษของสถานประกอบการ
 วันที่ 23 เมษายน 2552 สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดกำแพงเพชร
- พงศ์พิชญ์ บุญดา (2547) *การใช้จุลินทรีย์อีเอ็มในถังเติมอากาศของระบบแเอเอส เพื่อการบำบัดน้ำ*
เสียจากโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอก วิทยานิพนธ์ปริญญา สาธารณสุขศาสตร์
 มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- รองศาสตราจารย์ ดร.นพภาพร พานิช (2544) *กลิ่นจากอุตสาหกรรม ใน ประมวลสาระชุด*
วิชาการจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรม หน้าที่ 10
 หน้า 281-316 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช บัณฑิตศึกษา
 สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
- วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่ โรงพยาบาลสันป่าตอง (2548) *การใช้จุลินทรีย์ EM*
บำบัดน้ำเสียและรักษาสภาพแวดล้อมในโรงพยาบาลสันป่าตอง อำเภอสันป่าตอง
 จังหวัดเชียงใหม่
- วุฒิชัย จันทรมบัติ *การผลิตและการใช้ประโยชน์น้ำหมักชีวภาพจากสารเร่งซูเปอร์ พด.2 และ*
พด.6 การฝึกอบรมหลักสูตร1: การผลิตและใช้น้ำหมักชีวภาพ จากสารบำบัดน้ำเสีย
และขจัดกลิ่นเหม็น โดยใช้สารเร่ง พด. ของกรมพัฒนาที่ดินปีงบประมาณ 2552 รุ่นที่ 3
 วันที่ 18 มีนาคม 2552 สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวง
 เกษตรและสหกรณ์
- ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติควาเซ (2545) *การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ อีเอ็ม*
เพื่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อมวันนี้ พิมพ์ครั้งที่ 14 กรุงเทพมหานคร
 บริษัท ก.พล (1996) จำกัด
- อุดมศักดิ์ บุญอร่ามพงษ์ (2547) *การใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดปัญหากลิ่นเหม็นจากมูล*
ไก่ วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวยุพา บุญซิด
วัน เดือน ปีเกิด	24 มกราคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอขามเฒ่าลักษ์บุรี จังหวัดกำแพงเพชร
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร พ.ศ. 2547
สถานที่ทำงาน	สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดกำแพงเพชร ตำบลในเมือง อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร
ตำแหน่ง	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม

