



ส ก ส ว
T S R I

การบริหารจัดการน้ำกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง
ด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์

Water Management of zero wastewater system for
the Golden Banana washing process

ชีโนรส ละอองวรรณ
ดร.พีรพงศ์ หนูช่วย
ดร.นรนนท์ ขำมณี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย
จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทว.)
(เมษายน ปี 2565)

การบริหารจัดการน้ำกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง
ด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์

Water Management of zero wastewater system for
the Golden Banana washing process

ชินอรส ละอองวรรณ

ดร.พีรพงศ์ หนูช่วย

ดร.นรนนท์ ขำมณี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย

จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

(เมษายน ปี 2565)

บทสรุปผู้บริหาร

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพและมีแนวโน้มความต้องการอย่างสม่ำเสมอในญี่ปุ่นจึงเป็นโอกาสสำหรับกล้วยของไทยในการขยายการส่งออกไปยังญี่ปุ่นมากยิ่งขึ้น ที่ผ่านมากล้วยหอมทองของไทยมีการปลูกและส่งออกไปญี่ปุ่นจากหลายจังหวัด เช่น เพชรบุรี ชุมพร ตาก อุตรดิตถ์ สุราษฎร์ธานี ฯลฯ ซึ่งปลูกโดยกลุ่มเกษตรกรหรือวิสาหกิจชุมชน ส่วนผู้นำเข้าฝ่ายญี่ปุ่นส่วนใหญ่เป็นสหกรณ์การเกษตรซึ่งนำไปจำหน่ายในร้านค้าของสหกรณ์แต่ในช่วงหนึ่งปีที่ผ่านมาเริ่มมีการนำเข้ามาวางจำหน่ายใน Chain Supermarket ชื่นนำ เช่น Baptisia ด้วย ในการส่งออกไปตลาดญี่ปุ่นเกษตรกรผู้ผลิตจะต้องให้ความสำคัญกับคุณภาพและความปลอดภัยเป็นสำคัญโดยเฉพาะสินค้าที่เป็นอาหารความผิดพลาดแม้แต่ครั้งเดียวอาจนำไปสู่การชะลอหรือหยุดการสั่งซื้อได้ ดังนั้น กล้วยที่จะส่งออกไปญี่ปุ่นจะต้องเป็นกล้วยที่ปลอดสารพิษซึ่งควรใช้วิธีปลูกที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีหรือยาฆ่าแมลง ในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง การบรรจุลงกล่องรอส่งออกไปยังลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศนั้น ขั้นตอนการชะล้างทำความสะอาดมีความต้องการใช้น้ำในปริมาณมาก เพื่อทำความสะอาดให้สิ่งแปลกปลอมที่ติดมากับกล้วยหอมทองออกไป เช่น เศษดิน เศษฝุ่นละออง เศษใบไม้ แมลง เป็นต้น ในขั้นตอนดังกล่าวผู้ผลิตจะคัดเลือกเฉพาะผลของกล้วยที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้เท่านั้น พบว่าหลังจากการคัดเลือกและตัดเฉพาะส่วนที่ต้องการไว้ จะมีผลกล้วยตกเกณฑ์จำนวนหนึ่ง เศษวัสดุเหลือทิ้ง และน้ำทิ้งจากกระบวนการอาจทำให้น้ำมีปนเปื้อนสารหรือมีสิ่งสกปรกปะปนอยู่ในน้ำ ส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อการบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์ เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง และเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อน-หลังกระบวนการชะล้าง และน้ำหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ดำเนินการวิจัยโดย 1) ศึกษาขั้นตอนการชะล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทอง ณ โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมส่งออก 2) ตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเข้า น้ำในกระบวนการชะล้าง และน้ำผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย และ 3) ออกแบบและสร้างชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียด้วยการกรอง 4) พัฒนาชุดกรองใยกล้วยสำหรับกรองสิ่งปนเปื้อนในน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง มีผลการดำเนินการดังนี้

1. โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก ทำงานสัปดาห์ละครั้ง ครั้งละ 1-2 วัน คือ วันจันทร์และหรือวันอังคาร (ขึ้นอยู่กับปริมาณของกล้วยในแต่ละสัปดาห์) กระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง ประกอบด้วย ภาชนะสแตนเลสสำหรับบรรจุน้ำ จำนวน 3 อ่าง/แถว จำนวน 2 แถว อ่างใบที่ 1(ตัดแต่ง) อ่างใบที่ 2 และ 3 (ล้างทำความสะอาด) บรรจุน้ำสำหรับชะล้างเศษวัสดุ ยางกล้วย ขยะปะปนอยู่ในน้ำ เศษฝุ่น เศษวัชพืช และอื่น ๆ ให้หลุดออกจากผลกล้วยหอม ในแต่ละครั้งสามารถคำนวณปริมาณการใช้น้ำจากปริมาตรของภาชนะบรรจุน้ำ ปริมาณการใช้น้ำไม่น้อยกว่า 5,000 ลิตร/ครั้ง/สัปดาห์ น้ำเสียหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการชะล้างจะถูกปล่อยลงสู่ท่อบ่อน้ำภายในบริเวณโรงงาน สำหรับแนวทางการบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์ ขอนำเสนอวิธีการ 2 แนวทาง คือ 1) การออกแบบให้น้ำน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียและนำกลับเข้าไปใช้ในกระบวนการชะล้างขณะปฏิบัติงาน 2) นำน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียและเก็บ

สะสมไว้สำหรับน้ำไปใช้งานอื่น เช่น ล้างทำความสะอาดภาชนะหรืออุปกรณ์หลังเลิกปฏิบัติงาน ล้างพื้นโรงงาน รดน้ำต้นไม้ เป็นต้น จากการศึกษาเฉพาะกรณีบำบัดน้ำเสียจากอ่างใบที่ 1 (ตัดแต่ง) สามารถลดปริมาณน้ำใช้ได้ ประมาณ 1,000 ลิตร/ครั้ง/สัปดาห์

2. จากข้อมูลการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเข้า น้ำในกระบวนการชะล้าง และน้ำผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย สามารถออกแบบและพัฒนาชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยวิธีการกรองและพัฒนาชุดกรองใยกล้วยสำหรับกรองสิ่งปนเปื้อนในน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง มีรายละเอียด ดังนี้ ระบบบำบัดน้ำเสียออกแบบน้ำไหลครั้งละ 100 ลิตร โดยถังมีขนาดบรรจุ 200 ลิตร มีจำนวน 4 ถัง ภายในถังกรองประกอบด้วย ทรายหยาบ ทรายละเอียด และถ่าน น้ำที่ผ่านการกรองจะไหลไปยังถังเก็บน้ำที่บำบัดแล้ว แต่ละรอบของการบำบัดน้ำเสีย บำบัดน้ำเสียได้ครั้งละปริมาณ 100 ลิตร ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

3. เปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อน-หลังกระบวนการชะล้าง และน้ำหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย การศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง และเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อน-หลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำทิ้งที่ทำการศึกษา ได้แก่ สีของน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ปริมาณตะกอนหนัก และค่าการนำไฟฟ้า ผลการทดลอง พบว่า น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง เป็นลักษณะใสสีน้ำตาลอ่อน ค่าพีเอช มีค่า 7.63 มีตะกอนขนาดใหญ่และเล็กแขวนลอยอยู่ในน้ำและตกตะกอน ปริมาณตะกอนหนัก 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าการนำไฟฟ้า 899.33 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ถึงบำบัดใบที่ 1 ชุดกรองใยกล้วย ถึงบำบัดใบที่ 2 ชุดกรองคุณสมบัติทางกายภาพ ประกอบด้วย กรวดขนาดเล็ก ทรายหยาบ และทรายละเอียด ถึงบำบัดใบที่ 3 ชุดกรองคุณสมบัติทางเคมี ประกอบด้วย ถ่านกัมมันต์ (ถ่านกะลามะพร้าว) ผลการบำบัด พบว่า น้ำมีลักษณะใส ค่าพีเอช เท่ากับ 7.10 ไม่พบปริมาณตะกอนหนัก และค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 325 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร กรณีต้องการลดค่าการนำไฟฟ้า จำเป็นต้องพิจารณาค่าพีเอชควบคู่ไปด้วย ค่าพีเอชต้องไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานกำหนด

สรุปได้ว่า ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองสามารถบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองได้ดี โดยน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วสามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการชะล้างได้ทันทีและไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตหลัก

บทคัดย่อ

หัวข้อวิจัย การบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัด
 ผู้ดำเนินการวิจัย นางสาวชินอรส ละอองวรรณ
 ดร.พีรพงศ์ หนูช่วย
 ดร.นรนนท์ ขำมณี
 หน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
 ปีงบประมาณ 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองสำหรับการบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์ โดยการศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองและเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อน-หลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำทิ้งที่ทำการศึกษา ได้แก่ สีของน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ปริมาณตะกอนหนัก และค่าการนำไฟฟ้า ผลการทดลอง พบว่า น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง เป็นลักษณะใสสีน้ำตาลอ่อน ค่าพีเอช มีค่า 7.63 มีตะกอนขนาดใหญ่และเล็กแขวนลอยอยู่ในน้ำและตกตะกอน ปริมาณตะกอนหนัก 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าการนำไฟฟ้า 899.33 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ถึงบำบัดไปที่ 1 ชุดกรองใยกล้วย ถึงบำบัดไปที่ 2 ชุดกรองคุณสมบัติทางกายภาพ ประกอบด้วย กรวดขนาดเล็กทรายหยาบ และทรายละเอียด ถึงบำบัดไปที่ 3 ชุดกรองคุณสมบัติทางเคมี ประกอบด้วย ถ่านกัมมันต์(ถ่านกะลามะพร้าว) ผลการบำบัด พบว่า น้ำมีลักษณะสีใส ค่าพีเอช เท่ากับ 7.10 ไม่พบปริมาณตะกอนหนัก และค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 325 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร กรณีต้องการลดค่าการนำไฟฟ้า จำเป็นต้องพิจารณาค่าพีเอชควบคู่ไปด้วย ค่าพีเอชต้องไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานกำหนด สรุปได้ว่าชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองสามารถบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองได้ดี โดยน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วสามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการชะล้างได้ทันทีและไม่ส่งกระทบต่อกระบวนการผลิตหลัก

คำสำคัญ : การบำบัดน้ำเสีย, ชุดกรองใยกล้วย, ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย, การบริหารจัดการน้ำ

Abstract

Research Title Water Management of zero wastewater system for the Golden Banana washing process

Researcher Miss Chinoros Lanogwan
Dr. Peerapong Nuchuay
Dr. Naranun Khammanee

Organization Faculty of Science and Technology Surat Thani Rajabhat University

Academic Year 2021

The objective of this research is to develop the zero wastewater treatment system for the Golden Banana washing process by monitoring the wastewater characteristics of the Golden Banana washing process. The wastewater characteristics are color, pH, settle solid, electrical conductivity. The result of study showed that prior to treatment system, lightly brown of color, 7.6 of the average pH value, 20 mL per liter of settle solid, and 899.33 micro cement per centimeter of electrical conductivity were analyzed. The three steps of zero wastewater treatment system were comprised of banana fiber filtration, physical properties treatment (small gravel, coarse sand, and fine sand), and chemical properties treatment (activated carbon of coconut shell). The characteristics of wastewater after passing the zero treatment system were the good efficiency with 7.10 of pH, settle solid, 325 micro cement per centimeter. In case of decreasing electrical conductivity would be considered pH value, which should not below the standard criteria. The zero treatment system could be treated the Golden Banana washing process well. In addition, the wastewater after passing the zero treatment system were recycled in the washing process that would not affected the production process.

Keywords: treatment, banana fiber filtration, zero wastewater treatment system, water management

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยความร่วมมือของคณะผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารและสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำสวน ตำบลทุ่งควาต์ อำเภอละมั่ง จังหวัดชุมพร บุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ที่อำนวยความสะดวก ให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะที่เป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการทำงานวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ที่ทุกท่านเสียสละเวลาให้ข้อมูลที่มีคุณค่าต่องานวิจัย สุดท้ายคณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะนำผลงานวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

นางสาวชิโนรส ละอองวรรณ
ดร.พีรพงศ์ หนูช่วย
ดร.นรนนท์ ขำมณี
เมษายน 2565

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร

บทคัดย่อภาษาไทย

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

หน้า

ก

ข

ค

ง

ฉ

ช

ณ

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

1

วัตถุประสงค์

3

กรอบแนวคิด

4

ขอบเขตการวิจัย

5

นิยามศัพท์

5

ประโยชน์ที่จะได้รับ

7

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

น้ำบาดาล

8

โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก

13

น้ำเสียและการบำบัดน้ำเสีย

18

การใช้เส้นใยธรรมชาติ

27

ชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย

30

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

32

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	
	สำรวจและรวบรวมข้อมูล	37
	วิเคราะห์คุณภาพน้ำ	39
	ออกแบบและโครงสร้างชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย	46
	ชุดกรองจากใยกล้วย	49
บทที่ 4	ผลการวิจัย	
	การบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์	53
	วิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนเข้ากระบวนการชะล้างกล้วยหอม	57
	ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง	61
	ชุดกรองสำหรับดักจับเศษวัสดุจากเส้นใยกล้วย	63
	เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	66
บทที่ 5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
	สรุปผลการวิจัย	68
	อภิปรายผล	68
	ข้อเสนอแนะ	70
	เอกสารอ้างอิง/บรรณานุกรม	71
	ภาคผนวก	73
	ภาคผนวก ก เอกสารเกี่ยวข้องกับงานวิจัย	77
	ภาคผนวก ข ร่างบทความวิจัย	85
	ภาคผนวก ค รายงานการใช้จ่ายงบประมาณ	97
	ภาคผนวก ง หนังสือรับรองการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	99
	ภาคผนวก จ เอกสารการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ถ้ามี)	101
	ภาคผนวก ฉ ประวัติคณะผู้วิจัย	103

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค กรมทรัพยากรน้ำบาดาล	11
2	มาตรฐานเกณฑ์การคัดเลือกกล้วยหอมทอง	15
3	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเข้า(น้ำบาดาล)เปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำบาดาลทางเคมี	57
4	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเข้า(น้ำบาดาล)เปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำบาดาลทางชีววิทยา	58
5	ผลการทดสอบลักษณะของน้ำเสีย(น้ำตัดแต่ง) ด้วยวิธีทางเคมี	59
6	ผลการทดสอบลักษณะของน้ำเสีย(น้ำตัดแต่ง) ด้วยวิธีทางชีววิทยา	60
7	ผลการทดสอบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทางเคมีจากการเก็บน้ำเสีย(น้ำตัดแต่ง)จากกระบวนการชะล้าง	66
8	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย	67

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	บ่อพักน้ำทิ้งของโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก กลุ่มเกษตรกรทำสอน ตำบลทุ่งคาวิทย์ อำเภอละแม จังหวัดชุมพร	2
2	น้ำทิ้งจากโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทอง	3
3	กรอบแนวคิดการวิจัย	4
4	โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก	13
5	ขั้นตอนการคัดเลือก คัดแยก ทำความสะอาด และบรรจุหีบห่อ กล้วยหอมทองส่งออก	14
6	อ่างชะล้างทำจากสแตนเลสเป็นการชะบรรจุน้ำ จำนวน 2 ช่องทาง ช่องทางละ 3 ใบ	39
7	ขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งระบบ	40
8	ลักษณะของสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำ เช่น ฝุ่นผงที่มีน้ำหนักขนาดเล็ก คราบไขมัน ตะกอนจากยางกล้วย เศษดิน เศษใบไม้ เศษเกสรกล้วย เศษอื่น ๆ เป็นต้น	41
9	ลักษณะของสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำ เช่น เศษดิน เศษใบไม้ เศษเกสรกล้วย เศษอื่น ๆ	42
10	ปริมาณของสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำ เช่น เศษดิน เศษใบไม้ เศษเกสรกล้วย เศษอื่น ๆ	42
11	วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองส่งออก เช่น แกนเครือกล้วย	42
12	ช่องทางการระบายน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง เมื่อน้ำล้น บ่อเศษวัสดุต่าง ๆ จะสะสมบนพื้นด้านล่าง และจะไหลรวมกันที่ตะแกรง ลงสู่จุดรวมน้ำ จุดที่ 1 ด้านนอกโรงงาน	43

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	บ่อเก็บพื้กน้ำเสียบริเวณด้านหลังโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทอง	44
15	วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ(น้ำบาดาล) ก่อนเข้าสู่กระบวนการชะล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทอง	45
16	การเก็บตัวอย่างน้ำระหว่างกระบวนการชะล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทอง	45
17	การเก็บรักษาคุณภาพน้ำเสียตัวอย่าง	46
18	แสดงชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง	47
19	ลำต้นของต้นกล้วยตัดให้ได้ขนาด ประมาณ 15-20 เซนติเมตร	49
20	ขั้นตอนการใช้ช้อนขูดเยื่อออกจากผิวกาบกล้วย	50
21	อุปกรณ์แยกเส้นใยกล้วย	50
22	แช่เส้นใยกล้วยในน้ำส้มสายชู ประมาณ 10-15 นาทีจากนั้นนำมาล้างทำความสะอาด	51
23	ผึ่งเส้นใยกล้วยให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปตากในที่ร่ม หรือตากแดด	51
24	ลักษณะเส้นใยกล้วยผ่านการอบแห้งเรียบร้อยแล้ว	52
25	โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์หลังคาพาลาโบล	52
26	กระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองส่งออก	55
27	คราบไขมัน ยางกล้วย เกสรกล้วย เศษดิน เศษวัสดุทางการเกษตร	56
28	ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง	56
29	แบบร่างชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง	62
30	เส้นใยกล้วยอบแห้ง	63
31	เส้นใยกล้วยอบแห้งหลังผ่านการบำบัดน้ำเสีย	64
32	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (SAM) ของเส้นใยกล้วยหลังผ่านการบำบัดเสีย	65

บทที่ 1

บทนำ

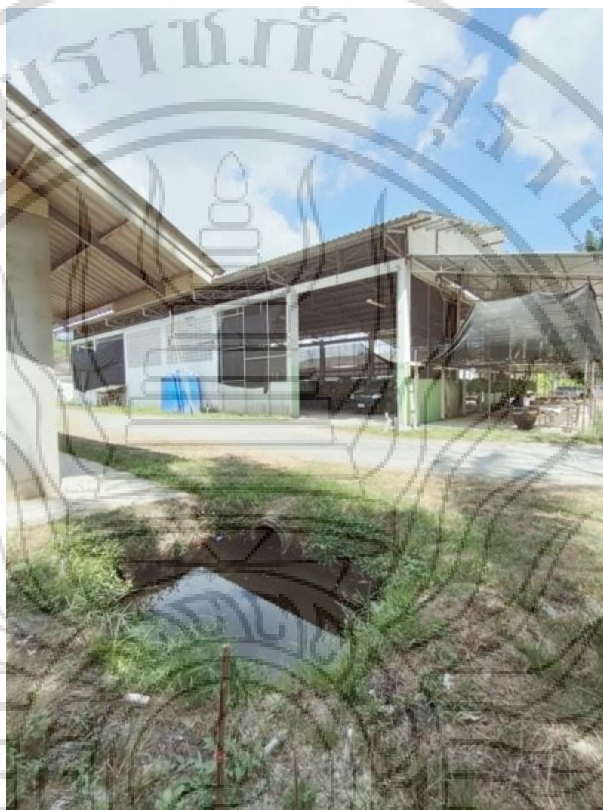
ความเป็นมาและความสำคัญ

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพและมีแนวโน้มความต้องการอย่างสม่ำเสมอในญี่ปุ่นจึงเป็นโอกาสสำหรับกล้วยของไทยในการขยายการส่งออกไปยังญี่ปุ่นมากยิ่งขึ้น ที่ผ่านมากล้วยหอมทองของไทยมีการปลูกและส่งออกไปญี่ปุ่นจากหลายจังหวัด เช่น เพชรบุรี ชุมพร ตาก อุดรธานี สุราษฎร์ธานี ฯลฯ ซึ่งปลูกโดยกลุ่มเกษตรกรหรือวิสาหกิจชุมชน ส่วนผู้นำเข้าฝ่ายญี่ปุ่นส่วนใหญ่เป็นสหกรณ์การเกษตรซึ่งนำไปจำหน่ายในร้านค้าของสหกรณ์แต่ในช่วงหนึ่งปีที่ผ่านมาเริ่มมีการนำเข้ามาวางจำหน่ายใน Chain Supermarket ขึ้นมา เช่น Baptisia ด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณการผลิตกล้วยหอมทองของไทยยังไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้นำเข้าญี่ปุ่นและโดยที่ฝ่ายผู้นำเข้าญี่ปุ่นต้องการอุปทาน(Supply) ที่มั่นคงสม่ำเสมอ ดังนั้น ผู้ผลิตกล้วยของไทยจำเป็นต้องขยายปริมาณการผลิตโดยอาศัยการรวมกลุ่มกันของเกษตรกรผู้เพาะปลูกเพื่อให้ได้จำนวนมากเพียงพอและมีผลผลิตส่งได้อย่างสม่ำเสมอ นอกจากนั้นในการส่งออกไปตลาดญี่ปุ่นเกษตรกรผู้ผลิตจะต้องให้ความสำคัญกับคุณภาพและความปลอดภัยเป็นสำคัญโดยเฉพาะสินค้าที่เป็นอาหารความผิดพลาดแม้แต่ครั้งเดียวอาจนำไปสู่การชะลอหรือหยุดการสั่งซื้อได้ ดังนั้น กล้วยที่จะส่งออกไปญี่ปุ่นจะต้องเป็นกล้วยที่ปลอดสารพิษซึ่งควรใช้วิธีปลูกที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีหรือยาฆ่าแมลง

กระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง การบรรจุลงกล่องส่งออกไปยังลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศนั้น ขั้นตอนการชะล้างทำความสะอาดมีความต้องการใช้น้ำในปริมาณมาก เพื่อทำความสะอาดให้สิ่งแปลกปลอมที่ติดมากับกล้วยหอมทองออกไป เช่น เศษดิน เศษฝุ่นละออง เศษใบไม้แมลง เป็นต้น ในขั้นตอนดังกล่าวผู้ผลิตจะคัดเลือกเฉพาะผลของกล้วยที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้เท่านั้น พบว่าหลังจากการคัดเลือก และตัดเอาเฉพาะส่วนที่ต้องการ จะมีผลกล้วยตกเกณฑ์จำนวนหนึ่งและเศษวัสดุเหลือทิ้ง และทำให้เกิดน้ำที่มีสาร และสิ่งเจือปน ปนเปื้อนก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนการชะล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทอง ณ โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมส่งออก ประกอบด้วย อ่างสแตนเลส จำนวน 3 ใบ วางเรียงต่อกัน จำนวน 2 ชุด คนงานเปิดน้ำเข้า (น้ำบาดาล) ใส่อ่างทั้ง 3 ใบ ปลอ่ยให้น้ำไหลเข้าจนเต็มและปลอ่ยให้ล้นออกจากขอบอ่างอย่างช้า ๆ ขณะเดียวกันทำการคัดเลือกผลกล้วยโดยการตัดแกนกลางออก เลือกกล้วยที่ผ่านเกณฑ์แหล่งในอ่างใบที่ 1 (ตัดแต่ง) ขณะทำการคัดเลือกกล้วย จะมีเศษวัสดุ ขยะ ปะปนอยู่ในน้ำ วัสดุที่มีน้ำหนักเบา เช่น ยางกล้วย เศษฝุ่น เศษขี้พืช จะลอยอยู่บนผิวหน้าและไหลล้นออกมาจากปากอ่างชะล้างใบที่ 1 เศษวัสดุที่มีน้ำหนักมากกว่า เช่น เศษดิน เศษวัสดุเหลือทิ้งขนาดใหญ่จะจมลงภายในอ่างชะล้างใบที่ 1 เมื่อคัดเลือกผลกล้วยหอมได้ตามขนาดที่ต้องการแล้ว จะทำความสะอาดผิวเบื้องต้น ก่อนส่งต่อไปใบอ่างชะล้างใบที่ 2 ล้างทำความสะอาดอีกครั้ง ก่อนส่งต่อไปยังอ่างชะล้างใบที่ 3 ทำความสะอาดอีกครั้ง ก่อนนำขึ้นสายพานลำเลียง เป่าลมให้แห้ง ติดสติ๊กเกอร์ และบรรจุลงกล่อง ก่อนส่งออกจำหน่าย ในกระบวนการชะล้างกล้วยหอม คำนวณปริมาณการใช้น้ำในแต่ละครั้งจำนวนไม่น้อยกว่า

5000 ลิตร/ครั้ง/สัปดาห์ น้ำเสียในกระบวนการและหลังเสร็จสิ้นกระบวนการชะล้างจะถูกปล่อยลงสู่ท่อป้อนน้ำภายในบริเวณใกล้เคียงของโรงงาน



ภาพที่ 1 บ่อพักน้ำทิ้งของโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมส่งออก กลุ่มเกษตรกรทำสวน ตำบลทุ่งควาวัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร

คณะผู้วิจัย และกลุ่มผู้ผลิตกล้วยหอมทอง ได้เล็งเห็นความสำคัญของการบริหารจัดการน้ำในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง และการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง เพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการชะล้างในครั้งต่อไป และนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ แล้วแต่ความเหมาะสมของคุณภาพน้ำ

วิธีการบำบัดน้ำเสียมีหลายวิธีทั้งวิธีการทางกายภาพ ทางชีวภาพ และทางเคมี สำหรับเทคนิคที่นำมาใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียครั้งนี้ ได้มุ่งเน้นการกรองทางกายภาพโดยนำวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกล้วยหอมทองส่งออกมาเป็นเครื่องมือหลักในการดูดซับสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย โดยทำการดัดแปลงวัสดุกรองตะกอนจากเส้นใยธรรมชาตินำมาใช้เป็นตัวกรองในขั้นตอนแรก เพื่อทำการแยกวัสดุที่มีขนาดใหญ่และสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าออกจากน้ำปนเปื้อน และวิธีการทางเคมีเพื่อทำให้อนุภาคของสิ่งปนเปื้อนขนาดเล็กตกตะกอน ซึ่งนอกจากเป็นการแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำเสียแล้วยังช่วยลดปริมาณการใช้ทรัพยากรน้ำ เพราะสามารถนำน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วนำกลับมาใช้ซ้ำใหม่ในกระบวนการได้ตลอดเวลาในการปฏิบัติงาน ลดจำนวนวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร และยังเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้

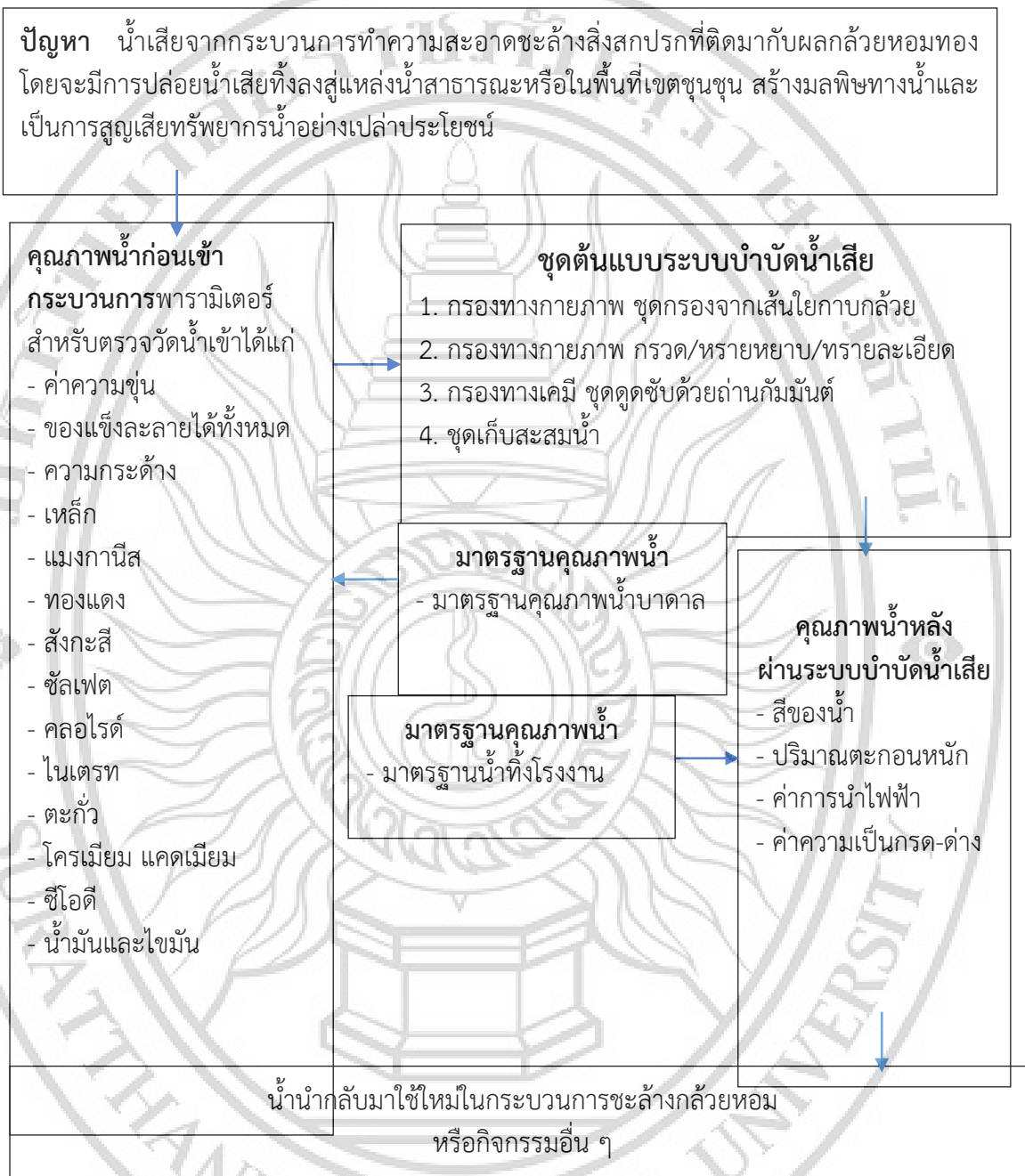


ภาพที่ 2 น้ำทิ้งจากโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทอง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์
2. เพื่อพัฒนาชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง
3. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อน-หลังกระบวนการชะล้าง และน้ำหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

โครงการวิจัยการบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์ มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ออกแบบระบบบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์

2. ออกแบบและสร้างชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยระบบแบบกรองตะกอน สามารถบำบัดน้ำเสีย จำนวน 1 ชุด ปริมาณไม่น้อยกว่า 100 ลิตร/ชั่วโมง โดยดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก กลุ่มเกษตรกรทำสวน ตำบลทุ่งคาวัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร

ตัวแปรต้น ชนิด และปริมาณของวัสดุกรอง

ตัวแปรควบคุม ความเร็วการไหลเวียนของน้ำ จำนวนถังกรอง

ตัวแปรตาม สีของน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณตะกอนหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่าง

3. ทดสอบคุณภาพน้ำ

- วิเคราะห์ แคลผล และเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อน-หลังผ่านกระบวนการชะล้าง
- วิเคราะห์ แคลผล คุณภาพน้ำหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

นิยามศัพท์

1. น้ำเข้า หมายถึง น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรน้ำหลักในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง ณ โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทอง กลุ่มเกษตรกรทำสวน ตำบลทุ่งคาวัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร

2. น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ใช้ในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง ณ โรงงานแพ็คกิ้งกล้วยหอมทอง เพื่อทำความสะอาดสิ่งสกปรก/ขยะ ที่ติดอยู่กับผลของกล้วยหอมทอง เช่น เศษฝุ่น เศษดิน เศษใบไม้ เศษใบกล้วย เกสรกล้วย หรือเศษวัสดุทางการเกษตรอื่น ๆ เจือปนทำให้น้ำมีลักษณะสกปรก มีกลิ่น สี ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์อีกต่อไป ถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติจะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสื่อมโทรมได้

3. น้ำนำกลับมาใช้ใหม่ หมายถึง น้ำหลังผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย โดยสามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมซ้ำหรือนำไปใช้ในกิจกรรมอื่นๆ ได้

4. ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย หมายถึง ระบบบำบัดน้ำเสียของกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง ประกอบด้วย 2 ระบบ จำนวน 4 ชุด ได้แก่

ชุดที่ 1 ถึงบำบัดใบที่ 1 กรองทางกายภาพ สำหรับแยกสิ่งสกปรกหรือตะกอนขนาดใหญ่ที่ไม่ละลายออกจากน้ำ โดยให้น้ำไหลผ่านชุดกรองจากเส้นใยกากกล้วย ขนาดใหญ่และขนาดกลาง

ชุดที่ 2 ถึงบำบัดใบที่ 2 กรองทางกายภาพ ประกอบด้วย กรวด หยาบหยาบ หยาบละเอียด สำหรับกรองตะกอนขนาดเล็ก

ชุดที่ 3 ถึงบำบัดใบที่ 3 กรองทางเคมี ใช้วิธีการดูดซับด้วยถ่าน ลดความสกปรกของน้ำเสียด้วยถ่านกัมมันต์(กะลามะพร้าว) สำหรับดูดซับเอาสารเคมี(สารอินทรีย์และสารอินทรีย์) ที่ปนเปื้อนในน้ำ

ชุดที่ 4 ถึงเก็บน้ำใบที่ 4 สำหรับเก็บสะสมน้ำที่ผ่านชุดบำบัดแล้ว รอการนำกลับไปใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง หรือนำไปใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ได้

5. ชุดกรองจากเส้นใยกล้วย หมายถึง การนำกากกล้วยจากลำต้นกล้วยมาตัดให้ได้ความยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร แล้วชุดเยือกกล้วยออกให้เหลือแต่เปลือกแข็งด้านนอก แยกเป็นเส้นแช่น้ำส้มสายชูเป็นเวลา 10 นาที ล้างน้ำสะอาด แรกในที่ร่มให้แห้ง ตัดใยกล้วยให้มีขนาดความยาวประมาณ 3-4 เซนติเมตร บรรจุใส่ถุงตาข่าย

6. โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทอง หมายถึง สถานที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองลงกล่องบรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออก

7. ค่าการนำไฟฟ้า หมายถึง การวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไอออนที่มีอยู่ในน้ำ และอุณหภูมิที่ทำการวัด ถ้าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นก็แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำมีมาก หรือถ้าค่าการนำไฟฟ้าต่ำ ก็แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำมีน้อย โดยปกติน้ำบริสุทธิ์จะมีค่านำกระแสไฟฟ้าต่ำหรือมีค่าใกล้เคียงศูนย์

8. ความเป็นกรดและด่าง หมายถึง ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย จะบอกปริมาณความเข้มข้นของไอออนของไฮโดรเจนหรือกล่าวได้ว่า ความเป็นกรดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน น้ำทิ้งหลังจากผ่านระบบบำบัดก่อนปล่อยทิ้ง จะต้องมีพีเอชอยู่ใน ช่วง 5-9 ถ้ามีค่าเท่ากับ 7 หรือเรียกกันว่า pH balance แสดงว่าสารนั้นเป็นกลางไม่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่าง ถ้ามีค่าน้อยกว่า 7 แสดงว่าเป็นกรดและถ้ามากกว่า 7 แสดงว่าเป็นด่าง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลคุณภาพของน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง
2. เป็นแนวทางในการลดต้นทุนการใช้ทรัพยากรน้ำเพื่อการล้างกล้วยหอมทอง
3. เป็นแนวทางสามารถนำน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดกลับมาใช้ใหม่
4. เป็นแนวทางลดปริมาณการปล่อยน้ำเสียออกจากโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ
5. เป็นแนวทางในการบำบัดน้ำเสียให้กับกลุ่มเกษตรกร

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์รวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมกับบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชลประทานให้เหมาะสม โดยแบ่งส่วนประกอบของเนื้อหา มีรายละเอียดดังนี้

1. น้ำบาดาล
2. โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก
3. น้ำเสียและการบำบัดน้ำเสีย
4. เส้นใยธรรมชาติ
5. ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำบาดาล

น้ำบาดาลเป็นน้ำที่สะอาด ปราศจากกลิ่น สารแขวนลอย สารอินทรีย์ และเชื้อโรคต่าง ๆ แต่ขณะที่น้ำไหลผ่านตามชั้นดิน/ชั้นหิน อาจจะละลายเอาแร่ธาตุเข้ามาปะปน ทำให้คุณภาพของน้ำบาดาลเปลี่ยนไป ดังนั้นคุณภาพของน้ำจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ เนื่องจากคุณลักษณะทางเคมี และคุณลักษณะทางกายภาพของน้ำบาดาลเป็นสิ่งที่บ่งบอกได้ว่า น้ำนั้นมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใด หรือควรนำไปปรับปรุงคุณภาพน้ำด้านใด ก่อนนำไปใช้ประโยชน์ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562) น้ำบาดาล แม้จะกักเก็บอยู่ใต้พื้นดินและได้ชื่อว่าเป็นทรัพยากรที่มองไม่เห็นแต่ในความเป็นจริงน้ำบาดาลกลับสร้างประโยชน์ได้อย่างมหาศาลและผูกพันอยู่กับการดำเนินชีวิตของมนุษย์เสมอมา มีการนำน้ำบาดาลมาใช้ในทุกรูปแบบทั้งเพื่อการอุปโภค บริโภค การเกษตร อุตสาหกรรม เป็นต้น ใช้เป็นแหล่งน้ำสำรองในยามขาดแคลนได้ตลอดเวลาไม่ขึ้นกับฤดูกาล

น้ำบาดาล (Groundwater)

น้ำบาดาลเกิดมาจากน้ำฝน หิมะ หมอก และน้ำค้างที่ตกลงสู่บนพื้นผิวโลก แล้วไหลซึมลงไปตามช่องว่าง ผ่านส่วนสัมผัสอากาศ (Unsaturated zone) ไปยังที่ต่ำกว่า หรือมีแรงดันน้อยกว่า แล้วสะสมตัวรวมกันจนกลายเป็นส่วนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated zone) กำหนดให้น้ำใต้ดินที่อยู่ลึกจากผิวดินเกินกว่า 15 เมตรเป็น “น้ำบาดาล” แหล่งน้ำบาดาลแต่ละแหล่งมักจะมีคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีที่คงที่ ส่วนใหญ่จะมีค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) มากกว่า 300 ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562)

คุณลักษณะของน้ำบาดาล

คุณลักษณะของน้ำบาดาล แบ่งออกได้เป็น 4 สถานะ (กองวิเคราะห่น้ำบาดาล, 2564)

- 1) คุณลักษณะทางกายภาพ เป็นลักษณะทั่ว ๆ ไปที่สามารถสังเกตได้ มองด้วยตาเปล่า ตมกลิ่น ชิมรส สัมผัสน้ำ แต่บางลักษณะต้องใช้เครื่องมือในการตรวจวัด เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และการนำไฟฟ้า น้ำบาดาลที่ดีต้องไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและรส มีความขุ่นต่ำ ปราศจากสารแขวนลอย

- ความขุ่น (Turbidity) 1 NTU = 1 มิลลิกรัม ของความขุ่นในน้ำ 1 ลิตร ความขุ่นของน้ำจึงขึ้นอยู่กับขนาดและปริมาณของสารแขวนลอย ความขุ่นของน้ำเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สังเกตเห็นได้ง่ายที่สุด ค่าความขุ่นจึงมีความสำคัญต่อทัศนคติในการเลือกอุปโภค บริโภคของผู้ใช้น้ำ

- สี (color) สีของน้ำตามธรรมชาติเกิดจากการสลายตัวของสารอินทรีย์วัตถุ จึงมีสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีชาเป็นสารพวกแทนนิน กรดฮิวมิก นอกจากนี้สีอาจเกิดจากการปนเปื้อนจากอุตสาหกรรมที่มีสี สีของน้ำจะมี 2 ชนิดด้วยกันคือ สีปรากฏ (apparent color) และสีจริง (true color)

- ความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำธรรมชาติส่วนใหญ่จะมีค่า pH ค่อนข้างเป็นกลางอยู่ในช่วง 6.5 – 8.5 ยกเว้นน้ำที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ อาจมี pH ต่ำกว่า 5 ส่วนน้ำกระด้างที่มีคาร์บอเนตละลายอยู่อาจมี pH สูงกว่า 9 pH มีผลต่อปฏิกิริยาทางเคมีและความสมดุลทางเคมีต่าง ๆ ในน้ำ

- รสและกลิ่น (taste and odor) รสและกลิ่นเกิดจากสารอินทรีย์วัตถุเป็นส่วนใหญ่ อาจเกิดจากสารอินทรีย์วัตถุบางตัว และกลิ่นในน้ำอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ

2) คุณลักษณะทางเคมี เป็นคุณลักษณะของแร่ธาตุหรือสารประกอบทางเคมีต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ ต้องใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเคมี คุณลักษณะทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ แคลเซียม ซัลเฟต แมกนีเซียม คลอไรด์ โซเดียม คาร์บอเนต ฟลูออไรด์ แมงกานีส ไนเตรต ทองแดง สังกะสี ความกระด้าง เป็นต้น คุณลักษณะทางเคมีที่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำบาดาล

- เหล็ก(Fe) และแมงกานีส(Mn) เป็นธาตุที่พบทั่วไปในดินและหินในธรรมชาติ น้ำที่มีเหล็กและแมงกานีสอยู่จะไม่มีผลเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากนักแต่เป็นสาเหตุของความน่ารังเกียจที่จะดื่มน้ำนั้น เพราะเหล็กเป็นแหล่งอาหารให้กับแบคทีเรียที่เรียกว่า Iron bacteria เช่น ทำให้น้ำมีรสขม ทำให้น้ำมีสีแดง น้ำตาลหรือดำหากใช้ซักล้างทำให้เกิดรอยด่างบนเสื้อผ้า มีคราบบนสุขภัณฑ์และเครื่องใช้ต่าง ๆ

- คลอไรด์ (Cl) คลอไรด์หากอยู่ในรูปของสารประกอบโซเดียม ส่งผลต่อรสชาติของน้ำเนื่องจากน้ำที่มีปริมาณคลอไรด์ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีรสกร่อย หรือค่อนข้างเค็ม ถ้าเป็นสารประกอบของแคลเซียม และแมกนีเซียม ทำให้เกิดความกระด้าง คลอไรด์ในน้ำไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายมากนัก นอกจากทำให้น้ำมีรสไม่ชวนดื่ม และทำให้เกิดการกัดกร่อนในระบบท่อน้ำ

- ซัลเฟต(SO₄) น้ำบาดาลทั่วไปมีปริมาณซัลเฟตน้อยและน้อยกว่าปริมาณคลอไรด์ ถ้ามีในปริมาณมากจะทำให้มีรสขม และมีคุณสมบัติเป็นยาระบายอย่างอ่อน ในทางอุตสาหกรรมซัลเฟตมีความสำคัญเนื่องจากเป็นตัวที่ทำให้เกิดตะกอนในหม้อน้ำ

- ฟลูออไรด์ (F) เป็นธาตุจำเป็นสำหรับการสร้างกระดูกและฟัน ดังนั้นหากได้รับฟลูออไรด์น้อยเกินไปอาจทำให้ฟันเปราะหรือหักง่าย แต่ถ้าฟลูออไรด์มากกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำให้ฟันเกิดเป็นคราบหรือเป็นจุดดำ หรือโรคฟันตกกระ(Mottled teeth) ในเด็ก ส่วนในผู้ใหญ่จะทำให้เป็นโรคฟลูออไรด์เป็นพิษเรื้อรังและโรคกระดูก ปริมาณที่เหมาะสมที่ควรให้ในน้ำดื่มคือประมาณ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

- ไนไตรท์และไนเตรท (NO₃) โดยทั่วไปในน้ำบาดาลไม่ควรมีไนเตรทสูง ในด้านสุขภาพอนามัยไนเตรทจะมีผลต่อสุขภาพของเด็กอ่อนที่มีอายุต่ำกว่า 2 เดือน หากพบในปริมาณที่เกิน

มาตรฐานมักเกิดจากการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจากภายนอกลงสู่บ่อบาดาล เช่น เกิดการใช้ปุ๋ย การเน่าเปื่อยผุพังของซากพืช หรือสิ่งปฏิกูล เป็นต้น น้ำที่มีไนเตรทสูงเกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร ห้ามใช้บริโภคจะเป็นโทษ และยังเป็นสารก่อมะเร็งในกระเพาะอาหารได้

- ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as CaCO_3) หมายถึง ความสามารถในการที่น้ำจะตกตะกอนสบู่หรือทำให้สบู่ไม่เป็นฟอง และยังทำให้เกิดตะกรันในหม้อหรือกาต้มน้ำ ถ้าน้ำมีความกระด้างน้อยเกินไปจะเกิดการกัดกร่อนโลหะได้ โดยความกระด้างของน้ำที่ระดับ 75-150 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้น้ำมีรสดี น้ำกระด้างเป็นน้ำที่มีการละลายของอิออนโลหะที่มีประจุบวกสอง เช่น แคลเซียม และแมกนีเซียม

- ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลาย (Total dissolved solids) หมายถึง แร่ธาตุ และเกลือแร่ทุกชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำเป็นค่าที่บ่งชี้คุณภาพน้ำได้คร่าว ๆ

3) คุณลักษณะที่เป็นพิษ โดยทั่วไปน้ำบาดาลสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนที่เป็นพิษ เพราะผ่านการกลั่นกรองตามธรรมชาติโดยชั้นดินและชั้นหินต่าง ๆ ก่อนจะถูกกักเก็บไว้ในแหล่งน้ำบาดาล ถ้าตรวจพบจะบ่งชี้ได้ว่าบ่อน้ำนั้นถูกปนเปื้อนโดยสิ่งแวดล้อมภายนอก โดยมีตัวอย่างของสารพิษที่เกิดจากการปนเปื้อน

- ตะกั่ว (Pb) เข้าไปสะสมทำให้กลายเป็นโรคพิษตะกั่วซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสมองและระบบประสาท ทำให้เกิดอาการซีด ก่อนเพลีย ความจำเสื่อม สมองผิดปกติ ได้รับในปริมาณมากทำให้ชั้ต หมดสติ และตายได้

- สารหนู (As) สารหนูมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตมีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำให้เกิดมะเร็งผิวหนังหรือปอดได้ เกิดจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

- แคดเมียม (Cd) ทำให้จมูก คอชออักเสบ หายใจขัด ปวดบวม และตายได้

- ไซยาไนต์ (CN) ทำให้ตายได้อย่างเฉียบพลัน

- พรอท (Hg) ในน้ำดื่มจะเปิดอยู่ในรูปของการสะสม ทำให้เกิดอาการทางระบบประสาท ความจำเสื่อม นอนไม่หลับ รับในปริมาณมากทำให้ตายได้

- ซีลีเนียม (Se) อันตรายจากซีลีเนียมในคนยังไม่มีหลักฐานยืนยันชัดเจนเพียงสันนิษฐานว่าน้ำและอาหารที่มีซีลีเนียมสูง ทำให้เกิดโรคผิวหนัง ผมหงอก และเล็บผิดปกติ (เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมของมาตรฐานน้ำบาดาลกำหนดให้ซีลีเนียมต้องไม่มี)

4) คุณลักษณะทางแบคทีเรีย เป็นการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำ ได้แก่ Standard Plate count Coliform, Most probable number of Coliform organism (MPN) และ E. coli ซึ่งมักเกิดจากการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจากภายนอกทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร

ตารางที่ 1 มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
คุณลักษณะทางกายภาพ		
สี (Color) (หน่วยแพลทินัม-โคบอลต์)	5	15
ความขุ่น (Turbidity) (หน่วยความขุ่น)	5	20
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.0 - 8.5	6.5 - 9.2
คุณลักษณะทางเคมี		
เหล็ก (Fe)	ไม่เกิน 0.5	1.0
แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 0.3	0.5
ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 1.0	1.5
สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0	15
ซัลเฟต (Sulfate)	ไม่เกิน 200	250
คลอไรด์ (Chloride)	ไม่เกิน 250	600
ฟลูออไรด์ (F)	ไม่เกิน 0.7	1.0
ไนเตรท (Nitrate-Nitrogen)	ไม่เกิน 45	45
ความกระด้างทั้งหมด	ไม่เกิน 300	500
ความกระด้างถาวร	ไม่เกิน 200	250
ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ (TDS)	ไม่เกิน 600	1,200
ลักษณะที่เป็นพิษ		
สารหนู (As)	ต้องไม่มี	0.05
ไซยาไนด์ (CN)	ต้องไม่มี	0.1
ตะกั่ว (Pb)	ต้องไม่มี	0.05
ปรอท (Hg)	ต้องไม่มี	0.001
แคดเมียม (Cd)	ต้องไม่มี	0.01
ซีลีเนียม (Se)	ต้องไม่มี	0.01
คุณลักษณะทางแบคทีเรีย/แบคทีเรีย		
แบคทีเรียทั้งหมดในน้ำ (Total Bacteria)	ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	
จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ (Total Coliform Bacteria)	น้อยกว่า 2.2 ต่อร้อยลูกบาศก์เซนติเมตร	
เชื้ออี.โคไล E. coli	ต้องไม่มี	

ที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542)

การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

การทำให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้น ลดหรือกำจัดปริมาณแร่ธาตุที่ละลายในน้ำ เป็นสิ่งที่ไม่เพียงประสงค์ ให้เหมาะสมแก่การนำไปใช้ประโยชน์ เช่น สารแขวนลอย ตะกอนต่าง ๆ เหล็ก ความกระด้าง ฟลูออไรด์ ความเค็ม ไนเตรท เป็นต้น ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในน้ำบาดาลมักจะมีการปนเปื้อนของกลิ่นสนิมเหล็ก แก๊สไข่เน่าและมักมีสีแดงที่เกิดจากสนิมเหล็ก หินปูน แมงกานีสรวมทั้งสารอื่น ๆ ที่ปะปนอยู่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค บริโภค (กองวิศวกรรมน้ำบาดาล, 2564) เช่น

- การต้ม ลดความกระด้างชั่วคราวของน้ำและฆ่าเชื้อโรคได้
- การเติมสารเคมี โดยมีสารเคมีที่นิยมใช้ ได้แก่ คลอรีน ด่างทับทิมเพื่อฆ่าเชื้อโรค และเป็นตัวเร่งให้สนิมเหล็กตกตะกอนได้เร็วยิ่งขึ้น การเติมต้องเติมให้มากพอมีปริมาณคลอรีนคงเหลือ 0.3-0.5 พีพีเอ็ม แล้วพักไว้ในถังพัก 20 นาที เพื่อให้เหล็กตกตะกอนสมบูรณ์ และกรองตะกอนออก
- การเติมอากาศ เพื่อเร่งให้สนิมเหล็กตกตะกอน โดยปล่อยน้ำลักษณะเป็นฝอย เพื่อให้สัมผัสอากาศนานที่สุด ปล่อยให้ไหลผ่านชั้นตะแกรงที่มีถ่านโค้กบรรจุอยู่ เหล็กจะตกตะกอน แล้วกรองด้วยเครื่องกรองสนิมเหล็กที่บรรจุด้วยชั้นกรวดทราย เรียกว่า การกรองแบบกรองช้า วิธีนี้เหมาะสำหรับน้ำบาดาลที่มีปริมาณเหล็กสูง
- การกรองแบบใช้แรงดัน(แบบกรองเร็ว) เหมาะกับน้ำบาดาลที่มีเหล็กไม่สูงมากนักแบบกรองเร็ว ประกอบด้วย ทรายแก้วหรือทรายละเอียด ถ่านโค้ก ทรายขนาดกลาง ทรายหยาบ กรวดละเอียด กรวดขนาดกลาง กรวดขนาดใหญ่

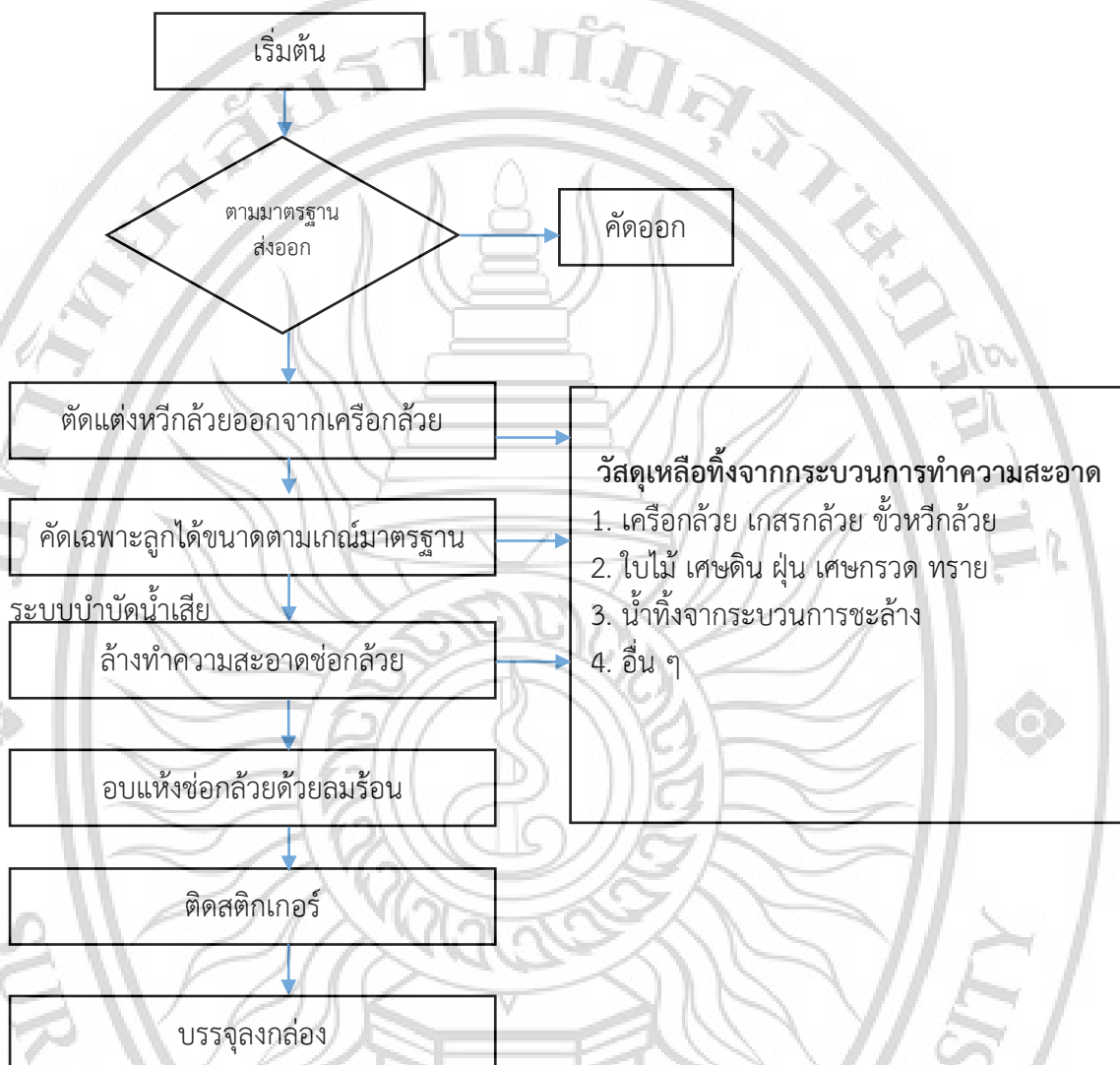
โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก

โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก ณ กลุ่มเกษตรกรทำสวน ตำบลทุ่งควัววัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร ใช้ทรัพยากรน้ำหลักจากแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ นำมาใช้ในการกิจกรรมต่าง ๆ ของกลุ่มเกษตรกรรวมถึงการนำน้ำบาดาลมาใช้ในการกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วย



ภาพที่ 4 โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก

ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการคัดเลือก คัดแยก ทำความสะอาด และบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก

มาตรฐานการคัดแยกกล้วย

มาตรฐานการคัดแยกกล้วยหอมทองส่งออก มีกระบวนการในการคัดแยกโดยกำหนดค่ามาตรฐานผลกล้วยหอม เช่น ความสูงของเนื้อมีกล้วยต้องอยู่ระหว่าง 70 – 80 % มาตรฐานในการแบ่งช่อของกล้วยหอมต่อช่อ 3 - 6 ลูก โดยพิจารณาความยาว ให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 140 - 200 มิลลิเมตร ขนาดต้องไม่ต่ำกว่า 33 – 40 มิลลิเมตร และน้ำหนักต่อลูกต้องให้ระหว่าง 90 - 110 กรัมต่อลูก มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2 มาตรฐานเกณฑ์การคัดเลือกกล้วยหอมทอง

ความสูงของ เนื้อมากกล้วย	มาตรฐาน ในการแบ่งช่อ	ความยาว	ขนาด	น้ำหนักต่อลูก	สัญลักษณ์กล่อง
70%	4 ลูก/ 5 ลูก/ 6 ลูก (3 ลูก ก็ได้กรณี กล้วยสวย)	ต้องมากกว่า 140 mm	ต้องมากกว่า 33 mm และต่ำกว่า 40 mm	ต้องมากกว่า 110 กรัมต่อลูก	กล่องที่ใช้ประจำ ไม่จำเป็นต้องติด สัญลักษณ์
80%	4 ลูก/ 5 ลูก (ต้องการให้มากกว่า 550 กรัมต่อช่อ)	ต้องต่ำกว่า 200 mm	ต้องมากกว่า 30 mm และต่ำกว่า 40 mm	ต้องมากกว่า 110 กรัมต่อลูก	ให้ติดเทปขาวสี เหลืองที่มุมกล่อง
กล้วยขนาด เล็ก 70%~80%	ต้องการให้ตัด ออกลูกข้างนอกทั้ง สองข้าง 4 ลูก/ 5 ลูก/ 6 ลูก (ไม่เอา 3 ลูก)	เนื้อไม่สุก	ต้องมากกว่า 30 mm และต่ำกว่า 40 mm	ต้องให้ระหว่าง 90-109 กรัม ต่อลูก	ให้ติดเทปขาวสี แดงที่มุมกล่อง

มาตรฐานผลผลิตที่ส่งออกได้

ลักษณะของกล้วยที่สามารถส่งออกได้

1. ขนาดน้ำหนัก/ผล 110 กรัม/ผล
2. พื้นผิวกล้วยผิวลายเกิดจากแมลงแทะผิวไม่เกิน 20 % ของผิวทั้งหมด
3. พื้นผิวกล้วยปานแดง 20 % ของพื้นผิวทั้งหมดและไม่แตก
4. ผิวชำ การชำของผิวไม่เกิน 20% ของผิวทั้งหมด
5. ข้ำข้าวลูก ตัดออกไม่เกิน 3 ลูกติดกันหากติดกัน 3 ลูก ให้แบ่งหวี หรือแบ่ง 1 ขึ้น

จะต้องมี 3 ลูก ขึ้นไปประกบกัน

- 1) ลักษณะผล กลมเป็นแป้นเหลี่ยมจนเกินไป หรือเนื้ออ่อน
- 2) ไม่มีแมลงหรือไข่แมลงติดอยู่หากมีต้องตัดออก

ลักษณะของกล้วยที่ไม่สามารถส่งออกได้

1. กล้วยที่เนื้ออ่อน(ไม่ถึงกำหนดตัด)
2. กล้วยที่ผอมเหลี่ยมดูคล้ายกล้วยอ่อน
3. กล้วยที่หักคอเกิน 1 วัน
4. กล้วยที่ไม่ได้ขนาดและน้ำหนักไม่ได้ตามเกณฑ์
5. กล้วยที่หัวดอกเป็นรู
6. ผิวลายเกิน 20% ตามที่กำหนด
7. ผิวมีปานแดงเกิน 20% ตามที่กำหนด

8. กล้วยที่ผลบิดเบี้ยวไม่ได้รูปทรง
9. กล้วยที่สีเนื้อเกินเกณฑ์มาตรฐาน (80%)
10. กล้วยที่ผิวชำเกินมาตรฐานกำหนด

ระเบียบการปฏิบัติงานในบริเวณโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก

1. ระเบียบการแต่งกาย

- 1) เสื้อสีขาวปัสต้า หรือตามแบบที่โรงงานกำหนด
- 2) กางเกงขายาว สีสุภาพ หรือที่กลุ่มกำหนด
- 3) สวมหมวกคลุมผมเก็บในหมวกให้เรียบร้อย
- 4) ผ่ากันเปื้อนพนักงานในกระบวนการบรรจุหีบห่อต้องมี
- 5) รองเท้า ใช้รองเท้าบูทและรองเท้าที่ใช้ในโรงงาน

2. ระเบียบที่ต้องปฏิบัติขณะบรรจุหีบห่อ

- 1) การเข้าโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก ต้องเปลี่ยนรองเท้าที่โรงงานจัดเตรียมไว้ให้
- 2) ก่อนเริ่มงาน ผู้รับผิดชอบต้องตรวจเช็คความสะอาดในโรงงานและความพร้อมของอุปกรณ์
- 3) ขณะทำงานกรณีที่มีอุปกรณ์แตกหัก หรือขัดข้องจะต้องรายงานผู้ควบคุมให้ทราบทันที
- 4) หลังเสร็จงาน พนักงานต้องทำความสะอาดพื้น อุปกรณ์จัดเก็บเข้าที่เก็บ
- 5) ผู้รับผิดชอบตรวจเช็คความเรียบร้อย ความถูกต้องทุกครั้งก่อนเลิกงาน
- 6) หากเกิดการผิดพลาด ระหว่างการทำงานหรือหลังการทำงานให้รายงานผู้รับผิดชอบทันที
- 7) ผู้รับผิดชอบเบื้องต้น และผู้ควบคุมระบบโรงงาน หรือผู้มีอำนาจตัดสินใจ

มาตรการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นกับผลผลิต

- 1) สุขภาพของพนักงาน จะต้องพร้อมในการปฏิบัติงาน หากไม่พร้อม(ป่วย) ให้ลาหยุด
- 2) ต้องล้างมือหลังเข้าห้องน้ำ หรือ ก่อนทำงานต่อ
- 3) รถบรรทุกกล้วยส่งโรงงาน ต้องสำรวจสิ่งของตกค้างบนรถ วัสดุห่อเครือ ก่อนขึ้นเครือกล้วยหรือทำความสะอาดรถและวัสดุห่อเครือก่อนบรรทุก
- 4) การใช้มีด ให้มีการตรวจสอบสภาพมีด ทั้งก่อน/หลังใช้งานทุกวัน ให้มีการบันทึกผลการตรวจสอบสภาพมีดทุกครั้ง ผู้ที่ใช้มีดรายงานทันที ในกรณีที่ใบมีดหัก/ชำรุด พร้อมเสนอใบมีดที่ชำรุดมาเก็บรักษาตามระเบียบที่จะวางไว้(ทุกแผนกที่ใช้งานให้ปฏิบัติตามนี้)
- 5) วัสดุที่ใช้เย็บแมลง ใช้ตะเกียบพลาสติกในการเย็บแมลง
- 6) โต๊ะวางผลผลิตต้องทำความสะอาดบนโต๊ะทำงานป้องกันฝุ่น สิ่งปะปน

แมลง

7) เครื่องซั่ง ต้องทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องซั่งก่อน ทำงานทุกครั้ง เครื่องซั่งที่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดให้เปลี่ยนทันที

8) เครื่องเย็บกลอง ต้องมีการเช็คให้พร้อมใช้งานและต้องมีสารองห้ามนำ ลูกแม็ก หรือลวดเย็บกระดาษเข้าในโรงงาน

9) ระบบไฟฟ้าต้องเช็คความปลอดภัยก่อนเริ่มทำงาน

10) ระบบทำความเย็นต้องพร้อมใช้งาน และมีความสะอาด

11) การป้องกันอุบัติเหตุระหว่างขึ้นตู้เรือ ต้องเช็คความแข็งแรงของ อุปกรณ์ในการขึ้นตู้เรือ จัดจำนวนคนให้เหมาะสม ต้องมีความระมัดระวังในการขนย้ายกลอง กลอง ตกหล่นห้ามส่งออกให้ทำใหม่แทน หรือตัดออกกรณีไม่มีแทนผู้ที่ทำหล่นจะต้องรับผิดชอบ

ระเบียบข้อบังคับการทำงาน

พนักงานทุกคนมีหน้าที่คัดแยกผลผลิตให้ได้คุณภาพตรงตามมาตรฐานที่กำหนด

1. เริ่มงานเวลา 08.00 น. ของวันทำงาน

2. เวลาทำงาน พักกลางวัน 1 ชั่วโมง เวลา 12.30-13.00 น. พักเบรกบ่าย 15 นาที เวลา 15.00-15.15 น. (ผู้ควบคุมงานสามารถปรับเปลี่ยนได้ ตามความเหมาะสม)

3. เวลาเลิกงาน 17.00 น.

ผู้ควบคุมสามารถปรับเปลี่ยนได้ ตามความเหมาะสมแต่ต้องไม่กระทบกับคุณภาพ

ผลผลิต

น้ำเสียและการบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสีย (Wastewater) หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ มากมาย จนกระทั่งกลายเป็น ลักษณะ กลิ่น สี รส น่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป ถ้าปล่อยลงสู่ลำ น้ำธรรมชาติจะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสื่อมโทรมได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ได้แก่ การอุปโภคและบริโภค การประกอบอาหาร การชำระล้างร่างกาย ใช้ ในอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ วัสดุอุปกรณ์ การหล่อเย็น ซึ่งทำให้น้ำดังกล่าวมีลักษณะสมบัติ ต่างไปจากเดิมเนื่องจากการปนเปื้อนสิ่งสกปรก และชนิดของสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสียจะขึ้นอยู่กับ กิจกรรมที่ใช้ประโยชน์จากน้ำนั้น (สันตติ ศิริอนันต์ไพบูลย์, 2557)

สิ่งสกปรกในน้ำเสีย

ในน้ำเสียแต่ละชนิดมีสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนอยู่แตกต่างกันออกไปทั้งชนิดและปริมาณ ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำให้เกิดน้ำเสียนั้น ๆ สิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียสามารถจัดเป็นหมวดหมู่ (สันตติ ศิริอนันต์ไพบูลย์, 2557) ได้ดังนี้

1. จุลินทรีย์ (Microorganisms) จุลินทรีย์ที่พบมีทั้งที่เป็นสาเหตุของโรคและไม่ทำให้เกิดโรค น้ำเสียที่มักพบจุลินทรีย์เป็นจำนวนมากส่วนใหญ่ คือ น้ำเสียชุมชน น้ำเสียจากโรงพยาบาล โรงแรม ภัตตาคาร ส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

2. สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทางชีววิทยา (Biodegradable organic matters) ได้แก่ สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นอาหารได้ เช่น แป้ง น้ำตาล กรดอะมิโน และโปรตีน เป็นต้น

3. สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยากทางชีววิทยา (Hardly biodegradable organic matters) ได้แก่ สารอินทรีย์ในกลุ่มจุลินทรีย์ทั่วไปนำไปใช้เป็นอาหารได้ยาก เช่น สีย้อม สีของกากน้ำตาล สีของน้ำกากถั่ว เป็นต้น

4. ตะกอนแขวนลอย (Suspended solids) เป็นสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสียที่มีลักษณะสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ตะกอนลอยอยู่ในน้ำเสีย เช่น ตะกอนดิน ซึ่งส่งผลในการบดบังการส่งผ่านของแสงแดดลงสู่แหล่งน้ำ

5. สารอินทรีย์ที่มีปริมาณน้อย (Traces organic) สารอินทรีย์บางชนิดแม้มีการปนเปื้อนในน้ำเสียปริมาณน้อย แต่ก็มีผลอย่างมากต่อลักษณะสมบัติของน้ำเสีย เช่น เกิดกลิ่น รส สี เปลี่ยนไป เป็นต้น

6. สารพิษ (Toxic substances) เป็นสารที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำหรือน้ำเสียนั้น มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เช่น โลหะหนัก ได้แก่ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว หรือยาฆ่าแมลงและยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น

7. สีและความขุ่น (Color and turbidity) ถึงแม้จะไม่มีพิษ แต่ก็มีผลต่อคุณภาพน้ำเสียและแหล่งน้ำที่รองรับน้ำเสียนั้น เช่น เป็นตัวการที่บดบังการส่งแสงแดดในน้ำหรือแหล่งน้ำ และอาจทำให้เกิดความรำลึกเกี่ยวกับแหล่งน้ำที่รองรับน้ำเสียนั้น

8. สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สารประกอบนี้เป็นอาหารเสริมอย่างดีสำหรับพืชน้ำและสาหร่าย ซึ่งจะส่งผลให้เจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากขึ้น เป็นผลให้น้ำมีสีเขียวขุ่นได้ รวมทั้งเป็นอาหารเสริมที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ด้วย

9. น้ำมันและไขมัน สิ่งปนเปื้อนในรูปไขมันมักจะไมละลายน้ำ จะแยกตัวออกจากน้ำและลอยอยู่ที่ผิวน้ำได้ง่ายเมื่อปล่อยทิ้งไว้ แต่ในบางสภาวะน้ำมันและไขมันอาจจะแขวนลอยอยู่ในน้ำเสียได้เป็นผลจากความร้อนหรือสารลดแรงตึงผิวที่ปนเปื้อนในน้ำเสียนั้น

10. สิ่งสกปรกที่ลอยน้ำได้ อาจจะเป็นของเหลวหรือของแข็งที่ไม่ละลายน้ำและแยกตัวลอยอยู่ที่ผิวน้ำ เช่น น้ำมันและไขมัน เศษไม้ เศษกระดาษ หรือขยะมูลฝอย

11. สารระเหยได้ สิ่งสกปรกที่สามารถระเหยจากน้ำได้ง่ายที่อุณหภูมิห้องมีอยู่หลายชนิด เช่น กรดไขมันระเหยง่าย สารอินทรีย์คาร์บอนระเหยง่าย แก๊สบางชนิด เช่น แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ แก๊สแอมโมเนีย เป็นต้น

ประเภทของน้ำเสีย

ในการแบ่งประเภทน้ำเสียสามารถแบ่งได้หลายรูปแบบ เช่น แบ่งตามแหล่งกำเนิดน้ำเสีย และแบ่งตามชนิดของสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย

การแบ่งตามแหล่งกำเนิดมักนิยมใช้กันมาก เพราะจะทำให้เราทราบที่มาของน้ำเสีย รวมทั้งสิ่งที่ปนเปื้อนในน้ำเสียด้วย สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) น้ำเสียชุมชน หรือเรียกว่าน้ำโสโครก ได้แก่ น้ำทิ้งจากบ้านพักอาศัย อาคาร ร้านค้า ภัตตาคาร โรงแรม เป็นต้น น้ำเสียที่ได้จะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การอุปโภค บริโภค การชำระร่างกาย การขับถ่าย การซักล้าง ตลอดจนการประกอบอาหาร

2) น้ำเสียภาคอุตสาหกรรม น้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นที่ที่มีกิจกรรมเกี่ยวกับการเกษตร ได้แก่ จากพื้นที่เลี้ยงสัตว์ มักมีความเข้มข้นสารอินทรีย์และมีของแข็งไม่ละลาย น้ำค่อนข้างสูง สำหรับจากพื้นที่เพาะปลูก น้ำเสียเหล่านี้มักปนเปื้อนสารเคมี ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช ที่ถูกใช้ในพื้นที่เพาะปลูก

3) น้ำเสียอุตสาหกรรม จะเป็นน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนสิ่งสกปรกที่แตกต่างกันและปริมาณของสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนก็แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม วัตถุดิบที่ใช้ ตลอดจนกระบวนการใช้

แบ่งตามลักษณะสมบัติของสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย

1) น้ำเสียอินทรีย์ เป็นน้ำเสียที่มีสิ่งสกปรกปนเปื้อนสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้

2) น้ำเสียอนินทรีย์ เป็นน้ำเสียที่มีสิ่งสกปรกปนเปื้อนสารอนินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้

ลักษณะสมบัติน้ำเสีย

1. ลักษณะสมบัติน้ำเสียทางกายภาพ (Physical properties of wastewater) เป็นลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียที่สำคัญสำหรับใช้ในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

1) ปริมาณของแข็ง หมายถึง สิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสียที่ยังคงเหลืออยู่หลังจากที่ระเหยเอาน้ำออกจนหมดแล้ว จะมีทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งอาจจะละลายน้ำ หรือไม่ละลายน้ำ การแบ่งชนิดของของแข็งสามารถแบ่งได้ตามลักษณะการละลาย คือ

ของแข็งละลายน้ำ หมายถึง ส่วนที่ละลายน้ำได้และสามารถผ่านกระดาษกรองใยแก้วได้ ส่วนใหญ่จะเป็นเกลือของสารอนินทรีย์ชนิดต่าง ๆ สารอินทรีย์บางชนิดที่ละลายน้ำได้ เช่น น้ำตาลชนิดต่าง ๆ

ของแข็งไม่ละลายน้ำ หมายถึง ของแข็งส่วนที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ ของแข็งแขวนลอยอยู่ในน้ำโดยไม่ตกตะกอนจมลงกันถึง และ ของแข็งจมตัว มีลักษณะขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก สามารถถกมารวมกันที่ส่วนล่างของภาชนะได้เมื่อตั้งทิ้งไว้ ค่าของแข็งจมตัวส่วนนี้จะมีหน่วยเป็น ลบ.ซม./ลิตร หรืออาจจะหาปริมาณของแข็งจมตัวส่วนนี้ได้โดยการชั่งน้ำหนักก็ได้

2) กลิ่น (Odor) มักเกิดขึ้นได้จาก 2 สาเหตุใหญ่ๆ คือ กลิ่นที่มีอยู่ในน้ำเสียแต่เดิม และกลิ่นที่เกิดขึ้นหลังจากการเก็บน้ำเสียไว้นาน หรือเกิดขึ้นหลังจากผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียบางประเภท การกำจัดหรือบำบัดกลิ่นทำได้โดยการออกซิไดซ์กับสารนั้น สารที่นิยมใช้ คือ คลอรีนไฮโปคลอไรต์ เปอร์แมงกาเนต หรืออาจจะใช้ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ในการดูดซับกลิ่น

3) สี (Color) สีของน้ำเสียเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ สีของน้ำเสียเอง และสีของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในน้ำหลังจากการเก็บกักไว้ระยะหนึ่ง หรือเกิดขึ้นหลังจากผ่านการบำบัด หรืออาจเกิดขึ้นจาก

การย่อยสลายหรือการเน่าเสียของสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น การเน่าเสียของเศษใบไม้หรือจุลินทรีย์ของสารอินทรีย์ต่างๆ มักจะเป็นสีชา

4) ความขุ่น (Turbidity) ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากสารแขวนลอยที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย นั้น ค่าความขุ่นมีความสำคัญต่อระบบบำบัดน้ำเสียอย่างมากทั้งในกรณีการคำนวณการออกแบบและการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

5) อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิของน้ำเสียมีความสำคัญในส่วนของการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย อุณหภูมิถูกกำหนดเป็นค่ามาตรฐานของน้ำทิ้งที่สามารถระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติที่จะไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้น

2. ลักษณะสมบัติ น้ำเสีย ทางเคมี (Chemical properties of wastewater) ประกอบด้วยสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ในรูปของ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เป็นต้น

1) ความเป็น กรด-ด่าง (pH) เป็นค่าที่แสดงความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจนในน้ำ โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่มีค่าสูงกว่า 7 แสดงว่ามีฤทธิ์เป็นด่าง ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่มีค่าต่ำกว่า 7 แสดงว่ามีฤทธิ์เป็นกรด

2) สารอินทรีย์ (Organic matters) สารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำเสียอาจจะอยู่ในรูปของสารละลาย สารแขวนลอย หรืออยู่ในรูปของแข็งที่จมตัวได้ สารเหล่านี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ตามลักษณะสมบัติในการย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ คือ ย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์และไม่สามารถย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์หรือย่อยสลายได้ยากโดยจุลินทรีย์ วิธีการหาปริมาณสารอินทรีย์มีหลายรูปแบบ โดยรูปแบบของการหาปริมาณความต้องการออกซิเจนเป็นวิธีที่นิยมใช้ ซึ่งในปัจจุบัน มีอยู่ 5 วิธี คือ ซีไอดี (COD: Chemical Oxygen Demand) บีไอดี (BOD: Biochemical Oxygen Demand) ทีไอดี (TOD: Total Oxygen Demand) ThOD (ThOD: Theory Oxygen Demand) และการหาปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของคาร์บอน (TOC : Total Organic Carbon)

3) ปริมาณสารประกอบไนโตรเจน ไนโตรเจนเป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต การบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการทางชีววิทยาที่ใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายสิ่งสกปรก(สารอินทรีย์)จึงมีความจำเป็นต้องรู้ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนมีเพียงพอหรือไม่สำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

4) ปริมาณสารฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในแหล่งน้ำธรรมชาติมักพบฟอสฟอรัสอยู่เสมอ เนื่องมาจากการปนเปื้อนของน้ำเสียชุมชน มักมีการใช้ผงซักฟอก ซึ่งจะอยู่ในรูปของโพลีฟอสเฟต โดยฟอสฟอรัสจะเป็นตัวเร่งการเจริญเติบโตของสาหร่าย และเมื่อสาหร่ายเหล่านั้นตายก็จะเป็นการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำทำให้เกิดการเน่าเสียได้

5) ปริมาณไขมันและน้ำมัน เป็นสารอินทรีย์กลุ่มหนึ่งซึ่งส่วนใหญ่จะไม่ละลายน้ำ เมื่อตั้งทิ้งไว้จะลอยอยู่ที่ผิวน้ำ และถูกย่อยสลายได้ยากกว่าและใช้เวลาในการย่อยสลายนานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวสอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ เช่น แป้งและน้ำตาล เป็นต้น

6) สารอนินทรีย์ น้ำเสียทั่วไปจะมีปริมาณสารอนินทรีย์ปนเปื้อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสีย สารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียสามารถจำแนกออกเป็นโลหะหนัก และความเป็นด่าง

7) คลอไรด์ น้ำเสียจะมีการปนเปื้อนของเกลือชนิดต่างๆ โดยเฉพาะเกลือคลอไรด์ในน้ำเสียจากอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมอาหารมักมีการปนเปื้อนเนื่องจากกระบวนการผลิตจะมีการใช้เกลือคลอไรด์หรืออาจจะมาจากวัตถุดิบหรือน้ำที่ใช้

8) สารประกอบสารซัลเฟต ที่มีอยู่ในน้ำเสียมีหลายรูปตามชนิดและแหล่งกำเนิดของน้ำเสีย วิธีที่ใช้วิเคราะห์ คือ การวัดค่าความขุ่น เพราะง่ายและรวดเร็วสามารถหาซัลเฟตในน้ำตัวอย่างในปริมาณต่ำ ๆ

9) แก๊ส แก๊สที่พบในน้ำเสียมีทั้งอยู่ในน้ำเสียเดิมหรือเกิดจากปฏิกิริยาชีวเคมีโดยจุลินทรีย์ในน้ำเสียหรือระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย มีเทน เป็นต้น

10) ปริมาณสารพิษ สารพิษในที่นี้ หมายถึง สารที่มีผลต่อจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา โดยในน้ำเสียบางประเภทอาจจะมีการปนเปื้อนสารบางชนิดซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

3. ลักษณะสมบัติน้ำเสียทางชีววิทยา

จุลินทรีย์ที่ไม่ก่อให้เกิดโรค และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค น้ำเสียที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องตรวจหาและทำลายก่อนจะระบายลงสู่แม่น้ำลำคลองหรือลำธารสาธารณะ

วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำเสีย (Sampling and storage of wastewater sample)

การเก็บและรักษาตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างที่ถูกต่อนั้น ตัวอย่างที่เก็บจะต้องเป็นตัวแทนของน้ำเสียที่จะทำการวิเคราะห์รวมทั้งต้องการทราบว่าตัวอย่างที่เก็บมาวิเคราะห์นั้นมีวัตถุประสงค์อย่างไร เพื่ออะไร แต่หากต้องการทราบว่าลักษณะสมบัติของน้ำเสียในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเป็นอย่างไร การเก็บตัวอย่างจะเป็นอีกลักษณะหนึ่ง หรือแม้กระทั่งต้องการทราบว่าที่ระบบบำบัดน้ำเสียล้มเหลวหรือเกิดปัญหาเพราะเหตุใด ก็เก็บตัวอย่างอีกลักษณะหนึ่ง เช่น การเก็บแบบจ้วง การเก็บตัวอย่างแบบผสมรวม ช่วงความถี่ของการเก็บตัวอย่างและจำนวนครั้งของการเก็บตัวอย่าง

1) การเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grap sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงเอาเฉยๆ แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าที่ต้องการ ซึ่งตัวอย่างน้ำจะแสดงให้เห็นถึงลักษณะสมบัติของน้ำ ณ จุดเก็บจุดใด จุดหนึ่งเฉพาะเวลานั้นเท่านั้น การเก็บตัวอย่างน้ำแบบนี้จะมีข้อดีในกรณีที่น้ำเสียไหลไม่ต่อเนื่อง เช่นมีการปล่อยน้ำเสียออกจากกระบวนการผลิตเป็นครั้งคราว ลักษณะสมบัติของน้ำเสียไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ณ เวลาต่าง ๆ หรืออาจจะต้องการทราบการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ณ เวลาใดเวลาหนึ่งตามกรรมวิธีการผลิต ในกรณีนี้ต้องมีการเก็บตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่างเทียบกับเวลา หรือต้องการทราบลักษณะสมบัติบางอย่างของน้ำเสีย ณ จุดที่เก็บตัวอย่าง

2) การเก็บตัวอย่างแบบผสมรวม (Composite sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างหลายๆครั้งต่อช่วงการผลิต โดยแบ่งแต่ละช่วงระยะเวลาของการเก็บใหม่สม่ำเสมอปริมาณการเก็บในแต่ละช่วงจะขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำและนำมารวมในถังใบเดียวกันที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาคุณภาพของน้ำเสียไม่ให้เปลี่ยนแปลงในช่วงของการเก็บตัวอย่าง ซึ่งการเก็บตัวอย่างแบบผสมรวมจะต้องกำหนดช่วงเวลาและจำนวนครั้งในการเก็บตัวอย่างให้เหมาะสมกับ

ลักษณะสมบัติและอัตราการไหลของน้ำเสีย และกำหนดเวลาที่แน่นอน โดยจะไม่เกิน 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ เพื่อป้องกันปัญหาน้ำเสียมีลักษณะสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม เนื่องจากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียไว้นานเกินไปไปปฏิบัติชีวเคมีโดยจุลินทรีย์ในน้ำเสีย อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างแบบผสมรวมมีข้อดีตรงที่สามารถลดจำนวนตัวอย่างน้ำที่ต้องการวิเคราะห์ลงได้ รวมทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายและปริมาณสารเคมีที่ต้องการใช้ การเก็บตัวอย่างแบบผสมรวมดังกล่าวอาจจะมีผลที่ไม่สะดวกในการเก็บตัวอย่าง ขนาดของตัวอย่างในแต่ละช่วงที่เก็บ รวมทั้งเสียเวลาในการเก็บ นอกจากนี้แล้วยังมีข้อจำกัดอีกหลายประการที่ควรต้องมีการพิจารณา เช่น จุดเก็บตัวอย่าง ช่วงเวลาที่เก็บ วิธีการเก็บตัวอย่างในแต่ละครั้ง เป็นต้น

3) ช่วงความถี่ของการเก็บตัวอย่างและจำนวนครั้งของการเก็บตัวอย่าง ช่วงความถี่ของการเก็บตัวอย่างและจำนวนครั้งของการเก็บตัวอย่างจะขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำเสียและลักษณะสมบัติของน้ำเสียนั้น ๆ สำหรับการเก็บตัวอย่างแบบจ้วงอาจจะเก็บทุกชั่วโมงหากน้ำเสียมีลักษณะสมบัติแปรปรวนมาก ๆ หรืออาจจะเก็บตัวอย่างทุก 4, 6 หรือ 12 ชั่วโมง ในกรณีที่น้ำเสียมีความแปรปรวนไม่มากนัก

วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสีย

มีความสำคัญเป็นอย่างมากที่จะทำให้ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมีความแม่นยำและเป็นตัวแทนที่แท้จริงของตัวอย่างนั้น ๆ การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสียหากไม่เหมาะสมอาจจะทำให้คุณภาพของตัวอย่างน้ำเสียเปลี่ยนไป หลักการที่ใช้โดยทั่วไปของการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสีย เพื่อป้องกันและลดอัตราการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของตัวอย่างหลักการเก็บและก่อนการตรวจวิเคราะห์ เพื่อชะลอปฏิกิริยาทางชีววิทยา ชะลอการเปลี่ยนแปลงของสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนที่อาจจะเป็นสารประกอบ (Compounds) และสารประกอบเชิงซ้อน (Complex compounds) โดยกระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) และลดอัตราการระเหยของน้ำในตัวอย่างน้ำเสีย ตลอดจนสิ่งสกปรกบางชนิดที่สามารถระเหยได้ วิธีการที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสียโดยทั่วไปทำได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับชนิดหรือประเภทของสิ่งสกปรก เช่น ควบคุมความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย การเติมสารเคมีบางประเภทเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือยับยั้งปฏิกิริยาเคมี การแช่เย็นหรือแช่แข็ง มีกลไกการเก็บรักษา เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ใช้กับสิ่งปนเปื้อน ความเป็นกรด-ด่าง สารอินทรีย์ ปิโอดี กลิ่น อินทรีย์ฟอสฟอรัส อินทรีย์ไนโตรเจน คาร์บอน เป็นต้น

การวัดอัตราการไหล

การวัดอัตราการไหลของน้ำเสียมีความสำคัญในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียและประเมินปริมาณความสกปรกได้ อย่างไรก็ตาม อัตราการไหลของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือแหล่งชุมชน ตลอดจนแหล่งกำเนิดน้ำเสียต่าง ๆ มักจะมีการแปรผันตลอดเวลา ตัวอย่างเช่น น้ำเสียจากบ้านพักมักมีอัตราการไหลมากในช่วงเช้าและเย็น เป็นต้น หรือแม้กระทั่งในอุตสาหกรรมก็ตาม มักจะมีการใช้น้ำมากในช่วงของการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องจักรต่าง ๆ ซึ่งเป็นเหตุให้น้ำเสียเกิดขึ้นมากในช่วงดังกล่าว ดังนั้นการวัดอัตราการไหลของน้ำเสียในช่วงเวลาต่าง ๆ จึงมีความสำคัญอย่างมาก การวัดอัตราการไหล มีหลายวิธี เช่น

1) การวัดอัตราการไหลโดยตรง (Direct weighting) เป็นการวัดอัตราการไหลโดยการนำภาชนะรองรับน้ำเสียและจับเวลา เป็นวิธีการที่ง่ายและเหมาะสมสำหรับกรณีที่อัตราการไหลของน้ำเสียต่ำและสม่ำเสมอ

2) การวัดที่ท่อที่ไหลเต็ม (Fully flow system) เป็นการวัดโดยสูบน้ำเสียผ่านเครื่องวัดอัตราการไหล หรือวัดระยะเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำ

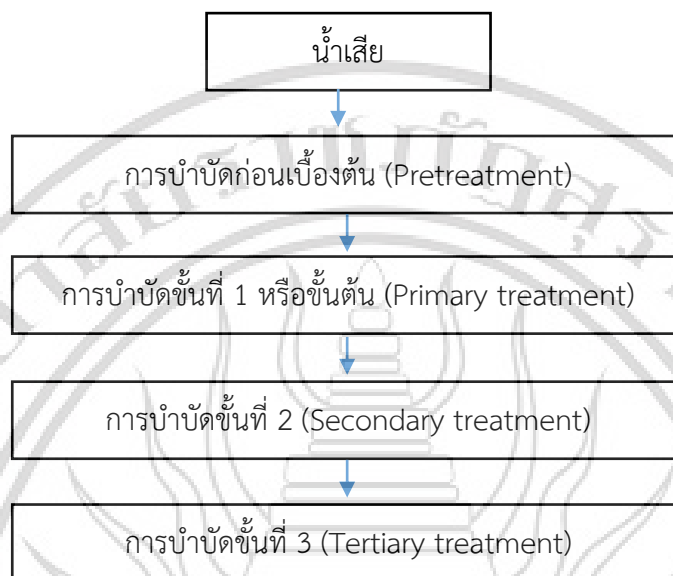
3) การวัดในท่อที่ไหลไม่เต็ม (Partially flow system) เป็นการวัดอัตราการไหลน้ำเสียในรางระบายน้ำ ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่นการใช้วัสดุลอยได้ (Float measurement) การใช้ Current meter, Flumes และ Weir เป็นต้น วิธีการเหล่านี้เป็นที่นิยมใช้ เพราะในสภาพความเป็นจริงน้ำเสียจากโรงงานมักถูกระบายออกตามรางระบายน้ำอยู่แล้ว จึงต้องอาศัยวิธีการข้างต้นในการวัดอัตราการไหล

การบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียแต่ละชนิดมีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกิจกรรมหรือแหล่งที่ทำให้เกิดน้ำเสีย ความเข้มข้นของมลพิษที่อยู่ในน้ำเสียก็มีความแตกต่างกัน ดังนั้น การจัดการกับน้ำเสียจึงอาจจะแบ่งเป็นวิธีย่อย ๆ ได้ ดังนี้

1. การกำจัดน้ำเสีย (Disposal) คือ การกำจัดน้ำเสียให้หมดไปโดยไม่มีการปล่อยน้ำเสียออกมาสู่ภายนอก (แหล่งน้ำหรือลำธารสาธารณะ) การกำจัดน้ำเสีย มีหลายวิธีการ เช่น การเผา การทำปุ๋ยหมัก การตากแห้ง การปล่อยทิ้งลงทะเล การสูบลงบ่อน้ำบาดาล การใช้โดยตรงกับพื้นดิน การใช้เพื่อการชลประทาน

2. การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater treatment) เป็นวิธีการที่ทำให้คุณภาพน้ำเสียดีขึ้นจนถึงระดับที่สามารถจะปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของแหล่งน้ำนั้น หรือให้มีคุณภาพดีขึ้นจนสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ หรือนำกลับมาใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ อีก ขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไปมักจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอน แต่การบำบัดน้ำเสียแต่ละชนิดไม่จำเป็นต้องประกอบด้วยขั้นตอนการบำบัดทั้ง 4 ขั้นตอนนี้ อาจจะเป็นไปได้ว่าน้ำเสียบางชนิดอาจจะมีขั้นตอนการบำบัดเฉพาะขั้นตอนที่ 1 และ 2 หรือเฉพาะขั้นตอนเบื้องต้นอย่างเดียว ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ต้องการบำบัด หรือคุณภาพของน้ำเสียที่ต้องการหลังผ่านการบำบัดแล้ว



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียก่อนเบื้องต้น (Pretreatment)

ส่วนใหญ่จะเป็นการเตรียมน้ำเสียเพื่อให้เหมาะสมที่จะนำไปบำบัดในขั้นตอนต่อไปหรือขั้นตอนหลักเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในขั้นตอนนั้น ๆ เช่น การดักตะกอนหรือของแข็งด้วยตะแกรง การตกตะกอนหนัก เช่นการแยกตะกอนกรวดทรายออกจากน้ำเสีย การแยกตะกอนโดยการทำให้ลอยโดยใช้อากาศเป็นตัวพาให้ตะกอนลอยขึ้น การแยกไขมันออกจากน้ำเสียด้วยการพ่นน้ำทิ้งไว้ระยะหนึ่ง การบดตัดตะกอนขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง เป็นต้น ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการทางกายภาพ (Physical process)

การบำบัดเบื้องต้น (Primary treatment) ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการปรับสภาพน้ำเสียให้เหมาะสมก่อนที่จะไปสู่หน่วยบำบัดขั้นต่อไป ได้แก่ การตกตะกอน หรือการสร้างรวมตะกอน การปรับคุณภาพน้ำเสียหรือปริมาณน้ำเสียให้คงที่ เป็นต้น กระบวนการในขั้นตอนนี้เป็นการบำบัดเพื่อลดมลพิษให้ต่ำลงโดยวิธีการที่ประหยัด หรือเป็นการบำบัดน้ำเสียให้มีลักษณะสมบัติเหมาะสมที่จะถูกนำไปบำบัดขั้นต่อไป

การบำบัดขั้นที่ 2 (Secondary treatment) หากน้ำเสียที่เข้ามายังมีลักษณะสมบัติไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดหรือความต้องการ จึงจำเป็นต้องมีการบำบัดขั้นที่สูงขึ้นต่อไป ขั้นตอนนี้จะเป็นการแยกหรือการบำบัดสิ่งสกปรกที่เฉพาะเจาะจง คือ การแยกสิ่งสกปรกที่เป็นสารปนเปื้อนหลักออกจากน้ำเสีย เป็นการบำบัดเพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปสารแขวนลอยหรือละลายน้ำซึ่งเป็นสารปนเปื้อนหลักออกจากน้ำเสีย

การบำบัดขั้นที่ 3 (Tertiary treatment) ขั้นตอนนี้ น้ำเข้าจะมีลักษณะสมบัติเหมาะสมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำหรือลำธารสาธารณะได้แล้ว แต่บางครั้งคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 แล้วอาจมีลักษณะสมบัติบางประการเกินกว่าค่าตามมาตรฐานกำหนดหรือความต้องการ จะนำน้ำเสียนั้นผ่านการบำบัดอีกครั้ง เช่น ยังมีสี ความขุ่น สารอาหารบางอย่างตกค้างอยู่หรือมีการปนเปื้อนของโลหะหนักบางชนิด การบำบัดขั้นที่ 3 มีอยู่ด้วยกันหลายกระบวนการ ส่วนใหญ่จะเป็นการตะกอนสาร

แขวนลอย โดยการสร้างรวมตะกอน หรือการตกตะกอนของแข็งที่ละลายในน้ำ การดูดซับสารปนเปื้อนบางชนิด สี กลิ่น ด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) การแลกเปลี่ยนไอออนในน้ำเสีย การกรองสิ่งปนเปื้อนขนาดเล็กด้วยการกรองชั้นสูง

ประเภทของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

สิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสียอาจประกอบด้วยสารอินทรีย์หรือสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปแบบของสารละลายน้ำ ของแข็งที่ตกตะกอนแยกออกจากน้ำเสียได้ สารแขวนลอยในน้ำเสีย หรือเป็นของแข็งหรือของเหลวที่ลอยอยู่บนผิวของน้ำเสียเมื่อทิ้งไว้ ดังนั้นกระบวนการบำบัดน้ำเสียจึงมีอยู่หลายประเภท แต่ละประเภทก็จะเหมาะสมกับองค์ประกอบหรือประเภทของสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อน โดยสามารถแบ่งประเภทของกระบวนการบำบัดได้ 4 ประเภท คือ

1. กระบวนการบำบัดทางกายภาพ เป็นการกำจัดของเสียหรือสิ่งปนเปื้อนออกจากน้ำเสียโดยอาศัยหลักการทางกายภาพ เช่น การดักแยกด้วยตะแกรง การกวาดเก็บ การทำให้ลอย การตกตะกอน การแยกด้วยการเหวี่ยง การกรอง กระบวนการทางกายภาพนี้มักจะเหมาะสมกับการแยกสิ่งสกปรกที่ไม่ละลายน้ำเป็นส่วนใหญ่ นอกจากกระบวนการทางกายภาพที่กล่าวมาแล้ว ยังมีการลดอุณหภูมิของน้ำเสียโดยการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำเสียกับน้ำ หรือน้ำเสียกับอากาศ

2. กระบวนการบำบัดทางเคมี (Physical treatment process) เป็นการกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ที่มักจะอยู่ในรูปของสารที่ละลายน้ำและสารแขวนลอย ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งสารอินทรีย์และสารอินทรีย์ หลักการที่ใช้ คือ การทำให้เป็นกลาง การทำให้ตกตะกอน การสร้างรวมตะกอน และปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน โดยวิธีการนี้มักจะมีค่าใช้จ่ายในการบำบัดค่อนข้างสูง มักจะเหมาะสมกับการแยกหรือบำบัดน้ำเสียที่มีสิ่งปนเปื้อนเป็นโลหะหนักหรือสารอินทรีย์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้กับน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนสารอินทรีย์บางชนิดที่ไม่ละลายน้ำหรือแขวนลอยอยู่ในน้ำในปริมาณสูง ๆ

3. กระบวนการบำบัดทางชีววิทยา (Biological treatment process) ซึ่งเป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยสิ่งมีชีวิตซึ่งอาจจะเป็นจุลินทรีย์หรือพืชในการบำบัดหรือลดมลพิษในน้ำเสีย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ กระบวนการบำบัดทางชีววิทยาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีการหลัก คือ แบบไร้อากาศและแบบใช้อากาศ มักนิยมใช้กับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นสิ่งที่ปนเปื้อนหลัก เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการบำบัดค่อนข้างต่ำและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้กระบวนการทางชีววิทยาค่อนข้างน้อย

4. กระบวนการบำบัดทางฟิสิกส์-เคมี (Physical-chemical proses) เป็นกระบวนการที่สามารถใช้น้ำเสียที่มีการปนเปื้อนสารอินทรีย์หรือสารอินทรีย์ โดยอาศัยหลักการดูดซับโดยสารคาร์บอน (Carbon adsorption) การแลกเปลี่ยนไอออน Reverse osmosis และ Electrodialysis เป็นต้น อนึ่ง วิธีการทางฟิสิกส์ - เคมีค่อนข้างมีค่าใช้จ่ายสูงมาก มักจะใช้ในการบำบัดน้ำเสียขั้นสูงเป็นส่วนใหญ่

เส้นใยธรรมชาติ

เส้นใย หมายถึง สิ่งที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียวยาว องค์ประกอบของเซลล์ ส่วนใหญ่ เป็น เซลลูโลส เกิดจากการรวมตัวของพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ของกลูโคส (glucose) ซึ่ง โมเลกุลของเซลลูโลสเรียงตัวกันในผนังเซลล์ของพืชเป็นหน่วยเส้นใยขนาดเล็กมาก เกิดการเกาะจับตัว กันเป็นเส้นใยขึ้น

เส้นใยธรรมชาติ (Natural fibers)

เป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ มีแหล่งกำเนิดมาจากธรรมชาติ ได้แก่ พืช สัตว์ และสินแร่ต่าง ๆ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์จากเส้นใยธรรมชาติถูกนำมาใช้ประโยชน์สามารถแบ่ง ออกได้เป็น 3 ชนิด (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2561) คือ

1. เส้นใยจากพืชหรือเส้นใยจากเซลลูโลส (Cellulose fibers) เป็นเส้นใยที่ ประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ เส้นใยที่หุ้มเมล็ด เส้นใยจากลำต้น เส้นใย จากใบ และเส้นใยจากผล เช่น ป่าน ปอ ลินิน ไยสับปะรด ไยมะพร้าว ฝ้าย นุ่น กระจูด เป็นต้น เซลลูโลสเป็นโฮโมพอลิเมอร์ ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสจำนวนมาก มีโครงสร้างเป็น กิ่งก้านสาขา

2. เส้นใยจากสัตว์ หรือเส้นใยโปรตีน (Protein fibers) เป็นเส้นใยที่ประกอบด้วย สารประเภทโปรตีน เช่น ขนสัตว์ (wool) ไหม (silk) ผม (hair) เล็บ เขา ไยไหม เป็นต้น เส้นใยเหล่านี้ มีสมบัติ คือ เมื่อเปียกน้ำ ความเหนียวและความแข็งแรงจะลดลงถ้าสัมผัสแสงแดดนาน ๆ จะสลายตัว

3. เส้นใยจากสินแร่ เช่น แร่ใยหิน (asbestos) ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ทน ไฟ ไม่นำไฟฟ้า

เส้นใยสังเคราะห์

เป็นเส้นใยที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นจากสารอนินทรีย์หรือสารอินทรีย์ใช้ทดแทนเส้นใยจาก ธรรมชาติ แบ่งเป็น 3 ประเภท

1. เส้นใยพอลิเอสเตอร์ เช่น เททรอน ใช้บรรจุในหมอน เพราะมีความยืดหยุ่นไม่ เป็นอันตรายต่อผิวหนัง สำหรับดาครอน (Dacron) เป็นเส้นใยสังเคราะห์พอลิเอสเตอร์อีกชนิด หนึ่ง ซึ่งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Mylar มีประโยชน์ทำเส้นใยทำเชือก และฟิล์ม

2. เส้นใยพอลิเอไมด์ เช่น ไนลอน (Nylon) เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์มีหลายชนิด เช่น ไนลอน 6,6 ไนลอน 6,10 ไนลอน 6 ซึ่งตัวเลขที่เขียนกำกับหลังชื่อจะแสดงจำนวนคาร์บอน อะตอมในมอนอเมอร์ของเอมีนและกรดคาร์บอกซิลิก ไนลอนจัดเป็นพอลิเมอร์พลาสติก มีความ แข็งมากกว่าพอลิเมอร์แบบเติมชนิดอื่น (เพราะมีแรงดึงดูดที่แข็งแรงของพันธะเพปไทด์) เป็นสารที่ติด ไฟยาก (เพราะไนลอนมีพันธะ C-H ในโมเลกุลน้อยกว่าพอลิเมอร์แบบเติมชนิดอื่น) ไนลอนสามารถ ทดสอบโดยผสมโซดาแลม (NaOH + Ca(OH)₂) หรือเผาจะให้ก๊าซแอมโมเนีย ประโยชน์ของไนลอน ใช้ในการทำเสื้อผ้า ถุงเท้า ถุงน่อง ขนแปรงต่าง ๆ สายกีตาร์ สายเอ็น ไม้แร็กเก็ต เป็นต้น

3. เส้นใยอะคริลิก เช่น ออริใช้ในการทำเสื้อผ้า ผ่านววม ผ้าขนแกะเทียม ร่มชายหาด หลังก้านแดด ผ้าม่าน พรหม เป็นต้น

4. เซลลูโลสแอสีเตด เป็นพอลิเมอร์ที่เตรียมได้จากการใช้เซลลูโลสทำปฏิกิริยากับ กรดออกซิดิกเข้มข้น โดยมีกรอซัลฟูริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การใช้ประโยชน์จากเซลลูโลสอะซีเตด เช่น ผลิตเป็นเส้นใยอาร์แนล 60 ผลิตเป็นแผ่นพลาสติกที่ใช้ทำแผงสวิทช์และหุ้มสายไฟ

เส้นใยกึ่งสังเคราะห์

เป็นเส้นใยที่ได้จากการนำสารจากธรรมชาติ มาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะกับการใช้งาน เช่น การนำเซลลูโลสจากพืชมาทำปฏิกิริยากับสารเคมีบางชนิด เส้นใยกึ่งสังเคราะห์ นำมาใช้ประโยชน์ได้มากกว่าเส้นใยธรรมชาติ ตัวอย่างเส้นใยกึ่งสังเคราะห์ เช่น วิสคอสเรยอง แคมเบอร์เกรยอง เป็นต้น

สมบัติของเส้นใย

โครงสร้างทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการเรียงตัวของโมเลกุลของเส้นใย เป็นสมบัติซึ่งมีผลโดยตรงต่อสมบัติของผ้าที่ทำขึ้นจากเส้นใยนั่นๆ เส้นใยโดยทั่วไปควรมีคุณสมบัติ ดังนี้คือ มีความแข็งแรง และทนทาน (strength and durability) สามารถปั่นได้ (can be spun) มีความสามารถในการดูดซับดี (absorbency) โดยทั่วไปผ้าที่ผลิตจากเส้นใยที่แข็งแรงจะมีความแข็งแรงทนทานตามไปด้วย หรือผ้าที่ผลิตขึ้นจากเส้นใยที่สามารถดูดซับน้ำได้ดีจะส่งผลให้ผ้าสามารถดูดซับน้ำและความชื้นได้ดี เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในส่วนที่มีการสัมผัสกับผิวและดูดซับน้ำ เช่น ผ้าเช็ดตัว ผ้าอ้อม เป็นต้น ดังนั้นการทราบสมบัติของเส้นใย จะทำให้สามารถทำนายสมบัติของผ้าที่มีเส้นใยนั่นๆ ได้และทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกชนิดของผลิตภัณฑ์ประเภทได้ถูกต้องตามความต้องการ ที่จะนำไปใช้งาน

ประโยชน์ของเส้นใย

การใช้ประโยชน์เส้นใยธรรมชาติ เช่น เส้นใยที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เส้นใยที่ใช้ยัดเป็นไส้ใน เส้นใยที่ใช้ทำกระดาด หรือเยื่อกระดาด เส้นใยที่ใช้ทำเชือก เป็นลักษณะรวมเส้นใย หรือกลุ่มเส้นใยขนาดใหญ่ ทำเกลียวถัก หรือปั่น ทำเป็นเชือก ใช้ทำแปรงทอเป็นผืนแบบเสื่อ ใช้ทำสิ่งของอื่น ๆ

ประโยชน์ของเส้นใยสังเคราะห์ เช่น เส้นใยพอลิเอสเตอร์ใช้ในการทำเชือก ด้าย แห อวน เส้นใยพอลิเอไมด์ใช้ในการทำเสื้อผ้า ถุงเท้า ถุงนอน ขนแปรงต่าง ๆ สายกีตาร์ สายเอ็น ไม่แฉีกแตก เป็นต้น เส้นใยอะคริลิก ใช้ในการทำเสื้อผ้า ผ้านวม ผ้าขนแกะเทียม ร่มชายหาด หลังคา กันแดด ผ้าม่าน พรม เป็นต้น และเซลลูโลสแอสีเตดใช้ผลิตเป็นแผ่นพลาสติกที่ใช้ทำแผงสวิทช์และหุ้มสายไฟ

แนวทางการนำเส้นใยธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น การผลิตฟองน้ำเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าวเพื่อใช้เป็นตัวดูดซับไขมันในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ได้นำฟางข้าวมาบดแล้วทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 18 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 45 ml อุณหภูมิการบ่ม 35 องศาเซลเซียส และอัตราส่วนระหว่างสารละลายชนิดกับโซเดียมที่ 1: 2 จะสามารถผลิตฟองน้ำให้มีประสิทธิภาพดีที่สุด และมีความสามารถดูดซับน้ำมันมากกว่าฟองน้ำมาตรฐานที่มีจำหน่ายทั่วไปเกือบสองเท่า (ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ และคณะ, 2549) ถัดมา มีการศึกษาการดูดซับคราบน้ำมันด้วยวัสดุที่มีรูพรุนนาโนธรรมชาติ เป็นการนำชีวมวลหรือวัสดุที่มีรูพรุน ได้แก่ ฟางข้าว กาบมะพร้าว และผักตบชวาแบบแห้งและแบบสด มาทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ น้ำมันดีเซล น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ใช้งานและใช้งานแล้ว การนำวัสดุนาโนธรรมชาติสามารถดูดซับคราบน้ำมันทุกประเภทได้เป็นอย่างดี คือ กาบมะพร้าว และผักตบชวา (พงษ์

ธิพันธ์ ผึ้งผาย และคณะ, 2018) ในปีเดียวกัน ได้ศึกษาสมบัติของเส้นใยกล้วยหอมทอง นำไปทำผลิตภัณฑ์เครื่องจักรสาน โดยใช้ส่วนลำต้นเทียบ ด้วยวิธีการแกะกาบกล้วยมาชุดเส้นใยได้ 12 ชั้น ส่วนหอยกกล้วยไม่สามารถนำมาแยกเส้นใยได้ ความยากากกล้วยชั้นที่ 1-7 ไม่แตกต่างกัน ส่วนชั้นที่ 8-12 มีความยาวของกาบแตกต่างกัน ลักษณะของเส้นใยกล้วยภายหลังการชุดและตากแห้งในที่ร่มจนแห้ง เส้นใยมีสีขาวขุ่น มีความเงามันเล็กน้อย มีขุยของเนื้อเยื่อเกาะติดอยู่บนเส้นใยจำนวนมาก ผลการวิเคราะห์สมบัติเชิงกลของเส้นใยกล้วยหอมทอง พบว่า เส้นใยกล้วยหอมทองมีขนาดเล็กกว่าใยกล้วยในสายพันธุ์อื่น มีความต้านทานต่อแรงดึงและยืดหยุ่นน้อยกว่า แต่มีค่าความต้านทานต่อแรงดึงมากกว่า จากขนาดของเส้นใยที่มีขนาดเล็ก แสดงให้เห็นว่ามีความละเอียดมากกว่า เมื่อนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ย่อมทำให้มีความกระด้างของผลิตภัณฑ์น้อยกว่า และไม่ควรรนำไปทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความแข็งแรงมาก (จินตนา อินภักดี และพลสุข บุญเนตร, 2018)

การนำเส้นใยกล้วยมาใช้ในการพัฒนาเป็นใยกรองจากธรรมชาติ เพื่อเป็นการพัฒนาเส้นใยพืชจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และทดแทนใยกรองสังเคราะห์ วิธีการแยกสกัดเส้นใยมีหลายวิธีทั้งวิธีทางกล เคมี และชีวภาพ สำหรับการแยกเส้นใยกล้วยในประเทศไทยนิยมการแยกเส้นใยด้วยมือ โดยการลอกผิวของกาบแข็งด้านนอก จากนั้นแยกเส้นใยจากเยื่อกล้วยด้วยมือ วิธีนี้จะได้เส้นใยสีขาวละเอียด ความยาวตามความยาวของกาบกล้วย มีขนาดเล็กคล้ายเส้นไหม สวยงาม จึงเป็นแนวทางหนึ่งของการพัฒนานวัตกรรมชุดกรองเส้นใยธรรมชาติจากพืช ที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและนำวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกล้วยหอมทองส่งออกมาเพิ่มมูลค่า

2.5 ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย สามารถแบ่งตามขั้นตอน ได้ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment) และการบำบัดเบื้องต้น (Primary Treatment) เป็นขั้นตอนทางกายภาพในการแยกสิ่งสกปรกที่มีขนาดใหญ่ ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำ โดยทั่วไปจะนิยมใช้ตะแกรง การบำบัดในขั้นตอนนี้ช่วยกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50-70 และลดค่า BOD ได้ประมาณร้อยละ 25-40 แล้วแต่คุณลักษณะของน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของถังตกตะกอน ตะแกรงมีไว้ใช้ในการดักเศษขยะต่าง ๆ จากน้ำเสีย เช่น เศษวัสดุ เศษใบไม้ เศษฝุ่น เศษดิน เป็นต้น มีประโยชน์ในการช่วยเสริมประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย และป้องกันความเสียหายที่มีต่อการทำงานของเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องปั๊มน้ำ เครื่องเติมอากาศ เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น ตะแกรงมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ ตะแกรงหยาบ ซึ่งมีขนาดระหว่างช่องว่าง 25 มม.ขึ้นไป และตะแกรงละเอียด มีช่องว่างระหว่าง 2 ถึง 6 มม. การใช้ตะแกรงชนิดใดขึ้นกับขนาดวัตถุที่ต้องการกรองออกจากน้ำเสีย แต่ต้องพิจารณาการทำความสะอาดตะแกรงหากมีการอุดตันของตะแกรงเนื่องจากตะแกรงที่มีร่องละเอียดเกินไป และต้องคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ทำตะแกรง ถ้าน้ำเสียมีความเป็นกรดต่างค่อนข้างสูงควรเลือกใช้วัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ในการบำบัดขั้นต้น ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 ชุดกรองทางกายภาพ (ถังบำบัดใบที่ 1) เป็นชุดกรองจากเส้นใยกล้วย ในขั้นตอนนี้คณะผู้วิจัยได้พัฒนาวัสดุกรองจากเส้นใยจากกาบกล้วยซึ่งได้จากต้นกล้วยที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง เมื่อตัดเครือกล้วยหอมแล้วจะตัดต้นกล้วยทิ้งด้วย ดังนั้นต้นกล้วยจึงเป็นวัสดุเหลือทิ้ง

จากกระบวนการผลิตกล้วยหอมทองส่งออกด้วยเช่นกัน ชุดกรองจากเส้นใยกาบกล้วยนี้ทำหน้าที่แทน ตะแกรงเหล็ก ใช้สำหรับกรองสิ่งเจือปนในน้ำทิ้งในระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น ก่อนส่งน้ำเสียผ่านชุด กรองถัดไป (ถึงบำบัดใบที่ 2)

ขั้นตอนที่ 2 ชุดกรองทางกายภาพ (ถึงบำบัดใบที่ 2) เป็นชุดกรองที่ประกอบด้วย ชั้นหิน ชั้นกรวดหยาบ ชั้นกรวดละเอียด ชั้นทรายหยาบ ชั้นทรายละเอียด (เรียงลำดับจากชั้นล่างสู่ชั้น บน) ทำหน้าที่กรองเศษวัสดุขนาดเล็ก และทำให้เกิดการตกตะกอนบริเวณด้านล่างของถัง การกำหนด ความหนาของชั้นกรอง การจัดลำดับของวัสดุตัวกรอง จึงต้องมีการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสม เพื่อให้ คุณภาพของน้ำหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

การบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง (Secondary Treatment) เป็นการลดความสกปรกของน้ำ เสียโดยวิธีการทางฟิสิกส์-เคมี

ขั้นตอนที่ 3 ชุดกรองทางเคมี (ถึงบำบัดใบที่ 3) เป็นชุดกรองที่ใช้วิธีการดูดซับด้วย ถ่าน (Carbon Adsorption) การดูดซับด้วยถ่านเป็นกระบวนการที่ใช้ผงถ่านดูดซับเอาสารเคมีบาง ชนิดที่ละลายในน้ำเสีย ผงถ่านที่นำมาดูดซับ เช่น สี กลิ่น รส ความขุ่น ค่าพีเอช ซีโอดี บีโอดี ยาฆ่า แมลง โลหะหนักต่าง ๆ สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ และค่าความเป็นด่าง(alkalinity) ของน้ำลดลง เป็นต้น ถ่านชนิดนี้มีการสังเคราะห์ขึ้นเป็นพิเศษ โดยทำให้มีรูพรุนหรือโพรงภายในเพื่อให้มีพื้นที่ผิว มากที่สุด มีวิธีการทำโดยการไล่ความชื้นออกจากวัตถุดิบ จากนั้นนำไปเผาให้เป็นถ่าน อุณหภูมิ ประมาณ 400-600 C และต้องเผาต่อที่อุณหภูมิประมาณ 750-950 องศาเซลเซียส ภายใต้ความชื้น ที่เหมาะสมเพื่อไล่ Tar ออกให้หมด ขั้นตอนนี้เรียกว่าการกระตุ้น (Activation) ถ่านกัมมันต์ที่มี จำหน่ายในประเทศไทยทำจากวัตถุดิบ 2 ประเภท คือ กะลามะพร้าว และถ่านหินปิทิมินัส งานวิจัยนี้ ใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว

ขั้นตอนที่ 4 ชุดเก็บน้ำสำรอง (ถึงเก็บน้ำใบที่ 4) สำหรับกักเก็บน้ำรอการนำกลับไป ใช้ซ้ำในกระบวนการ หรือการนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมอื่น ๆ ของโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอม ทองส่งออก

วัสดุกรอง

การเลือกใช้วัสดุกรองขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานต้องการกรองสิ่งใดออกจากน้ำ สามารถเลือกวัสดุ กรองได้ตามความเหมาะสม ดังนี้

- เส้นใยกล้วย

กระบวนการพัฒนาชุดเส้นใยจากกาบกล้วย โดยนำกาบกล้วยจากลำต้นกล้วยมาตัด ให้ได้ความยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร แล้วชุดเยื่อกล้วยออกให้เหลือแต่เปลือกแข็งด้านนอก แยกเป็นเส้น แช่น้ำส้มสายชูเป็นเวลา 10 นาที ล้างน้ำสะอาด แยกในที่ร่มให้แห้ง ตัดใยกล้วยให้มี ขนาดความยาวประมาณ 3-4 เซนติเมตร บรรจุใส่ถุงตาข่าย

- ทรายกรอง

เมื่อต้องการกรองสิ่งสกปรก สนิมเหล็ก ตะกอนหรือโคลน ทรายกรอง จะต้องเป็นทราย ละเอียด เม็ดทรายต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน สามารถนำไปร่อนด้วยตะแกรงให้ได้ขนาดเม็ดทราย ประมาณ 0.5 มิลลิเมตร

- กรวดกรอง

เมื่อต้องการใช้รองพื้นวัสดุกรองทุกชนิด ขนาดประมาณ $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ นิ้ว

- ถ่านกะลามะพร้าว

ลักษณะสมบัติเด่นของถ่านที่ใช้เป็นตัวดูดซับสิ่งสกปรกในน้ำเสีย คือ มีรูพรุนทำให้มีพื้นที่ผิวมาก สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หลังฟื้นฟูสภาพ (Regeneration) นอกจากนี้ยังพบว่าสารอินทรีย์ที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวของถ่านจะถูกย่อยสลายไปด้วยจุลินทรีย์ที่เกาะที่ผิวของถ่าน ทำให้ถ่านมีความสามารถในการดูดซับสารอินทรีย์ได้อีกครั้ง ซึ่งหลักการนี้จะเรียกว่า Bio regeneration สำหรับวิธีการเผาถ่านในเตาที่มีออกซิเจนร้อนแดงเพื่อไล่สารพวกไฮโดรคาร์บอน แล้วนำมาแอกติเวตด้วยก๊าซ จนโครงสร้างพรุนไปทั่ว จากนั้นนำมาแยกขนาด ผงถ่านพวกนี้เมื่อทำมาจะคล้ายวัสดุในถังกรอง โดยปล่อยให้ผ่านเสียที่ต้องการกำจัดไหลผ่านถังกรองถ่านช้า ๆ เพื่อให้เกิดการดูดซับได้เต็มที่ น้ำที่ผ่านการกรองนี้แล้วจะระบายทิ้งหรือนำกลับมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ (จอช เคิร์นส์, 2013) เมื่อต้องการกำจัดสี กลิ่น รส ซึ่งเกิดจากสารอินทรีย์ ตะกอน สารกำจัดศัตรูพืช ผงซักฟอก ความลึกของชั้นกรอง 0.50 เมตร (ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม, 2561)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรวิทย์ จันทรสุวรรณ และสุพัตรา จันทรสุวรรณ (2548) การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้นถังกรองขจัดตะกอนขุ่น ออกไซด์ของธาตุเหล็กและแมงกานีส ถังกรองขจัดตะกอนขุ่นภายในบรรจุสารกรองแอนทราไซด์ หรือ manganese greensand เพื่อขจัดตะกอนขุ่น ออกไซด์ของธาตุเหล็ก และแมงกานีส เนื่องจากสภาพไร่อากาศ เหล็กและแมงกานีส จะอยู่ในรูปของสารประกอบเฟอร์รัสไบคาร์บอเนต และแมงกานีสไบคาร์บอเนต ซึ่งละลายน้ำได้ดีสังเกตได้จากเมื่อสูบน้ำขึ้นมาใหม่ ๆ จะใส ตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศสักครู่ก็จะขุ่น และเกิดตะกอนสีแดงของเพอร์ริกไฮดรอกไซด์ มีกระบวนการกรองเพื่อขจัดออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส เหล็กจะตกตะกอนสมบูรณ์ใช้เวลาอย่างน้อย 10 นาที แมงกานีสใช้เวลาอย่างน้อย 60 นาที ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นเองในขณะสูบน้ำขึ้นตามบ่อบาดาลแล้วสัมผัสกับอากาศ ในทางปฏิบัติควรจะมีถังกรองทรายเพื่อกำจัดตะกอนเหล็กและแมงกานีสก่อน แล้วค่อยผ่านน้ำเข้าไปยังถังกรองที่บรรจุสารกรองแอนทราไซด์ หรือ manganese greensand ถึงขจัดตะกอนขุ่น สารอินทรีย์ สี กลิ่น บรรจุถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) เช่น ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านโค้ก นิยมใช้สำหรับกรองน้ำ ถ่านที่ผลิตจากกะลามะพร้าวสำหรับกรองอากาศดูดสารละลายอินทรีย์ ใช้ในการบำบัดน้ำเสียและน้ำดื่ม

มลสดา ลิ่วโรสง และ ทวีช จิตรสมบูรณ์ (2556) ได้ศึกษาการผลิตภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากกากบักล้วยเป็นภาชนะสำหรับบรรจุอาหารในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่ผลิตด้วยวัสดุจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีนอกจากจะเป็นการไม่ยั่งยืนแล้วภาชนะเหล่านี้ยังไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติหรือต้องใช้เวลาในการย่อยสลายนานหลายร้อยปีส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้จึงได้คิดค้นและทดลองผลิตภาชนะจากวัสดุธรรมชาติ โดยเลือกใช้กากบักล้วยเป็นส่วนผสมหลักและใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานโดยทำการขึ้นรูปด้วยกระบวนการอัดแบบให้ความร้อนไปในตัว จากนั้นทำการศึกษาผลกระทบของปัจจัย การผลิตต่าง ๆ คือ ความหนา ความ เหนียวของเส้นใยกล้วย อุณหภูมิและแรงดัน ที่ใช้ในการอัดอัตราส่วนผสมระหว่างกากบักล้วยและแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งจะใช้

ปริมาณแป้งมันสำปะหลังให้น้อยที่สุด เพื่อช่วยลดต้นทุน ในการผลิต ปัจจัยดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อสมบัติ ต่าง ๆ ของวัสดุ ซึ่งสมบัติที่จะทำการศึกษาได้แก่ สมบัติการต้านแรงดัด โค้ง โมดูลัส แรงดัดโค้ง ค่าความหนาแน่น และสมบัติการซึมน้ำ

ศศิณัฐ หล่อธนารักษ์ (2558) ได้ศึกษาคุณสมบัติการแปรรูปโยกล้วย เพื่อนำมาออกแบบ ฉากกั้น (Partition) สำหรับตกแต่งที่พักอาศัยขนาดเล็ก โดยศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสาร วิชาการ และเว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางรวมถึงลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลภาคสนามและทำการทดลองวัสดุ เพื่อ วิเคราะห์คุณสมบัติและแนวทางการขึ้นรูปของโยกล้วยเพื่อนำมาออกแบบฉากกั้น (Partition) โดยมี การตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบ 3 ท่าน โดยตรวจสอบและแนะนำทั้ง 2 แนวทาง ได้แก่ การพับเก็บ และแบบโมดูลาร์ เพื่อนำวิธีการและรูปแบบ มาใช้ให้เหมาะสมกับการ ผลิตเป็นฉากกั้นสำหรับตกแต่งที่พักอาศัย โดยแบบที่คะแนนสรุปจากการ ตรวจสอบมากที่สุด คือ รูปแบบโมดูลาร์ เนื่องจากเป็นวิธีการที่น่าสนใจ ในด้านของการใช้งาน เพราะสามารถถอดเก็บและ ปรับเปลี่ยนได้ตามพื้นที่และการใช้งาน จากนั้นได้สำรวจความพึงพอใจจากกลุ่ม ตัวอย่าง 100 คน ที่มี ต่อผลิตภัณฑ์พบว่ามียกระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ ดี ค่าเฉลี่ย 4.30 (S.D. = 0.6572914) โดยหัวข้อด้านประโยชน์ใช้สอยมีความพึงพอใจระดับ ดี มีค่าเฉลี่ยรวม 4.375 (S.D. = 0.5545586) ด้านความสวยงามมีความพอใจระดับ ดี มีค่าเฉลี่ยรวม 4.08 (S.D. = 0.6658527) ด้านความ ปลอดภัยมีความพึงพอใจระดับ ดีมาก มีค่าเฉลี่ยรวม 4.68 (S.D. = 0.4900295) ด้านวัสดุและการ ผลิต มีความพึงพอใจระดับ ดี มีค่าเฉลี่ยรวม 4.04 (S.D. = 0.840292) และด้านตลาดมีความพึงพอใจระดับ ดี มีค่าเฉลี่ยรวม 4.37 (S.D. = 0.744724)

โรสลีนา จาราแวน (2559) ได้ศึกษางานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตฉนวนกันความร้อน จากเส้นใยธรรมชาติ โดยทดสอบสมบัติ ทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลความร้อนของฉนวนกันความร้อน ที่ผลิตจากเส้นใยหญ้าคา ไยมะพร้าว กาบกล้วย ฟางข้าว และกาบหมาก และใช้น้ำยารพาราเป็น ตัวประสานให้วัสดุสามารถยึดติด แผ่น ฉนวนที่ผลิตได้มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ มีขนาด $15 \times 15 \times 3$ cm³ จากผลการทดสอบพบว่า ฉนวนกัน ความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.020-0.021 g/cm³ ค่าการดูดซึมน้ำของ หญ้าคา ไยมะพร้าว กาบกล้วย ฟางข้าว และกาบหมากมี ค่าเท่ากับ 5.76%, 6.06%, 7.08%, 3.12%, 6.45% ตามลำดับ ค่าทนต่อแรงดึงสูงสุดที่ฉนวนกัน ความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติ นั้นมีค่าเท่ากับ 0.003 Mpa, 0.0013 Mpa, 0.0014 Mpa, 0.0016 Mpa, 0.0034 Mpa และ 0.0006 Mpa ตามลำดับ ค่าประสิทธิภาพนำความร้อนมีค่าเท่ากับ 0.022 W/m·K , 0.023 W/m·K , 0.028 W/m·K , 0.021 W/m·K , 0.017 W/m·K ตามลำดับ เมื่อ เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของ ฉนวนกาบหมากกับฉนวนใยแก้วที่ได้จากเชิงพาณิชย์ มีค่าเท่ากับ 0.035 W/m·K จะเห็นได้ว่าฉนวนกัน ความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติมีค่าการนำความร้อน ที่น้อยกว่าฉนวนใยแก้ว จากผลการวิจัยพบว่า สามารถนำวัสดุธรรมชาติทั้ง 5 มาผลิตเป็นฉนวนกัน ความร้อนได้และผลการวิเคราะห์สภาพพื้นผิวจาก ภาพถ่าย SEM ได้ผลสอดคล้องว่าฉนวนกันความร้อนจากกาบหมากเป็นฉนวนที่ดีที่สุดในงานวิจัยนี้

จินตนา อินภักดี และ พูลสุข บุญเนตร (2561) ได้ศึกษาคุณสมบัติของเส้นโยกล้วยหอม ทองย้อมสีธรรมชาติสำหรับใช้ในการทำเครื่องจักรสาน จากการใช้ส่วนลำต้นเทียม โดยแกะกาบกล้วย มาชุบเส้นใยได้ 12 ชั้น ส่วนหอยกกล้วยไม่สามารถนำมาแยกเส้นใยได้ ความยาวของกาบกล้วยชั้นที่

1-7 ไม่แตกต่างกัน ส่วนชั้นที่ 8-12 มีความยาวของกาบแตกต่างกัน จากการทดสอบน้ำหนักของกาบกล้วยหอมทองแต่ละชั้น ผลการศึกษาคุณสมบัติของเส้นใยกล้วยหอมทอง พบว่า ลักษณะทั่วไปของกาบกล้วยหอมทองภายหลังจากตัดผลแล้วมีกาบแห้งห่ออยู่โดยรอบ เมื่อเลาะส่วนที่แห้งออก พบกาบชั้นนอกสุดมีสีเขียวอ่อนและสีจางลงเรื่อย ๆ ตามลำดับชั้นของกาบ จนกาบเป็นสีขาวขุ่น ลักษณะเส้นใยหลังจากการชุบและตากแห้งในที่ร่มจนแห้ง พบว่าเส้นใยมีสีขาวขุ่น มีความเงามันเล็กน้อย มีขุยของเนื้อเยื่อเกาะติดอยู่บนเส้นใยจำนวนมาก เพื่อให้เส้นใยแยกตัวออกจากกันและเรียงตัวกันเป็นระเบียบ จะใช้วิธีการเช่นเดียวกับการหิ้วมแต่ใช้นิ้วมือแทรกเข้าไปในระหว่างกลุ่มเส้นใยแล้วดึงปริมาณและความยาวของเส้นใยกล้วยหอมทอง พบว่า กาบกล้วยแต่ละชั้นมีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักอยู่ระหว่าง 231.03 - 239.01 กรัม ขนาดของเส้นใย ความคงทนต่อแรงดึง และค่ายังโมดูลัสของเส้นใยไม่แตกต่างกัน ค่าแรงต้านทานภายในของกาบชั้นที่ 4 มีความแตกต่างกันกับกาบชั้นอื่น ๆ กาบที่ 1 มีความคงทนต่อแรงดึงมากที่สุด กาบที่ 4 มีค่ายังโมดูลัสมากที่สุด

ในปัจจุบันกระบวนการผลิตในหลายๆ อุตสาหกรรมต้องการน้ำเพื่อผลิตสินค้า ซึ่งทรัพยากรน้ำนับวันยิ่งหายากและมีต้นทุนสูง ดังนั้นการนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่เพื่อใช้ในกระบวนการผลิต จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อลดต้นทุนน้ำดิบและแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในอนาคต อีกทั้งช่วยลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยใช้เทคโนโลยีการกรอง ด้วยเยื่อกรองเส้นใยกล้วยธรรมชาติ ซึ่งออกแบบลดการนำสิ่งเหลือทิ้งขนาดใหญ่เข้าไปในระบบกรองน้ำ ยืดอายุการทำความสะดวกชุดกรองน้ำได้มาก

พงษ์พันธ์ ผึ้งผาย อำนวย วัฒนกรสิริ และนภาพร แข่งขัน (2561) ทำการศึกษาการดูดซับคราบน้ำมันด้วยวัสดุที่มีรูพรุนนาโนธรรมชาติ เป็นการนำชีวมวลหรือวัสดุที่มี รูพรุนนาโนธรรมชาติ ได้แก่ ฟางข้าว กาบมะพร้าว และผักตบชวาแบบสดและแบบแห้ง มาทดสอบ ประสิทธิภาพการดูดซับคราบน้ำมันโดยการจุ่มวัสดุดูดซับลงในน้ำมัน 5 ชนิด คือ น้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ น้ำมันดีเซล น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ใช้งาน และน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว ผลการวิจัยพบว่า วัสดุที่มีรูพรุน นาโนธรรมชาติที่สามารถดูดซับคราบน้ำมันทุกประเภทได้เป็นอย่างดี คือ กาบมะพร้าว และผักตบชวาแบบแห้งโดยกาบมะพร้าวสามารถดูดซับคราบน้ำมันในน้ำมันทุกชนิดได้อยู่ในระดับที่ดีมาก คือ อยู่ในช่วง ร้อยละ 98.00-100 และชนิดของน้ำมันที่กาบมะพร้าวดูดซับได้มากที่สุด คือ น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ใช้งาน (100%) เนื่องจากกาบมะพร้าวมีลักษณะแห้งและเป็นขุยมีขนาดเล็ก ๆ มีขนหรือหนามเล็ก ๆ พื้นผิว หยาบ ลักษณะเป็นเส้นใยฝอย ทำให้มีพื้นที่ผิวมาก ไม่เปียกน้ำ และมีน้ำหนักเบา ทำให้สามารถลอยน้ำ อยู่ได้นานและมีเวลามากพอที่จะดูดซับคราบน้ำมันได้มาก ส่วนวัสดุอีกชนิดที่มีประสิทธิภาพการดูดซับ คราบน้ำมันในระดับดีมาก คือ ผักตบชวาแบบแห้ง สามารถดูดซับอยู่ในช่วง ร้อยละ 92.00-96.00 ชนิดของน้ำมันที่ผักตบชวาแบบแห้งสามารถดูดซับได้ดีที่สุด คือ น้ำมันสัตว์ และน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว (96% และ 96%) เนื่องจากผักตบชวาแบบแห้ง มีน้ำหนักที่เบาภายในวัสดุมีรูพรุนขนาดใหญ่และไม่มีน้ำ อยู่ในโพรงที่คอยกักขวางการดูดซับคราบน้ำมันชนิดต่าง ๆ จึงทำให้น้ำมันเข้าไปในโพรงได้จำนวนมาก ส่งผลให้ผักตบชวาแบบแห้งดูดซับคราบน้ำมันได้ดี

รัชกร ช่งกุล และนิภาพร นบนอบ (2561) ศึกษาวิจัยเชิงทดลอง การประยุกต์ใช้ถังดักไขมันในครัวเรือนโดยกระบวนการอิเล็กทรอนิกส์และพีชน้ำ สำหรับบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนเขตอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งจากครัวเรือนก่อนและหลังบำบัด

กับถังดักไขมันธรรมดาทั่วไปที่ใช้ทั่วไปตามตัวชี้วัด ได้แก่ ค่าความเป็นกรดและด่าง บีโอดี ของแข็งแขวนลอย ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม และน้ำมันและไขมัน ผลการศึกษา พบว่า น้ำทิ้งที่บำบัดจากถังดักไขมันในครัวเรือนโดยกระบวนการอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ วัสดุไฟฟ้า 3 ชนิด คือ กราไฟต์ ทองแดง และอลูมิเนียม ในส่วนพีชน้ำ ได้แก่ หน้าแฉกและจอก มีคุณภาพน้ำที่ดีกว่าหรือใกล้เคียงถังดักไขมันธรรมดาที่ใช้ทั่วไปทุกตัวชี้วัด และมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งความเป็นกรดและด่าง บีโอดี ของแข็งแขวนลอย ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม ยกเว้นน้ำมันและไขมัน สรุปได้ว่าถังดักไขมันในครัวเรือนโดยกระบวนการอิเล็กทรอนิกส์และพีชน้ำ สามารถบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนได้แต่ทั้งนี้ขึ้นกับคุณลักษณะของน้ำเสียและตัวชี้วัดที่ต้องการบำบัด

องอาจ เอี่ยมสะอาด (2561) นำเสนอการบำบัดของเสียในน้ำโคลนเหลวจากการขุดเจาะโดยใช้เปลือกมันสำปะหลัง ในการปฏิบัติงานขุดเจาะนอกชายฝั่ง น้ำโคลนเหลวจะใช้เพื่อผลักดันเศษหิน ดิน อันเกิดจากการขุดเจาะในออกจากหลุมเจาะ จากผลดังกล่าวทำให้น้ำโคลนมีสารโลหะหนักปนเปื้อนมาก ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นน้ำโคลนจะต้องได้รับการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม โดยวิเคราะห์หาวิธีการใช้เปลือกมันสำปะหลังเพื่อกดซับโลหะหนักจากน้ำโคลน ด้วยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการดูดซับของเปลือกมันสำปะหลังเพื่อกำจัดโลหะหนัก ได้แก่ แบริยม แคมเมียม โครเมียม และตะกั่ว ผ่านการทดลองในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่าการเพิ่มน้ำหนักเปลือกมันสำปะหลังมีผลต่อการดูดซับโลหะอย่างมีนัยสำคัญ น้ำโคลนเหลว 100 มิลลิลิตร ต้องใช้เปลือกมันสำปะหลัง 150 กรัม และอาศัยเวลาการดูดซับ 60-90 นาที เพื่อบำบัดน้ำโคลนให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมของประเทศไทยเวลาที่มีประสิทธิภาพ คือ 30 นาที การปรับความเป็นกรด-ด่าง ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการบำบัดของเสียในน้ำโคลน สำหรับแบริยม การใช้เปลือกมันสำปะหลังปริมาณ 250 กรัม ร่วมกับการใช้เวลาดูดซับ 90 นาที สามารถลดการปนเปื้อนแบริยมลงได้ แต่ยังไม่เพียงพอในการผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมของประเทศไทย

รัฐพล หงส์เกรียงไกร และคณะ (2562) ศึกษาการกำจัดตะกั่วออกจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยไบผักแพวซึ่งเป็นผักพื้นบ้านและเป็นพืชประจำท้องถิ่นที่สามารถหาได้ง่าย โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับตะกั่ว ได้แก่ พีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ น้ำหนักตัวดูดซับไบผักแพว และเวลาที่ใช้ในการดูดซับ จากผลการทดลองพบว่าสภาวะที่มีการกำจัดโลหะตะกั่วออกจากน้ำเสียมากที่สุด คือ ค่าพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 5 ความเข้มข้นเริ่มต้นตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 1100 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำหนักตัวดูดซับไบผักแพวเท่ากับ 0.05 กรัม เวลาในการดูดซับ 30 นาที ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วออกจากน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 107 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวดูดซับ ผลจากการทดลองตัวดูดซับไบผักแพวมีค่าประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วสูง จึงสามารถนำไปใช้เป็นตัวดูดซับชนิดใหม่สำหรับการกำจัดตะกั่วออกจากน้ำเสียได้ เมื่อวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันทางเคมีของตัวดูดซับไบผักแพวก่อนการดูดซับและหลังการดูดซับตะกั่วด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์พบว่าการเปลี่ยนแปลงหมู่ฟังก์ชันไฮดรอกซิลซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันทางเคมีที่สำคัญของไบผักแพว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง การบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์ โดยคณะผู้วิจัยดำเนินการออกแบบระบบบริหารจัดการน้ำ พัฒนาชุดกรองเส้นใยจากกล้วย และสร้างชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย มีรูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยแบบทดลอง (Experimental research) มีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1. สำรวจและรวบรวมข้อมูล
2. วิเคราะห์คุณภาพน้ำ
3. ออกแบบและโครงสร้างชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
4. ชุดกรองจากใยกล้วย

สำรวจและรวบรวมข้อมูล

สมาชิกกลุ่มผู้ผลิตกล้วยหอมส่งออกจำนวน 5 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มสหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร อำเภอนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี กลุ่มเกษตรกรทำสวน หุ่นควัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร กลุ่มผู้ปลูกกล้วยหอมทองเพื่อส่งออกสหกรณ์นิคมท่าแซะ อำเภوتاแซะ จังหวัดชุมพร กลุ่มสหกรณ์กล้วยหอมทองปลอดสารเคมี อำเภอสวี จังหวัดชุมพร และกลุ่มกล้วยหอมทองตำบลถ้ำสิงห์ จังหวัดชุมพร คณะผู้วิจัยได้พิจารณาถึงความพร้อมในด้านบุคลากร สถานที่ การติดตั้ง ความเหมาะสมในการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย จึงใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง เลือกกลุ่มเกษตรกรทำสวน หุ่นควัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้

รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารประกอบการกิจการ เอกสารสัญญา คู่มือสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยหอมส่งออกสำหรับกลุ่มผู้ผลิตกล้วยหอมส่งออก ข้อมูลจากการลงพื้นที่ การสังเกตการณ์ การพูดคุย การสัมภาษณ์สมาชิกในกลุ่มทั้ง 5 กลุ่ม เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มผู้ผลิตกล้วยหอมทองส่งออก

ปริมาณการใช้น้ำต่อครั้ง

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำเข้าและออกจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองส่งออกภายในอ่างสแตนเลสเพื่อตรวจคุณภาพน้ำ ณ กลุ่มเกษตรกรทำสวน หุ่นควัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร ปริมาณการใช้น้ำของโรงงาน เฉพาะนำมาใช้ในการชะล้างกล้วยหอม มีดังนี้

1. อ่างชะล้าง ทำจากสแตนเลสใช้บรรจุน้ำสำหรับชะล้างทำความสะอาด จำนวน 2 ช่องทาง ๆ ละ 3 ชุด รวมเป็น 6 ชุด สำหรับบรรจุน้ำใช้ในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง อ่างชะล้างบรรจุน้ำมีขนาด กว้าง × ยาว × สูง ดังนี้

อ่างชะล้างใบ ที่ 1 มีขนาด 77 × 460 × 40 เซนติเมตร สามารถบรรจุปริมาณน้ำเท่ากับ 1,416.8 ลิตร

อ่างชะล้างใบ ที่ 2 มีขนาด 77 × 250 × 40 เซนติเมตร สามารถบรรจุปริมาณน้ำเท่ากับ 770 ลิตร

อ่างชะล้างใบ ที่ 3 มีขนาด 77 x 120 x 40 เซนติเมตร สามารถบรรจุปริมาณน้ำเท่ากับ 369.6 ลิตร

2. ลักษณะการใช้น้ำ

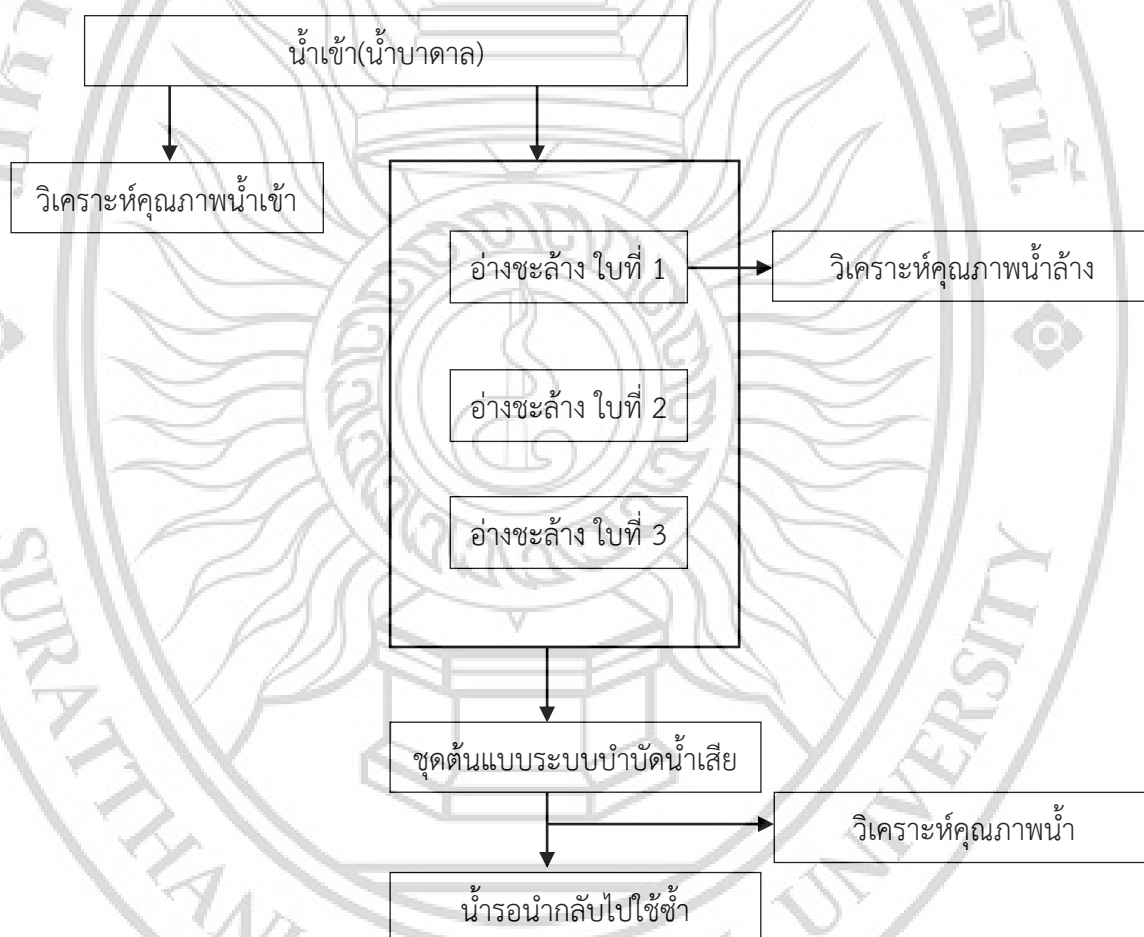
โรงงานโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองมีลักษณะการใช้น้ำ ดังนี้ เติมน้ำเข้าสู่ภาชนะบรรจุน้ำจำนวน 3 ถัง จนน้ำเต็มทุกถัง คิดปริมาณได้ 2,556.4 ลิตร/ช่อง จำนวน 2 ช่องทาง รวมเป็น 5,112.8 ลิตร ขณะล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทอง จะเปิดน้ำเข้าถังตลอดเวลา ให้น้ำไหลผ่านด้านบนของถังสแตนเลสบรรจุน้ำทั้ง 3 ใบ เมื่อใส่กล้วยเข้าไปในถังอ่างชะล้างใบที่ 1 น้ำจะล้นออกมา โดยมีวัตถุประสงค์ให้เศษวัสดุทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักเบาซึ่งจะลอยอยู่บนผิวน้ำให้ไหลออกจากขอบบนของถังตกลงบนพื้นด้านล่าง รวมถึงเป็นวิธีการกำจัดคราบไขมันหรือคราบยางกล้วยที่ลอยอยู่บนผิวน้ำให้ไหลออกด้วยเช่นกัน แต่วิธีการนี้จะต้องเติมน้ำเข้าสู่ระบบตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน สามารถคำนวณปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างชะล้างใบที่ 1 โดยประมาณของน้ำประมาณ 1-3 ลิตรต่อนาที ขึ้นอยู่กับปริมาณกล้วยที่บรรจุลงอ่างอ่างชะล้างใบที่ 1 โรงงานแพ็คกิ่งปฏิบัติงานต่อวันเฉลี่ย 8 ชั่วโมง/วัน/สัปดาห์ เพราะฉะนั้นจากกระบวนการชะล้างจะมีการปล่อยน้ำทิ้ง(เฉพาะถึงอ่างชะล้างใบที่ 1) คิดเป็นจำนวนประมาณ 1,440 ลิตร/วัน รวมกับ ปริมาณน้ำเต็มถังใบที่ 1 ประมาณ 1,416.8 ลิตร ดังนั้น ถังอ่างชะล้างใบ ที่ 1 ใช้น้ำปริมาณ 2,856.8 ลิตร/วัน หรือประมาณ 3,000 ลิตรต่อวัน รวมปริมาณการใช้น้ำของภาชนะบรรจุน้ำทั้ง 3 ใบ เท่ากับ 3,996.4 ลิตร/วัน หรือประมาณ 5,000 ลิตร/วัน/ช่องทาง



ภาพที่ 6 อ่างชะล้างทำจากสแตนเลสเป็นภาชนะบรรจุน้ำ จำนวน 2 ช่องทาง ๆ ละ 3 ใบ

วิเคราะห์คุณภาพน้ำ

คณะผู้วิจัย ให้ความสำคัญต่อกระบวนการชะล้างกล้วยหอมต้องใช้ความระมัดระวัง เนื่องจากอาจจะส่งผลกระทบต่อ การส่งออกกล้วยหอมทองของทางกลุ่มได้ การเลือกวิธีการบำบัดน้ำเสีย และการกำหนดระบบการบริหารจัดการน้ำเสียจึงต้องทำด้วยความรอบครอบ และในกระบวนการบำบัดน้ำเสียไม่ควรนำสารเคมีอื่นเข้ามาเพื่อลดความเสี่ยงต่อการตกค้างไปกับกล้วยหอมทอง ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงสรุปแนวทางในการบำบัดน้ำเสียเพื่อลดความเสี่ยง โดยการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือแหล่งน้ำของชุมชน โดยยังไม่นำน้ำกลับเข้าไปใช้ในกระบวนการชะล้างจนกว่าจะได้รับการตรวจสอบว่าไม่มีสิ่งตกค้าง ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อ การส่งออกได้



ภาพที่ 7 ขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งระบบ

ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. กำหนดจุดสำคัญสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์
2. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลคุณภาพน้ำเข้าก่อน-หลัง ผ่านกระบวนการชะล้างกลิ่นหอม
3. วิเคราะห์ผลคุณภาพน้ำหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพการบำบัดของชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย
4. ตัวแปรที่ศึกษาคุณลักษณะสมบัติของน้ำเข้า ได้แก่ ค่าซีโอดี บีโอดี ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) ของแข็งแขวนลอย (SS) ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (VSS) น้ำมันและไขมัน และ VFAs (Volatile Fatty Acids) รวมทั้งแร่ธาตุต่าง ๆ ประกอบ ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และค่าการนำไฟฟ้า
5. ใช้มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทั้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน อ้างอิงจากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทั้งจากระบบการบำบัดน้ำเสียของชุมชน

วิธีการเก็บรวบรวมสิ่งสกปรกเจือปนในน้ำ

- ลักษณะทางกายภาพของวัสดุที่เจือปนในน้ำ แบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่
1. วัสดุที่มีน้ำหนักเบาสามารถลอยอยู่บนผิวน้ำได้ เช่น เศษใบไม้ เกสรกล้วย คาบยาง เป็นต้น มีขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ใช้ตะแกรงทำจากพลาสติกดักตัวอย่างออกจากอ่างล้างกล้วยหอม
 2. วัสดุที่มีน้ำหนัก จะจมลงสู่ก้นอ่าง เช่น เศษดิน เศษหิน เศษทราย เศษคาบยางที่เกาะกลุ่มกันเป็นสีขาวขุ่น เป็นต้น ใช้สายยาวดักตัวอย่างเก็บใส่ขวดพลาสติกใส
 3. สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำล้างทำความสะอาดผลกล้วยหอม



ภาพที่ 8 ลักษณะของสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำ เช่น ผุ่นผงที่มีน้ำหนักขนาดเล็ก คราบไขมัน ตะกอนจากยางกล้วย เศษดิน เศษใบไม้ เศษเกสรกล้วย เศษอื่น ๆ เป็นต้น



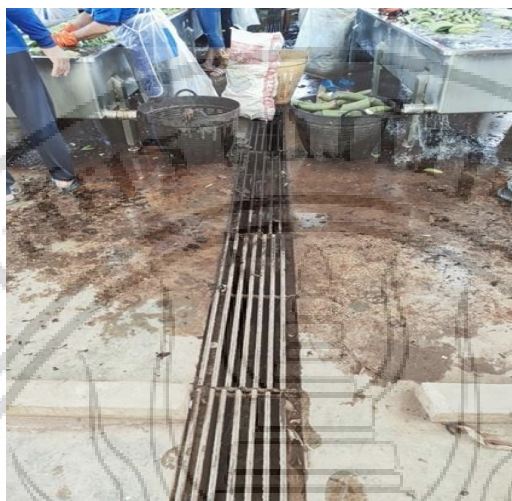
ภาพที่ 9 ลักษณะของสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำ เช่น เศษดิน เศษใบไม้ เศษเกรสรกล้วย เศษอื่น ๆ



ภาพที่ 10 ปริมาณของสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำ เช่น เศษดิน เศษใบไม้ เศษเกรสรกล้วย เศษอื่น ๆ



ภาพที่ 11 วัสดุเหลือทิ้งจากระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองส่งออก เช่น แกนเครือกล้วย



ภาพที่ 12 ช่องทางการระบายน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอม เมื่อน้ำล้นบ่อเศษวัสดุต่าง ๆ จะสะสมบนพื้นด้านล่าง และจะไหลรวมกันที่ตะแกรง ลงสู่จุดรวมน้ำ จุดที่ 1 ด้านนอกโรงงาน



(จุดที่ 1)



(จุดที่ 2)

ภาพที่ 13 จุดรวมน้ำทั้งจากกระบวนการจุดที่ 1 จุดรวมน้ำทั้งจากกระบวนการจุดที่ 2 ก่อนน้ำทั้งจะไหลไปยังบ่อเก็บน้ำของโรงงาน กลุ่มเกษตรกรทำสวน



ภาพที่ 14 ป่อเก็บพักน้ำเสียบริเวณด้านหลังโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก

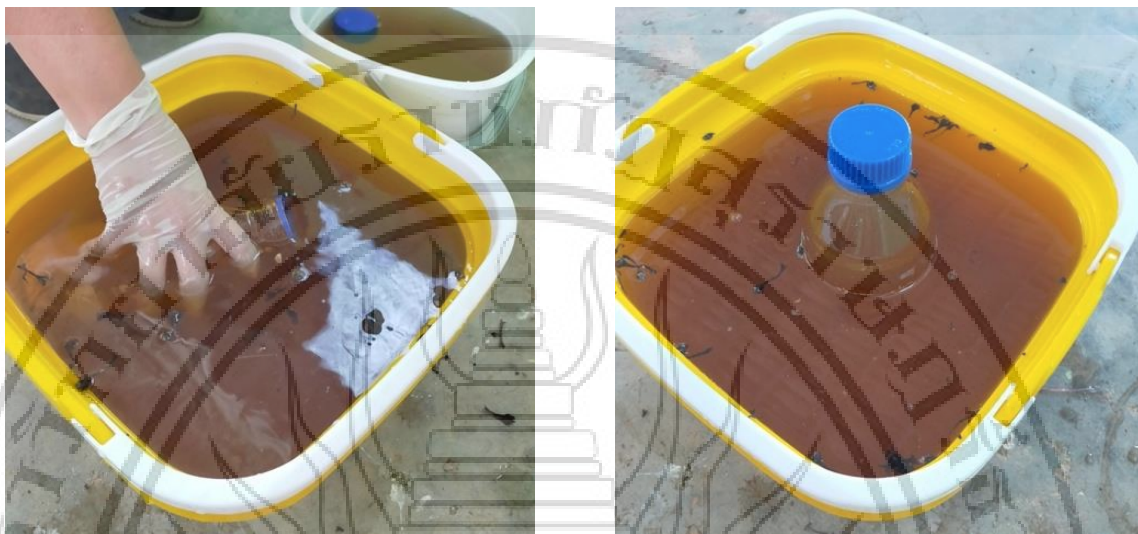
ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำ

เตรียมอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ขวดแก้วขนาด 1 ลิตร จำนวน 2 ขวด ถังพลาสติก จำนวน 1 ถัง กระจกน้ำแข็งจำนวน 1 ใบ กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง จุดเก็บน้ำเข้าและจุดเก็บน้ำล้างระหว่างกระบวนการล้างกล้วยหอม

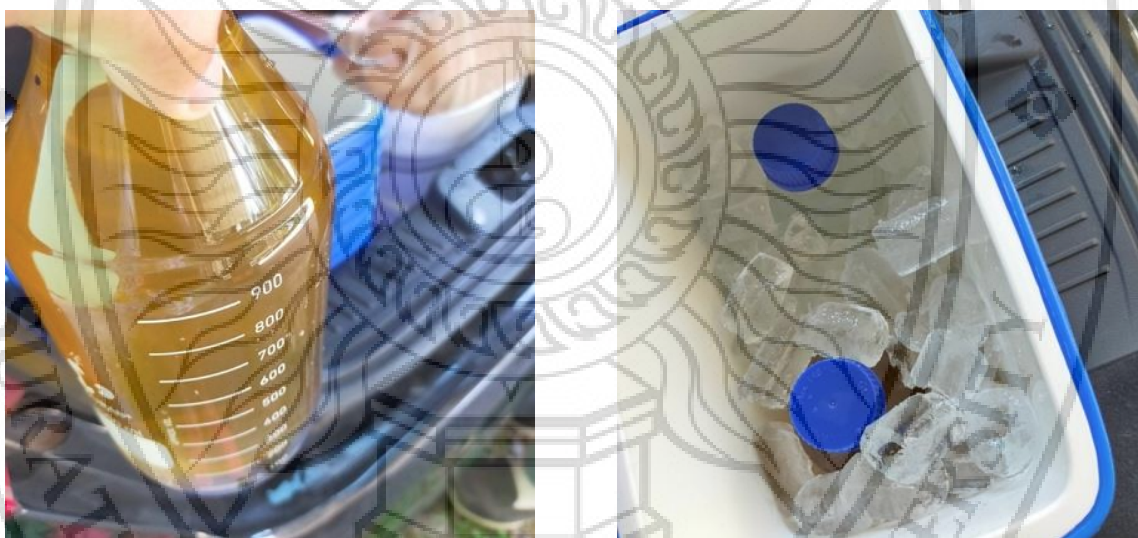
วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย มีดังนี้ เก็บน้ำตัวอย่างแบบจ้วง (Grab sampling) ช่างตรงกลางภาชนะบรรจุน้ำล้างลึกลงไปประมาณ 20 เซนติเมตร ของภาชนะใบที่ 1 ของสายที่ 1 จำนวน 1.5 ลิตร และเก็บน้ำล้างในภาชนะบรรจุน้ำล้างใบที่ 1 ของสายที่ 2 จำนวน 1.5 ลิตร โดยเก็บตัวอย่างน้ำเมื่อดำเนินการล้างไปแล้ว อย่างน้อย 6-7 ชั่วโมง นำน้ำตัวอย่างจากทั้งสองนำมารวมลงในถังพลาสติกใบเดียวกัน แล้วทำการเก็บน้ำตัวอย่างจำนวน 1 ลิตร



ภาพที่ 15 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ(น้ำบาดาล)ก่อนเข้าสู่กระบวนการชะล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทอง



ภาพที่ 16 การเก็บตัวอย่างน้ำระหว่างกระบวนการชะล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทอง



ภาพที่ 17 การเก็บรักษาคุณภาพน้ำเสียตัวอย่าง

ออกแบบและโครงการชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

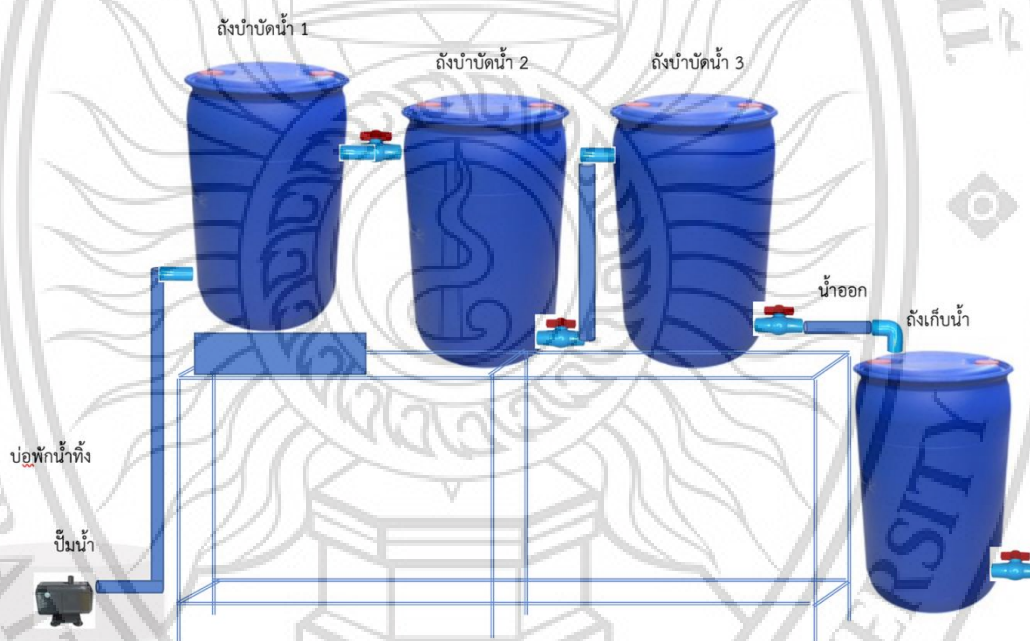
จากการศึกษาลักษณะการใช้น้ำของกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง ณ กลุ่มเกษตรกรทำสวน ตำบลทุ่งควาต์ อำเภอละแม จังหวัดชุมพร พบว่า น้ำหลังจากผ่านกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองแล้วจะถูกปล่อยลงสู่บ่อพักน้ำด้านข้างอาคารก่อนไหลไปรวมกันที่บ่อด้านหลังของอาคาร ซึ่งน้ำที่ผ่านกระบวนการล้างจากอ่างชะล้างใบที่ 1 จะมีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม มีคราบมัน เศษใบไม้ เกสรกล้วย มีวัตถุสีขาวจับตัวเป็นก้อนขนาดเล็ก ๆ จมอยู่ด้านล่างและลอยของบนผิวน้ำของอ่าง จึงไม่ได้นำไปใช้กับกิจกรรมอื่น ๆ ได้ ถ้านำน้ำจากอ่างชะล้างที่ 1 ผ่านชุดต้นแบบการบำบัดน้ำเสียแล้ว

สามารถนำกลับมาใช้ในระบบการชะล้างใหม่ นำไปใช้รดน้ำต้นไม้ หรือทำความสะอาดอาคารตามความเหมาะสม ใดๆ ได้

โครงสร้างและอุปกรณ์ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

1. โครงสร้างฐานรองรับ

- 1) โครงสร้าง กว้าง 0.7 เมตร ยาว 2 เมตร และ สูง 1 เมตร ทำจากเหล็กกาวาไนท์ ขนาด 2x2 นิ้ว หนา 2.3 มิลลิเมตร
- 2) ถังพีอี สีขาว ขนาด 200 ลิตร จำนวน 3 ถัง เส้นผ่านศูนย์กลาง 53 เซนติเมตร สูง 95 เซนติเมตร
- 3) ถังพลาสติก สีน้ำตาล ขนาด 150 ลิตร จำนวน 1 ถัง เส้นผ่านศูนย์กลาง 53 เซนติเมตร สูง 95 เซนติเมตร
- 4) ปั้มน้ำ จำนวน 1 ตัว ระบบท่อ ข้อต่อ วาล์ว



ภาพที่ 18 แสดงชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอม

2. วัสดุกรองน้ำภายในชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ชุดที่ 1	ชุดกรองจากเส้นใยกล้วย	หนา 20	เซนติเมตร
	กรวดหยาบ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 10-25 มม.)	หนา 15	เซนติเมตร
	หินก้อนใหญ่	หนา 15	เซนติเมตร
ชุดที่ 2	ทรายละเอียด (เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1-2.5 มม.)	หนา 20	เซนติเมตร
	ทรายหยาบ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-5 มม.)	หนา 15	เซนติเมตร
	กรวดขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลาง 5-10 มม.)	หนา 15	เซนติเมตร

ชุดที่ 3	กรวดหยาบ (เส้นผ่าศูนย์กลาง 10-25 มม.)	หนา 15	เซนติเมตร
	หินก้อนใหญ่	หนา 15	เซนติเมตร
	กรวดขนาดเล็ก	หนา 15	เซนติเมตร
	ถ่านกะลามะพร้าว (เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-25 มม.)	หนา 30	เซนติเมตร
ชุดที่ 4	หินก้อนใหญ่	หนา 15	เซนติเมตร
	เก็บสะสมน้ำ รอน้ำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการชะล้าง หรืออื่น ๆ		

3. การคำนวณการปริมาณการเก็บและการใช้น้ำ

อัตราการไหลของน้ำ	150	ลิตร/ชั่วโมง (ทำงานต่อเนื่อง 8-10 ชั่วโมง)
ถังพักน้ำเข้า	1	ถัง
ถังปฏิกิริยาจำนวน	2	ถัง
ถังบรรจุน้ำ	1	ถัง
ระยะเวลาในการเก็บกัก	1	ชั่วโมง

ขั้นตอนการออกแบบชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ถังบำบัดใบที่ 1 สูบน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอม โดยขั้นตอนนี้จะติดตั้งชุดสูบน้ำ จำนวน 1 ตัว สูบน้ำเข้าสู่ถังกรองชุดที่ 1 บังคับทิศทางให้น้ำไหลเข้าด้านล่างของถัง น้ำจะขึ้นไปยังด้านบนของถัง ผ่านชั้นหิน ผ่านชุดกรองใยกล้วย มีความหนาประมาณ 20-30 เซนติเมตร ทำหน้าที่กรองวัสดุเจือปนในน้ำ ซึ่งเป็นวัสดุขนาดใหญ่จะตกตะกอนลงสู่ด้านล่างของถัง โดยมีวาล์วเปิดปิดสำหรับระบายน้ำและวัสดุขนาดใหญ่ให้ไหลออกด้านล่างของถัง และน้ำด้านบนจะไหลต่อไปยังถังบำบัดใบที่ 2

ถังบำบัดใบที่ 2 ประกอบด้วย ทRAYละเอียด ทRAYหยาบ กรวดขนาดเล็ก หินขนาดใหญ่ ตามลำดับ ในขั้นตอนนี้น้ำจะไหลเข้าถังจากด้านบน น้ำไหลอย่างช้า ๆ ซึมผ่านชั้นทRAY ชั้นกรวด ชั้นหิน เศษละเอียด ๆ ถูกชั้นทRAYดักจับไว้ น้ำจะไหลมารวมกันที่ด้านล่างของถัง การกำหนดความหนาของชั้นกรอง การจัดลำดับของวัสดุตัวกรอง จึงต้องมีการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสม เพื่อให้คุณภาพของน้ำหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถเปิดวาล์วน้ำออกที่ติดตั้งอยู่ด้านล่างของถังกรองที่ 2 สำหรับปล่อยตะกอนทิ้งอย่างน้อยเดือนละครั้งเพื่อทำความสะอาดโดยไม่ต้องเปลี่ยนกรวดตลอดอายุการใช้งาน

ถังบำบัดใบที่ 3 ประกอบด้วย ชั้นถ่าน ชั้นกรวด ชั้นหิน ในขั้นตอนนี้น้ำจะไหลเข้าถังจากด้านบน ผ่านชั้นถ่านกัมมันต์ (ถ่านกะลามะพร้าว) (Carbon Adsorption) เพื่อดูดซับสารพิษ สารเคมีและสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เจือปนมากับน้ำ เช่น สี กลิ่น รส ความขุ่น ค่าพีเอช ซีโอดี บีโอดี ยาฆ่าแมลง โลหะหนักต่าง ๆ สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ และค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ของน้ำ ลดลง เป็นต้น ถ่านที่ใช้ในขั้นตอนนี้เป็นถ่านชนิดที่มีรูพรุนจำนวนมากและมีขนาดรูกว้างจึงช่วยดูดซับสิ่งต่าง ๆ ได้ดี และควรเปลี่ยนถ่านปีละครั้ง(หรือตามความเหมาะสม) โดยตัดถ่านเก่าทิ้งและใส่ถ่านใหม่ลงไปแทน

ถังบำบัดใบที่ 4 สำหรับกักเก็บน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้ว เพื่อรอการนำกลับไปใช้ในกระบวนการ หรือการนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมอื่น ๆ ของโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออกไป

ชุดกรองจากใยกล้วย

ชุดกรองเส้นใยกล้วย

1. นำลำต้นของต้นกล้วย มาแยกเป็นกาบกล้วยตัดให้ได้ขนาดที่ต้องการ ประมาณ 15-20 เซนติเมตรลอกกาบกล้วยออกแบบแผ่น เลือกแผ่นที่มีความสด ไม่ดำ
2. ใช้เขี่ยช้อนชวยออกจากผิวกาบกล้วย
3. นำแผ่นกาบกล้วยที่ลอกเยื่อกล้วยออกแล้ว มาทำการแยกเป็นเส้นใย ขนาดเล็ก ด้วยอุปกรณ์แยกเส้นใย
4. แช่เส้นใยกล้วย ด้วยน้ำส้มสายชู สัดส่วน 2 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 3 ลิตร
5. แช่เส้นใยกล้วยไว้ประมาณ 10-15 นาที จากนั้นนำมาล้างทำความสะอาด
6. ผึ่งเส้นใยกล้วยให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปตากในที่ร่ม หรือตากแดด
7. ชั่งน้ำหนักเส้นใยกล้วย ก่อน-หลัง ก่อนการตากแห้งเส้นใยกล้วยที่ใช้ในการทดสอบ เริ่มต้นมีปริมาณ 1 กิโลกรัม ชั่งน้ำหนัก ทุก ๆ 1 ชั่วโมง ใช้ระยะเวลาให้การทำแห้งประมาณ 8-10 ชั่วโมง เมื่อแห้งสนิทแล้วชั่งน้ำหนักครั้งสุดท้าย
8. ได้เส้นใยกล้วยที่ต้องการ

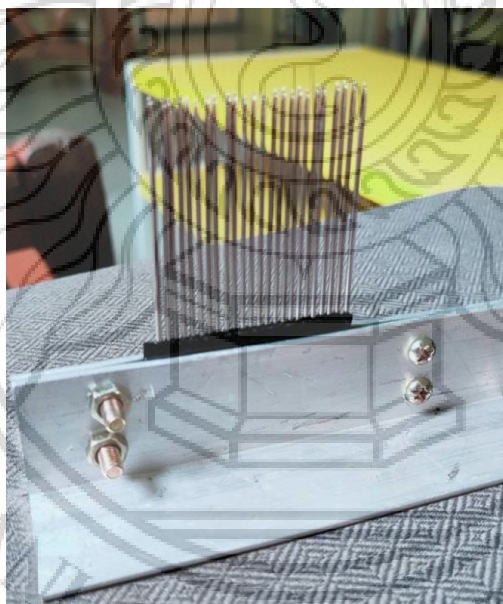
ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยทำการตากแห้งโดยห้องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบหลังคาพาราโบลา มีขนาด ความกว้างxยาว เท่ากับ 8 เมตร x 20.8 เมตร ห้องอบแห้งนี้ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ โดยการอบแห้งเส้นใยกล้วยเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการกรองเศษวัสดุจากกระบวนการล้างกล้วยหอมทองส่งออกไป ตากในห้องอบแห้งหลังคาพาราโบลาที่อุณหภูมิ ประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส (ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศในแต่ละวัน) จนถึงค่าความชื้นคงที่



ภาพที่ 19 ลำต้นของต้นกล้วยตัดให้ได้ขนาด ประมาณ 15-20 เซนติเมตร



ภาพที่ 20 ขั้นตอนการใช้ซัอนชุดเยื่อออกจากผิวภาบล้วย



ภาพที่ 21 ด้วยอุปกรณ์แยกเส้นใยกล้วย



ภาพที่ 22 แช่เส้นใยกล้วยไว้ประมาณ 10-15 นาที จากนั้นนำมาล้างทำความสะอาด



ภาพที่ 23 ผึ่งเส้นใยกล้วยให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปตากในที่ร่ม หรือตากแดด



ภาพที่ 24 ลักษณะของเส้นใยกล้วยผ่านการอบแห้งเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 25 โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์หลังคาพาลาโบลา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการวางแผนการดำเนินงานวิจัย คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้ ตรวจสอบคุณภาพน้ำระหว่างดำเนินการล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทอง นำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ มาแปลผล และกำหนดแนวทางการพัฒนาเครื่องต้นแบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทอง เพื่อนำน้ำในกระบวนการกลับมาใช้ซ้ำ ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการใช้ทรัพยากรน้ำของโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทอง โดยต้องไม่ส่งผลกระทบต่อความสะอาดและสิ่งตกค้างของกล้วยหอมทองส่งออก

การบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์

กระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองภายในโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก ณ กลุ่มเกษตรกรชาวสวน ตำบลทุ่งควาตี อำเภอละม้าย จังหวัดชุมพร มีทรัพยากรน้ำหลักที่ใช้ในกระบวนการ ได้แก่ น้ำบาดาล และน้ำประปาชุมชน โดยใช้น้ำบาดาลเป็นหลัก กักเก็บไว้ใต้ดินเมื่อต้องการใช้จะสูบน้ำขึ้นมายังบ่อล้างภายในโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทอง ดังภาพประกอบ

ขั้นตอนการคัดเลือก คัดแยก ทำความสะอาด และบรรจุกล้วยหอมทองส่งออก

เจ้าหน้าที่เปิดน้ำเข้าอ่างล้างจนเต็ม ทั้ง 3 อ่าง รอลำเลียงนำกล้วยลงอ่างสแตนเลสที่ 1 สำหรับอ่างสแตนเลสใบที่ 1 มีไว้สำหรับล้างทำความสะอาดกล้วย ใส่ทั้งเครือกล้วยลงไปในอ่าง ตัดหัวกล้วยออกจากแกนของเครือ ตัดแต่งแยกผลออกเป็นช่อๆ ละ ไม่เกิน 3 - 6 ผล ตามเกณฑ์มาตรฐาน ใช้ฟองน้ำหรือผ้าเช็ดเบาๆ ทำความสะอาดผิวของกล้วย ล้างยางกล้วยและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ที่ผลของกล้วยให้สะอาด ก่อนส่งไปล้างอีกครั้งในอ่างใบที่ 2 เช็ดล้างกล้วยด้วยฟองน้ำให้สะอาดอีกครั้ง ก่อนส่งไปยังอ่างใบที่ 3 หลังจากนั้นนำขึ้นมาวางไว้ ตรวจสอบความสมบูรณ์ ก่อนนำขึ้นพัก เป่าลมให้แห้ง ก่อนนำส่งไปเข้าสู่ชุดสายพานลำเลียง นำกล้วยจากสายพานลำเลียง ตรวจสอบความสมบูรณ์ ชั่งน้ำหนัก ติดสติ๊กเกอร์ รอกการบรรจุลงกล่อง และบรรจุลงกล่องตามมาตรฐานที่กำหนด

หลังจากทำความสะอาดกล้วยหอมส่งออก เกิดมีสิ่งของเหลือทิ้งจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง ได้แก่ เศษวัสดุทางการเกษตร เศษดิน เศษขยะ รวมถึงน้ำทิ้งจากกระบวนการด้วยเช่นกัน น้ำทิ้งที่ปล่อยออกจากอ่างล้างทั้ง 3 อ่าง โดยเฉพาะอ่างใบที่ 1 จะมีลักษณะของน้ำเป็นสีน้ำตาลเข้ม ภายในน้ำมีสิ่งสกปรกเจือปนในน้ำ ขณะปฏิบัติงานในอ่างใบที่ 1 มีวิธีการกำจัดสิ่งสกปรก โดย คือ เจ้าหน้าที่จะเปิดน้ำเข้าถังตลอดเวลา น้ำจะล้นอ่างเมื่อน้ำไหลออกเศษวัสดุที่มีน้ำหนักเบาจะลอยอยู่เหนือน้ำ เช่น คาบยางกล้วย เศษใบไม้ เศษกิ่งไม้ จะไหลออกจากอ่างทางด้านบน และเศษวัสดุที่มีน้ำหนักมากกว่าจะจมลงสู่ก้นอ่าง และเจ้าหน้าที่ใช้ตะแกรงพลาสติกดักสิ่งสกปรกที่ลอยน้ำและจมน้ำออกเป็นระยะ ๆ ขึ้นอยู่กับปริมาณของสิ่งสกปรกในอ่างล้าง ดำเนินการดังกล่าวจนกว่าจะสิ้นสุดการปฏิบัติงาน และทำการปล่อยน้ำทิ้งออกจากอ่างทั้ง 3 อ่าง เปิดน้ำเพื่อทำความสะอาดบริเวณโรงงานหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก น้ำทิ้งที่ปล่อยออกมา คณะผู้วิจัยนิยามเป็นน้ำเสีย ซึ่งปัจจุบันไม่มีการนำน้ำทิ้งดังกล่าวไม่กลับไปใช้ในกระบวนการอื่น ๆ ได้

แนวทางการบริหารจัดการใช้น้ำของโรงงาน

โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทอง ณ กลุ่มเกษตรกรทำสวน ตำบลทุ่งควาวัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร พบว่า หลังจากน้ำที่ผ่านกระบวนการล้างกล้วยหอมทองแล้วจะปล่อยลงสู่บ่อพักน้ำด้านหลังอาคาร มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม มีคราบมัน เศษใบไม้ เกสรกล้วย มีวัตถุสีขาวจับตัวเป็นก้อนขนาดเล็ก

แนวทางที่ 1 บำบัดน้ำในกระบวนการตัดแต่งอ่างสแตนเลสบรรจุน้ำใบที่ 1 โดยส่งน้ำเข้าสู่ชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย และนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับเข้ามาใช้ในกระบวนการซ้ำ ๆ ทำงานไหลเวียนต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการปฏิบัติของกระบวนการชะล้างกล้วยหอม กระบวนการน้ำสามารถลดปริมาณการปล่อยน้ำเข้าระบบได้ประมาณ 1,000 ลิตร/วัน

แนวทางที่ 2 บำบัดน้ำในกระบวนการตัดแต่งอ่างสแตนเลสบรรจุน้ำใบที่ 1 โดยส่งน้ำเข้าสู่ชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย และนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับเข้ามาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงงานบรรจุหีบห่อ เช่น ทำความสะอาดในบริเวณโรงงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ รถน้ำต้นไม้ หรืออื่น ๆ สามารถลดการใช้ปริมาณน้ำบาดาลลดลงอย่างน้อย ประมาณ 1,000 ลิตร/วัน

แนวทางที่ 3 บำบัดน้ำทั้งรวมจากบริเวณบ่อพักน้ำทั้ง ส่งผ่านชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย เก็บสะสมไว้ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงงาน ซึ่งน้ำทั้งที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วสามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการชะล้างใหม่ นำไปใช้รดน้ำต้นไม้ ทำความสะอาดภาชนะ ทำความสะอาดพื้นบริเวณโรงงานโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทอง ได้ตามความเหมาะสม



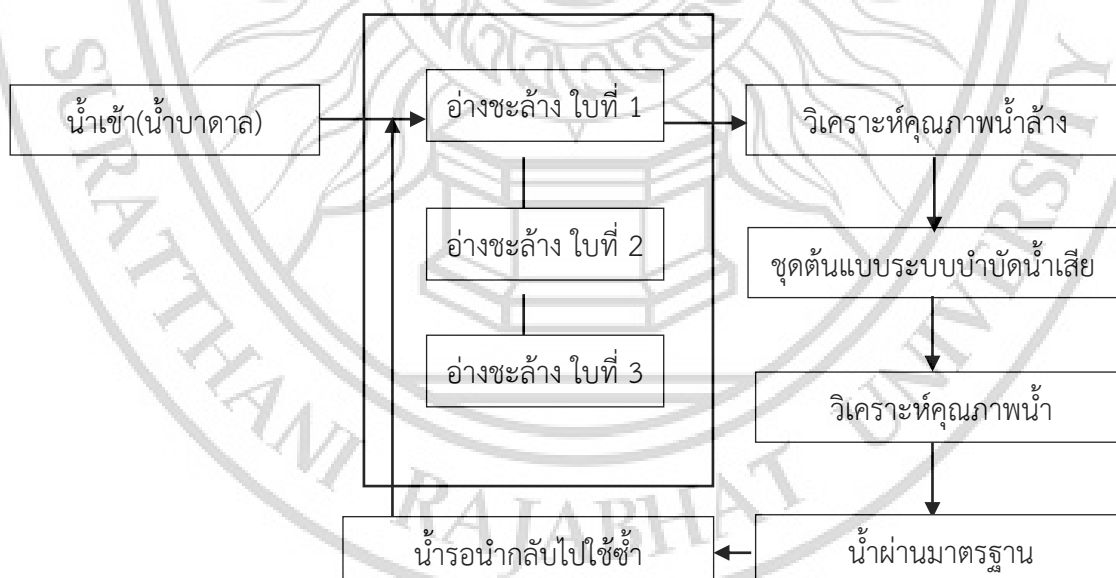
ภาพที่ 26 กระบวนการการคัดเลือก คัดแยก ทำความสะอาด และบรรจุกล้วยหอมทองส่งออก



ภาพที่ 27 คราบไขมัน ยางกล้วย เกสรกล้วย เศษดิน เศษวัสดุทางการเกษตร

การเก็บตัวอย่างน้ำและน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง

น้ำเสียที่มาจากการผลิตในภาคอุตสาหกรรม จะมีความแตกต่างกันตามประเภทของโรงงาน วัตถุประสงค์ กระบวนการผลิต และปริมาณผลผลิต ลักษณะโดยทั่วไปจะประกอบด้วย อินทรีย์วัตถุ ตะกอนแขวนลอย น้ำที่ใสล้าง และปริมาณและลักษณะน้ำเสียมีความเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยเฉพาะประเภทผลไม้ โดยปกติแล้วจะไม่มีสารอันตราย อย่างเช่นโลหะหนัก และมักจะประกอบด้วยน้ำมัน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549)



ภาพที่ 28 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง

วิเคราะห์คุณภาพน้ำเข้ากระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง

วิเคราะห์คุณภาพน้ำเข้า(น้ำบาดาล) ก่อนเข้าสู่กระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง

น้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่มีคุณภาพที่แตกต่างกันออกไป ก่อนจะนำน้ำบาดาลมาใช้อุปโภค หรือบริโภคจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อให้ทราบคุณลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมี คุณลักษณะที่เป็นพิษ คุณลักษณะทางแบคทีเรีย โดยผลวิเคราะห์ต้องมีค่าไม่เกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุดที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2551 และหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่เหมาะสม เพื่อให้มั่นใจว่า น้ำบาดาลดื่มได้ สะอาด ปลอดภัย (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2021)

เก็บตัวอย่างน้ำเข้า(น้ำบาดาล) ซึ่งเป็นแหล่งน้ำหลักของกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองส่งออก ณ โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก กลุ่มเกษตรกรทำสวน ตำบลทุ่งควัววัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร ในวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2564

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเข้า(น้ำบาดาล) เปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำบาดาลทางเคมี

พารามิเตอร์	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	มาตรฐานน้ำบาดาล
1) ความขุ่น (Turbidity) (หน่วยความขุ่น)	Turbidity meter	3.85	5
2) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter	7.64	7.0-8.5
3) ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) ; mg/L	Oven, dried at 105 °C	0.261	ไม่เกิน 600
4) ความกระด้างทั้งหมด ; mg/L	Titration	27.69	ไม่เกิน 300
5) ซีโอดี (COD) ; mg/L	Titration	119	ไม่เกิน 120
6) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ; mg/L	Extraction method	0.092	
7) ซัลเฟต (Sulfate) ; mg/L	Turbidity method	5.2	ไม่เกิน 200
8) คลอไรด์ (Chloride) ; mg/L	Titration	4.33	ไม่เกิน 250
9) ไนเตรต (Nitrate-Nitrogen) ; mg/L	Spectrophotometry	0.45	ไม่เกิน 45
10) เหล็ก (Fe) ; mg/L	FAAS	0.003	ไม่เกิน 5.0
11) แมงกานีส (Mn) ; mg/L	FAAS	0.006	ไม่เกิน 0.3
12) ทองแดง (Cu) ; mg/L	FAAS	0.001	ไม่เกิน 1.0
13) สังกะสี (Zn) ; mg/L	FAAS	0.05	ไม่เกิน 5.0
14) ตะกั่ว (Pb) ; mg/L	FAAS	ND	ต้องไม่มี
15) โครเมียม (Cr) ; mg/L	FAAS	0.04	
16) แคดเมียม (Cd)	FAAS	ND	ต้องไม่มี

หมายเหตุ ND หมายถึง Not Detected

ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2551

ลักษณะทางกายภาพของน้ำเข้า(น้ำบาดาล) หรือน้ำก่อนเข้าสู่กระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง มีลักษณะใส ไม่มีสี

วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์น้ำเข้าตรวจสอบด้วยวิธีทางเคมี เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล พบว่า ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มีค่าคุณภาพน้ำไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่กำหนด จึงสามารถสรุปได้ว่า คุณภาพน้ำเข้า(น้ำบาดาล) ที่นำมาใช้ชะล้างกล้วยหอมทองมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเข้า(น้ำบาดาล) เปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำบาดาลทางชีววิทยา

พารามิเตอร์	ผลการทดสอบ	วิธีการทดสอบ
Fecal Coliform	< 1.8 MPN/g	BAM
Total Coliform	23 MPN/g	BAM

ทดสอบทางชีววิทยาของน้ำเข้า พบว่า Fecal Coliform มีค่า < 1.8 MPN/g รายงานได้ว่า ไม่พบ สำหรับ Total Coliform มีค่า 23 MPN/g

วิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย(อ่างตัดแต่ง) จากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง

การทดสอบคุณภาพน้ำ(น้ำบาดาล) ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการและหลังผ่านกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง ไม่พบสารปนเปื้อนที่เป็นอันตรายเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2551

น้ำตัวอย่างที่ต้องการทดสอบเป็นน้ำที่อยู่ระหว่างกระบวนการล้าง ต้องใช้ระยะเวลาในการล้างก่อนทำการเก็บตัวอย่างไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง โดยใช้เฉพาะเจาะจงจากถังชะล้างใบที่ 1 (ตัดแต่ง) เพื่อทำการทดสอบ เท่านั้น โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก กลุ่มเกษตรกรทำสวนตำบลทุ่งคาหวัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร ในวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2564 เพื่อเปรียบเทียบกับประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน พ.ศ. 2560

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบลักษณะของน้ำเสีย (อ่างตัดต่าง) ด้วยวิธีทางเคมี

พารามิเตอร์	วิธีทดสอบ	ผล การทดสอบ	มาตรฐาน ควบคุมน้ำทิ้ง
1) ความขุ่น (Turbidity) (หน่วย ความขุ่น)	Turbidity meter	140.0	
2) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter	7.63	5.5-9.0
3) ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) ; mg/L	Oven, dried at 105 C	0.499	ไม่เกิน 3,000
4) ความกระด้างทั้งหมด ; mg/L	Titration	262.02	
5) ซีโอดี (COD) ; mg/L	Titration	746	ไม่เกิน 120
6) น้ำมัน และไขมัน (Oil & Grease) ; mg/L	Extraction method	0.053	ไม่เกิน 5
7) ซัลเฟต (Sulfate) ; mg/L	Turbidity method	32.5	ไม่เกิน 1.0
8) คลอไรด์ (Chloride) ; mg/L	Titration	12.16	
9) ไนเตรท (Nitrate-Nitrogen) ; mg/L	Spectrophotometry	0.58	ไม่เกิน 20
10) เหล็ก (Fe) ; mg/L	FAAS	0.004	
11) แมงกานีส (Mn) ; mg/L	FAAS	0.091	ไม่เกิน 5.0
12) ทองแดง (Cu) ; mg/L	FAAS	0.010	ไม่เกิน 2.0
13) สังกะสี (Zn) ; mg/L	FAAS	0.04	ไม่เกิน 5.0
14) ตะกั่ว (Pb) ; mg/L	FAAS	ND	ไม่เกิน 0.2
15) โครเมียม (Cr) ; mg/L	FAAS	0.06	ไม่เกิน 0.25
16) แคดเมียม (Cd)	FAAS	ND	ไม่เกิน 0.03

หมายเหตุ ND หมายถึง Not Detected

ที่มา : ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน พ.ศ. 2560

ผลการทดสอบทางเคมี พบว่า น้ำมีลักษณะ สี สีนํ้าตาล ขุ่น มีตะกอนรวมตัวเป็นก้อน มีเศษวัสดุทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กลอยอยู่บนผิวน้ำปริมาณมาก คราบไขมันลอยบนผิวน้ำ

วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์น้ำเสีย(อ่างตัดต่าง) ตรวจด้วยวิธีทางเคมี เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน พ.ศ. 2560 พบว่า มีค่าความขุ่น (Turbidity) เท่ากับ 140.0 หน่วยความขุ่น ค่าซีโอดี (COD) เท่ากับ 746 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าซัลเฟต (Sulfate) เท่ากับ 32.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.63 น้ำมีความเป็นด่าง

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบลักษณะของน้ำเสีย (อ่างตัดต่าง) ด้วยวิธีทางชีววิทยา

พารามิเตอร์	ผลการทดสอบ	วิธีการทดสอบ
Fecal Coliform	< 1,600 MPN/g	BAM
Total Coliform	1,600 MPN/g	BAM

หมายเหตุ : ND หมายถึง Not Detected

ทดสอบทางชีววิทยาของน้ำเสีย(อ่างตัดต่าง) พบว่า Fecal Coliform เท่ากับ > 1,600 MPN/g มีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานกำหนด ซึ่งอาจเกิดจากการปนเปื้อนจากอุจจาระจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอาจเป็นทางผ่านที่มีสัตว์หรือบ่อเกรอะในชุมชนในสถานที่เกิดการรั่วลงสู่แหล่งน้ำ สำหรับ Total Coliform มีค่า > 1,600 MPN/g เกินกว่าค่ามาตรฐานกำหนด เช่นกัน

จากผลการทดสอบและวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยมาตรฐานคุณภาพน้ำเข้า(น้ำบาดาล) เปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2551 และน้ำเสีย(น้ำตัดต่าง) เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน พ.ศ. 2560 พบว่า น้ำเสียมีสีน้ำตาล มีค่าความขุ่นสูงกว่ามาตรฐานมากมีค่า 140 NTU ซึ่งเป็นผลมาจากน้ำที่มีจำนวนตะกอนแขวนลอยเป็นปริมาณมาก โดยเบื้องต้นจากการสังเกตด้วยตาเปล่าจะเห็นตะกอนลอยกระจายอยู่จำนวนมาก และมีการรวมตัวจับเป็นก้อนจมอยู่ใต้ผิวน้ำ ส่งผลทำให้ค่าซีไอดี สูงถึง 746 มิลลิกรัมต่อลิตร จากลักษณะทางกายภาพและคุณภาพน้ำหลังกระบวนการบำบัดน้ำเสียดังกล่าว สามารถสรุปแนวทางการออกแบบชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกลิ่นเหม็นทอง ส่งออก ดำเนินการบำบัดเฉพาะพารามิเตอร์ที่เกินมาตรฐานกำหนด ได้แก่ สี ความขุ่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) และค่าการนำไฟฟ้า

ชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกลิ่นเหม็นทอง

ชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกลิ่นเหม็นทอง มี 3 ขั้นตอน

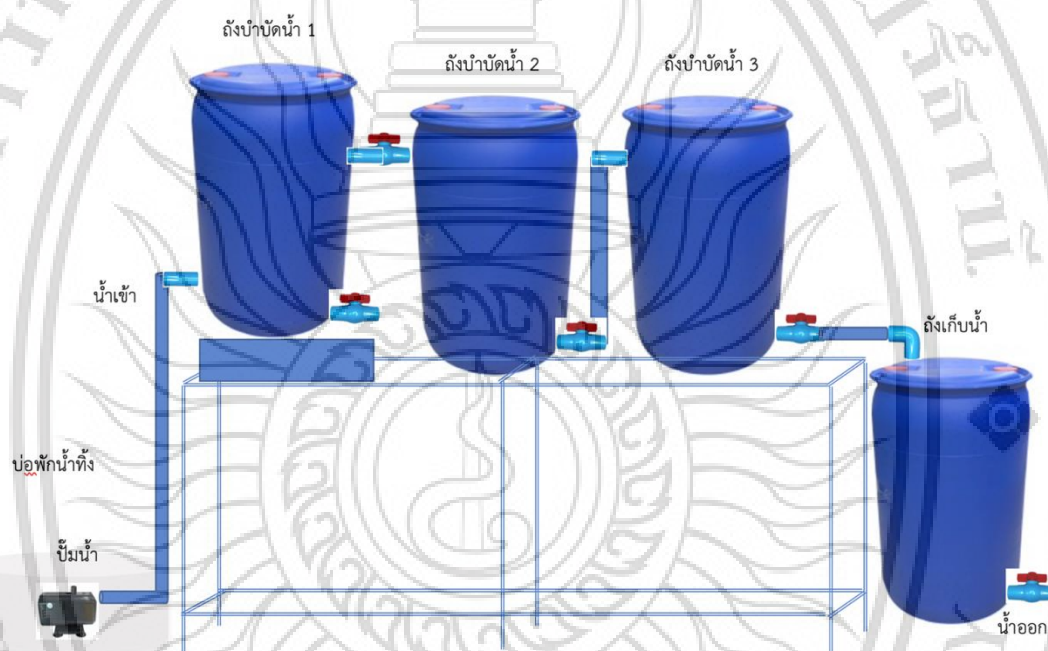
ขั้นตอนที่ 1 การกรองตะกอนขนาดกลางและขนาดใหญ่ ด้วยชุดกรองใยกล้วย เป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการตัดเครือกล้วยมาตัดต้นกล้วยทิ้งด้วยเสมอ เส้นใยธรรมชาติจากกล้วยเมื่อนำมาทำเป็นวัสดุกรองตะกอนทำหน้าที่ทดแทนใยสังเคราะห์จากพลาสติก สำหรับการกรองตะกอนขนาดใหญ่และขนาดกลางที่ปนเปื้อนออกจากน้ำเสีย

ขั้นตอนที่ 2 การกรองตะกอนขนาดเล็กด้วยวัสดุกรอง ได้แก่ หินกรวด ทรายหยาบ และทรายละเอียด

ขั้นตอนที่ 3 การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ ได้แก่ ถ่านกัมมันต์(กะลามะพร้าว) จะทำหน้าที่ดูดซับทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ สีและกลิ่น(ถ้ามี)

จากการสำรวจพื้นที่ โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำของโรงงาน โดยชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสียสามารถติดตั้งบริเวณภายในของ

โรงงาน บริเวณจุดรับและเข้าคิวกล้วย ประกอบด้วย ชุดควบคุมการทำงานของปั้มน้ำขนาด 0.5 แรงม้า กำลังปั้มน้ำ 90 ลิตรต่อนาที ทำงานควบคู่กับชุดถังบำบัดใบที่ 1 ขนาด 200 ลิตร ติดตั้งสูงเหนือพื้น 140 เซนติเมตร ทำหน้าที่ปั้มน้ำเสียจากถังชะล้างใบที่ 1 (อ่างตัดแต่ง) หรือจุดรวมน้ำบ่อพักน้ำทิ้ง ซีเมนต์ด้านข้างของโรงงาน ส่งน้ำเข้าสู่ถังบำบัดใบที่ 1 และน้ำไหลออกจากชุดบำบัดใบที่ 1 เข้าสู่ชุดถังบำบัดใบที่ 2 ขนาด 200 ลิตร ติดตั้งสูงเหนือพื้น 120 เซนติเมตร และน้ำจะถูกส่งต่อมายังชุดบำบัดใบที่ 3 ขนาด 200 ลิตร ติดตั้งสูงเหนือพื้น 100 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการบำบัด น้ำจะไหลลงสู่ถังเก็บน้ำใบที่ 4 รอการนำกลับไปใช้ซ้ำในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง หรือกิจกรรมอื่น ๆ



ภาพที่ 29 แบบร่างชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง

โครงสร้างและอุปกรณ์ชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง มีรายละเอียดดังนี้

1. ถังบำบัดน้ำเสีย

- 1) ถังพีอี สีขาว ขนาด 200 ลิตร จำนวน 4 ถัง เส้นผ่านศูนย์กลาง 53 เซนติเมตร สูง 95 เซนติเมตร
- 2) ปั้มน้ำ ขนาด 0.5 แรงม้า กำลังปั้มน้ำ 90 ลิตรต่อนาที จำนวน 1 ตัว
- 3) ระบบท่อ ข้อต่อ วาล์ว
- 4) โครงสร้าง กว้าง 0.7 เมตร ยาว 2 เมตร และ สูง 1 เมตร ทำจากเหล็กกาวาไนท์ ขนาด 2x2 นิ้ว หนา 2.3 มิลลิเมตร

2. วัสดุกรองน้ำภายในชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ชุดที่ 1	ถังบำบัดใบที่ 1 กรองเส้นใยกล้วย	หนา	20	เซนติเมตร
ชุดที่ 2	ถังบำบัดใบที่ 2 (เรียงลำดับจากด้านบน)			
	ทรายละเอียด (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1-2.5 มม.)	หนา	30	เซนติเมตร
	ทรายหยาบ (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5-5 มม.)	หนา	15	เซนติเมตร
	กรวดขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลาง 5-10 มม.)	หนา	15	เซนติเมตร
	กรวดหยาบ (เส้นผ่าศูนย์กลาง 10-25 มม.)	หนา	15	เซนติเมตร
	หินก้อนใหญ่	หนา	15	เซนติเมตร
ชุดที่ 3	ถังบำบัดใบที่ 3 (เรียงลำดับจากด้านบน)			
	กรวดขนาดเล็ก	หนา	15	เซนติเมตร
	ถ่านกะลามะพร้าว (เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-25 มม.)	หนา	30	เซนติเมตร
	หินก้อนใหญ่	หนา	15	เซนติเมตร
ชุดที่ 4	ถังใบที่ 3 บรรจุน้ำสะอาด ร่อนกลับไปใช้ซ้ำในกระบวนการ			

ชุดกรองสำหรับดักจับเศษวัสดุขนาดใหญ่จากเส้นใยกล้วย

ลักษณะของเส้นใยกล้วยหลังจากการอบแห้งเส้นใยกล้วยเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการกรองเศษวัสดุจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง

มีขนาด	ความยาว	20	เซนติเมตร
	ความหนา	1-3	มิลลิเมตร
มีสี	ขาวขุ่น		



(ก)

(ข)

ภาพที่ 30 เส้นใยกล้วยธรรมชาติอบแห้ง

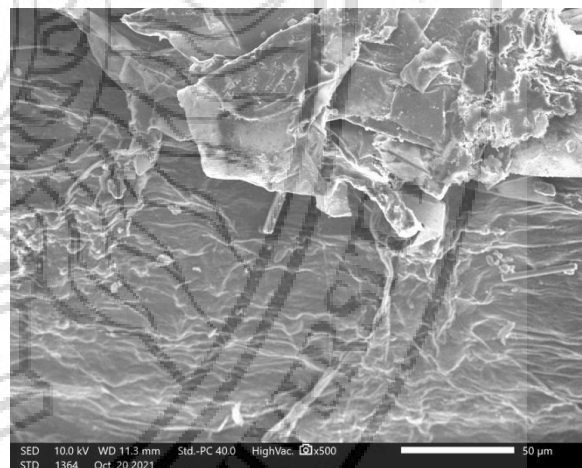
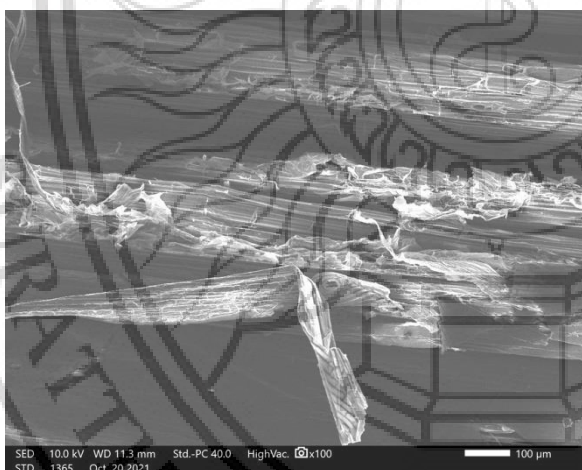


(ก)

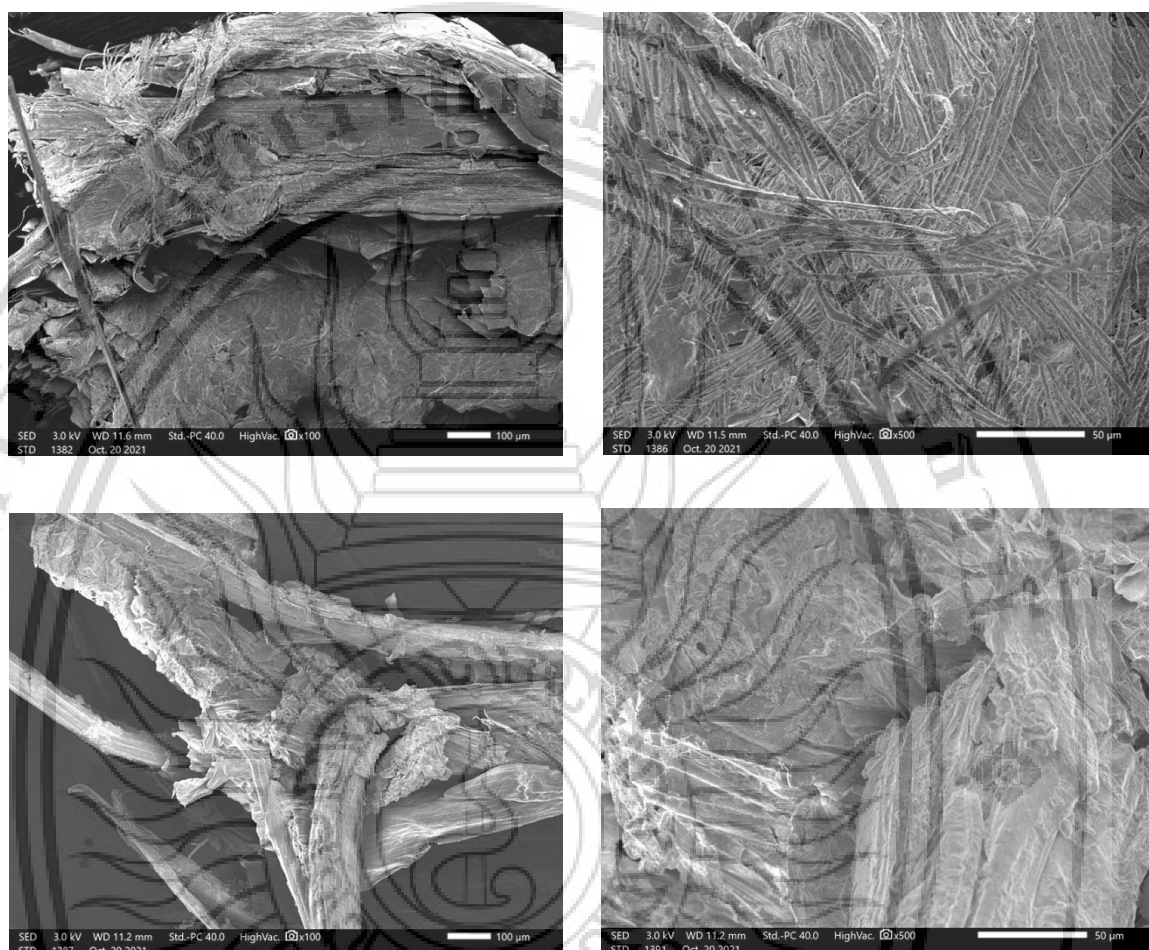
(ข)

ภาพที่ 31 เส้นใยกล้วยธรรมชาติอบแห้งหลังผ่านการบำบัดน้ำเสีย

การศึกษาคุณลักษณะของเส้นใยกล้วยด้วยการตรวจสอบลักษณะโครงสร้างพื้นผิวทางจุลภาค ด้วยเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (SEM)



ภาพที่ 32 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (SEM) ของเส้นใยกล้วยก่อนผ่านการบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 33 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน(SAM) ของเส้นใยกล้วย
หลังผ่านการบำบัดน้ำเสีย

การตรวจสอบลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคแสดงให้เห็นลักษณะของเส้นใยกล้วยหลังจากการทำให้เป็นเส้นขนาดเล็ก จากภาพที่ (ก) ที่กำลังขยาย 100 เท่า (ข) ที่กำลังขยาย 500 เท่า เห็นพื้นผิวของเส้นใยกล้วยก่อนผ่านการบำบัดน้ำเสีย พบว่า มีผิวเรียบ มีลักษณะรูพรุนที่น้อย และ ภาพที่ (ก) ที่กำลังขยาย 100 เท่า (ข) ที่กำลังขยาย 500 เท่า จะเห็นพื้นผิวของเส้นใยกล้วยหลังผ่านการบำบัดน้ำเสีย มีผิวเรียบและมีการย่อยสลายที่ผิวเล็กน้อย มีการเกาะติดของเศษวัสดุเล็กน้อย เนื่องจากมีรูพรุนที่น้อย ซึ่ง ส่งผลให้การซึมซับน้ำได้น้อย ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองเมื่อใยกล้วยผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียมาแล้วยังคงสภาพเส้นใยโดยเหมาะสมที่จะนำมาเป็นวัสดุกรองหรือคัดแยกเศษวัสดุหรือสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำ

เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทดสอบคุณภาพน้ำเสีย(อ่างตัดแต่ง) น้ำจากถังชะล้างใบที่ 1 ดำเนินการบำบัดเฉพาะพารามิเตอร์ที่เกินมาตรฐานกำหนด ได้แก่ สี ความขุ่น(ปริมาณตะกอน) ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) และค่าการนำไฟฟ้า ในวันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2565

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทางเคมีจากการเก็บน้ำเสีย(อ่างตัดแต่ง) จากกระบวนการชะล้าง

พารามิเตอร์	ผลการทดสอบ	วิธีทดสอบ
	ตัวอย่างที่ 1	
1) การนำไฟฟ้า (conductivity)	899.33 uS/cm	conductivity Meter
2) ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	7.64	pH meter
2) ปริมาณตะกอนหนัก	20 mL/L	วิธีกรวยอิมฮอฟ
3) ไนโตรเจน	0 mg/L	วิธีการเจลดาร์ล (kjeldahl)
4) ซัลไฟด์ (Sulfide)	0.17 mg/L	วิธีการไตเตรต (Titrate)
5) ตะกั่ว	ND	FAAS

* หมายเหตุ ND คือ Not Detected (ตรวจไม่พบ)

ผลการทดสอบทางเคมี วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสีย(อ่างตัดแต่ง) จากกระบวนการชะล้างภายในอ่างชะล้างใบที่ 1 พบค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) มีค่า 899.33 uS/cm ปริมาณตะกอนหนัก 20 mL/L ไนโตรเจน 0 mg/L ซัลไฟด์ (Sulfide) 0.17 mg/L ตะกั่ว ND (ไม่พบสารตะกั่ว)

การทดสอบชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย ทำการทดสอบ 3 ครั้ง โดยใช้ตัวอย่างน้ำเสีย(น้ำตัดแต่ง) เดียวกัน ในปริมาณ 50 ลิตร ระยะเวลาในการบำบัดประมาณ 1 ชั่วโมง โดยมีตัวแปรที่คงที่ได้แก่ วัสดุ ความหนา ไยก่าย กรวด หยาบหยาบ และทรายละเอียด ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความหนาของชั้นถ่านกัมมันต์(ถ่านกะลามะพร้าว) ที่ความหนา 15 20 25 และ 30 เซนติเมตร ศึกษาผลที่เกิดขึ้นของน้ำ ได้แก่ สี ความขุ่น(ปริมาณตะกอน) ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) และค่าการนำไฟฟ้า

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

พารามิเตอร์	ปริมาณความหนาของชั้นถ่าน(เซนติเมตร)			
	15	20	25	30
1) การนำไฟฟ้า (conductivity) ; uS/cm	495	447	410	365
2) ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	7.63	7.52	7.4	7.33
2) ปริมาณตะกอนหนัก ; mL/L	0.00	0.00	0.00	0.00
3) ไนโตรเจน ; mg/L	0	0	0	0
4) ซัลไฟด์ (Sulfide) ; mg/L	0.17	0.17	0.17	0.17
5) ตะกั่ว	ND	ND	ND	ND

การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากชุมชน พบว่า ผลของน้ำจากการบำบัดโดยชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย โดยการเพิ่มปริมาณถ่านกัมมันต์ซึ่งเป็นวัสดุกรองให้มีความหนาเพิ่มขึ้นจาก 15 20 25 และ 30 เซนติเมตร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในส่วนของปริมาณตะกอนหนัก ไนโตรเจน และตะกั่ว ตรวจไม่พบ สังเกตได้ว่า พบซัลไฟฟทั้งหมดในน้ำเข้าและน้ำเสียของกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย เมื่อเปรียบเทียบผลของน้ำก่อนและหลังผ่านชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย สังเกตได้ว่า เมื่อปรับเพิ่มปริมาณของถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสียได้ดีขึ้น จึงสรุปได้ว่า ปริมาณของถ่านกัมมันต์ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) และค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ลดลง ทำให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น สำหรับปริมาณตะกอนหนักสามารถดักจับสิ่งปนเปื้อนได้ดี ไม่พบไนโตรเจนและตะกั่วในตัวอย่างน้ำ ในส่วนของซัลไฟด์ (Sulfide) อาจจะต้องนำไปพิจารณาในส่วนตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำเข้าต่อไป ดังนั้น น้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดด้วยชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย มีประสิทธิภาพสามารถในการกรอง ดักจับเศษวัสดุปนเปื้อนในน้ำได้ดี การปรับให้ค่าการนำไฟฟ้าลดลง จำเป็นต้องควบคุมไม่ให้เกิดผลกระทบต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) รวมของน้ำเกินกว่าค่ามาตรฐานกำหนด

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการวางแผนการดำเนินงานวิจัย คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ระหว่างการดำเนินการล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

5.1 การบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์ กำหนดเป็น 2 แนวทาง ได้แก่

แนวทางที่ 1 บำบัดเฉพาะน้ำในกระบวนการตัดแต่งภาชนะบรรจุน้ำใบที่ 1 โดยส่งน้ำเข้าสู่ชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย และนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับเข้ามาใช้ในกระบวนการซ้ำ ๆ ทำงานไหลเวียนต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการปฏิบัติของกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง กระบวนการน้ำสามารถลดปริมาณการปล่อยน้ำเข้าระบบได้ประมาณ 2,000 ลิตร/วัน

แนวทางที่ 2 บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อพักน้ำรวม มีลักษณะการปล่อยน้ำทิ้งจากกระบวนการทั้งระบบ ตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน แต่เนื่องจากน้ำที่บรรจุในภาชนะที่ 1 จะยังมีความสกปรก ตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน เนื่องจากต้องลงทุนเพิ่มเติมสำหรับโครงสร้างฐานรองรับระบบบำบัดน้ำเสีย (ไม่ได้จัดสรรงบประมาณสำหรับกรณีนี้)

5.2 ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำก่อนและระหว่างกระบวนการเบื้องต้น คณะผู้วิจัยได้ออกแบบชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการบำบัดทางกายภาพ เนื่องจากน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำชะล้างกล้วยหอมทอง มีลักษณะเป็นสีน้ำตาล มีความขุ่น มีสิ่งเจือปนในน้ำเป็นวัสดุขนาดเล็กตกตะกอนบริเวณด้านล่าง และวัสดุขนาดใหญ่ลอยอยู่บนผิวน้ำ สามารถบำบัดด้วยวิธีการกรองด้วยวัสดุ ดังนี้ กรวดขนาดกลาง กรวดละเอียดทรายหยาบ ทรายละเอียด ถ่าน(ถ่านจากกะลามะพร้าว) บรรจุในถัง 200 ลิตร จำนวน 2 ใบ ผลการดำเนินงานพบว่า สามารถปรับสภาพน้ำให้มีความขุ่นลดลง และสีของน้ำเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีใส สามารถนำกลับไปใช้ในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองได้ทันที

5.3 ดำเนินการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อน หลังกระบวนการชะล้าง หลังผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย และสรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสีย โดยให้ไม่ส่งผลกระทบต่อสารตกค้างบนผิวกล้วย ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน พ.ศ. 2560 และประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน ดำเนินการเปรียบเทียบค่าตัวแปร ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) กรณิระบายลงแหล่งน้ำ ของแข็งแขวนลอย (TSS) บีโอดี (BOD) ซีโอดี (COD) ซัลเฟต (Sulfate) น้ำมันและไขมัน (Oil and Grease) โลหะหนัก เช่น สังกะสี (Zn) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) แมงกานีส (Mn) ส่วน ความขุ่น (Turbidity) เหล็ก (Fe) ความกระด้างทั้งหมด ก่อนและหลังกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง และหลังจากผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว พบว่า ค่าต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับการตรวจสอบระดับ

การตรวจซ้ำไม่พบสารตะกั่ว อาจจะมาจกข้อจำกัดของเครื่องมือวัดในการตรวจวัดทำให้ไม่สามารถตรวจวัดในระดับที่ความเข้มข้นน้อย ๆ ได้สามารถนำกลับไปใช้ซ้ำในกระบวนการชะล้างถ้วยหอมได้ทันที และยังสามารถกักเก็บไว้ใช้ในกรณีอื่น ๆ เช่นการนำไปรดน้ำต้นไม้ ทำความสะอาดเครื่องใช้ ทำความสะอาดบริเวณโรงงานบรรจุหีบห่อถ้วยหอมทองส่งออก และอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. โรงงานบรรจุหีบห่อถ้วยหอมทองใช้น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรหลัก ซึ่งอาจจะมีสารปนเปื้อนจากแหล่งน้ำใต้ดินนอกส่งผลให้คุณภาพน้ำไม่เหมาะสมกับกระบวนการชะล้างถ้วยหอมควรมีการสุ่มตรวจคุณภาพน้ำก่อนเข้าระบบอย่างสม่ำเสมอ
2. ระบบบำบัดน้ำเสียกระบวนการชะล้างถ้วยหอมที่พัฒนาขึ้นเป็นชุดต้นแบบ ทางกลุ่มสามารถปรับขนาดสเกลให้ใหญ่ขึ้นเพื่อรองรับการทำงานที่มากขึ้นได้

บรรณานุกรม

สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์. (2549). ระบบบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ ท้อป.

สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์. (2563). น้ำเสียชุมชน Domestic Wastewater. วารสารการ
อาชีวศึกษาภาคกลาง.

มูลนิธิชัยพัฒนา (2543). คู่มือเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ. วิทยาลัย
สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จอช เคิร์นส์ (2556). ถังบำบัดน้ำเสียทำเองที่ยั่งยืนสำหรับชุมชนห่างไกลและกำลังพัฒนา
โดยใช้วัสดุคูดซับเป็นถ่านไบโอชาร์ที่ทำในท้องถิ่น. วารสารเอกโค เอเชียภาค
พิเศษสำหรับสาร ECHO Development Notes ฉบับที่ 16 มีนาคม 2013.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. (2560). PCD: Wastewater treatment system.
[online] เข้าถึงได้จาก [http:// www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html#s3](http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html#s3) ที่
สืบค้น เมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2564]

พงษ์ธิพันธ์ ผึ้งผาย อำนวย วัฒนกรสิริ และ นภาพร แข่งขัน (2561). การเปรียบเทียบ
ประสิทธิภาพการดูดซับคราบน้ำมันโดยใช้วัสดุที่มีรูพรุนนาโนเทคโนโลยีธรรมชาติ. วารสาร
วิทยาศาสตร์ คชสส. ปีที่ 40 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2561

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (2561). การศึกษาประสิทธิภาพของระบบ Biological
Activated Carbon ร่วมกับ Membrane Micro Filtration ในการบำบัดน้ำทิ้งจาก
ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรม
ส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2560). คู่มือระบบบำบัดน้ำเสีย
ชุมชน [online] เข้าถึงได้จาก <https://www.pcd.go.th/publication/4241/>
[สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 ธันวาคม 2564]

บรรณานุกรม(ต่อ)

กองวิเคราะห์น้ำบาดาล <http://www.dgr.go.th/dga/th/home>

รัฐพล หงส์เกรียงไกร อุษารัตน์ คำทับทิม วิริญญา เดชอุดม และวราวุฒิ หลังแวกกลาง (2562).

การกำจัดตะกั่วออกจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยตัวดูดซับไบโผกแมว. วารสาร Science and Technology ฉบับที่ 9 หน้า 31-39.

เฉลิม ชัยบุญเรือง. (2553) การบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาล กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัด นครปฐม. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ. (2558) คู่มือความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นและการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียด้วยตนเอง เลขทะเบียน คพ.08-066

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. เส้นใย (Fibers). [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 13 ธันวาคม 2561]. เข้าถึงจาก : http://www2.mtec.or.th/th/research/textile/textile_sci.html

บ้านจอมยุทธ. เส้นใย (Fiber). [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 15 ธันวาคม 2564]. เข้าถึงจาก : <https://www.baanjommyut.com>

สถาบันและพัฒนามวิจัยแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เส้นใยธรรมชาติจากกาบไผ่ [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 20 ธันวาคม 2564]. เข้าถึงจาก : <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=32694>





ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน
พ.ศ. ๒๕๖๐

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงการกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากการประกอบกิจการโรงงาน เพื่อให้มีค่ามาตรฐานและวิธีการตรวจสอบน้ำทิ้งจากโรงงานให้เหมาะสมและเป็นไปตามมาตรฐานสากล รวมถึงเป็นการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๑๔ แห่งกฎกระทรวงฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ ที่ระบุว่า “ห้ามระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงาน เว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างจนน้ำทิ้งนั้นมีลักษณะเป็นไปตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (dilution)” รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมจึงออกประกาศ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน พ.ศ. ๒๕๖๐”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๗ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๐ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ลงวันที่ ๑๔ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๓๕

ข้อ ๔ ในประกาศนี้

“โรงงาน” หมายความว่า โรงงานจำพวกที่ ๑ จำพวกที่ ๒ จำพวกที่ ๓ ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

“น้ำทิ้ง” หมายความว่า น้ำที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงาน น้ำจากการใช้น้ำของคนงาน หรือน้ำจากกิจกรรมอื่นในโรงงาน ที่จะระบายออกจากโรงงาน หรือเขตประกอบการอุตสาหกรรม

ข้อ ๕ มาตรฐานน้ำทิ้ง ต้องมีคุณภาพ ดังต่อไปนี้

๕.๑ ความเป็นกรดและด่าง (pH) ตั้งแต่ ๕.๕ ถึง ๙.๐

๕.๒ อุณหภูมิ (Temperature) ไม่เกิน ๔๐ องศาเซลเซียส

๕.๓ สี (Color) ไม่เกิน ๓๐๐ เอดีเอ็มไอ

๕.๔ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids หรือ TDS) มีค่าดังนี้

(๑) กรณีระบายลงแหล่งน้ำ ต้องไม่เกิน ๓,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒) กรณีระบายลงแหล่งน้ำที่มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเกินกว่า ๓,๐๐๐

มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในน้ำทิ้งที่จะระบายได้ต้องมีค่าเกินกว่าค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดที่มีอยู่ในแหล่งน้ำนั้นไม่เกิน ๕,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

- ๕.๕ ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids) ไม่เกิน ๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๕.๖ บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ไม่เกิน ๒๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๕.๗ ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่เกิน ๑๒๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๕.๘ ซัลไฟด์ (Sulfide) ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๕.๙ ไซยาไนด์ (Cyanides CN) ไม่เกิน ๐.๒ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๕.๑๐ น้ำมันและไขมัน (Oil and Grease) ไม่เกิน ๕ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๕.๑๑ ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๕.๑๒ สารประกอบฟีนอล (Phenols) ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๕.๑๓ คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๕.๑๔ สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticide) ต้องตรวจไม่พบ
- ๕.๑๕ ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๕.๑๖ โลหะหนัก มีค่าดังนี้
- (๑) สังกะสี (Zn) ไม่เกิน ๕.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
 - (๒) โครเมียมเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium) ไม่เกิน ๐.๒๕ มิลลิกรัมต่อลิตร
 - (๓) โครเมียมไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium) ไม่เกิน ๐.๗๕ มิลลิกรัมต่อลิตร
 - (๔) สารหนู (As) ไม่เกิน ๐.๒๕ มิลลิกรัมต่อลิตร
 - (๕) ทองแดง (Cu) ไม่เกิน ๒.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
 - (๖)ปรอท (Hg) ไม่เกิน ๐.๐๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร
 - (๗) แคดเมียม (Cd) ไม่เกิน ๐.๐๓ มิลลิกรัมต่อลิตร
 - (๘) แบเรียม (Ba) ไม่เกิน ๑.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
 - (๙) ซีลีเนียม (Se) ไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัมต่อลิตร
 - (๑๐) ตะกั่ว (Pb) ไม่เกิน ๐.๒ มิลลิกรัมต่อลิตร
 - (๑๑) นิกเกิล (Ni) ไม่เกิน ๑.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
 - (๑๒) แมงกานีส (Mn) ไม่เกิน ๕.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

- ข้อ ๖ การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงาน ตามข้อ ๕ ให้ใช้วิธีดังต่อไปนี้
- ๖.๑ ความเป็นกรดและด่าง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter) ที่มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า ๐.๑ หน่วย
 - ๖.๒ อุณหภูมิ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิวัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง

ก) โครเมียมทั้งหมด ให้ใช้วิธีย่อยสลายตัวอย่างด้วยกรด (Acid digestion) และวัดหาปริมาณโลหะด้วยวิธีอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตรี (Atomic Absorption Spectrometry : AAS) หรือวิธีอินดักทีฟพลาสมา (Inductively Coupled Plasma)

ข) โครเมียมเฮกซะวาเลนต์ ให้ใช้วิธีเทียบสี (Colorimetric Method) หรือวิธีสกัดและตรวจวัดด้วยวิธีอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตรี (Atomic Absorption Spectrometry : AAS) หรือวิธีสกัดและตรวจวัดด้วยวิธีอินดักทีฟพลาสมา (Inductively Coupled Plasma)

ค) โครเมียมไตรวาเลนต์ ให้ใช้วิธีคำนวณจากค่าส่วนต่างของโครเมียมทั้งหมดกับโครเมียมเฮกซะวาเลนต์

(๓) สารหนูและซีลีเนียม ให้ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดไฮไดรด์เจเนอเรชัน (Hydride Generation) หรือวิธีอินดักทีฟพลาสมา (Inductively Coupled Plasma)

(๔) พรอท ให้ใช้วิธีโคลด์เวเปอร์อะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตรี (Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry) หรือวิธีโคลด์เวเปอร์อะตอมมิคฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรเมตรี (Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry) หรือวิธีอินดักทีฟพลาสมา (Inductively Coupled Plasma)

ข้อ ๗ การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทั้งจากโรงงาน ตามข้อ ๖ ให้เป็นไปตามคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย หรือ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ซึ่ง American Public Health Association, American Water Work Association และ Water Environment Federation ของประเทศสหรัฐอเมริกากำหนด หรือตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด

ข้อ ๘ การเก็บตัวอย่างน้ำทั้งเพื่อการตรวจสอบค่ามาตรฐาน ตามข้อ ๕ ให้เป็นดังต่อไปนี้

๘.๑ จุดเก็บตัวอย่าง ให้เก็บในจุดระบายทิ้งออกจากโรงงาน ไม่ว่าจะมีจุดเดียวหรือหลายจุดก็ตาม หรือจุดอื่นที่สามารถใช้เป็นตัวแทนของน้ำทั้งที่ระบายออกจากโรงงาน กรณีมีการระบายทิ้งหลายจุดให้เก็บทุกจุด

๘.๒ วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง ณ จุดเก็บตัวอย่างตาม ๘.๑ ให้เก็บแบบจ้วง (Grab Sample)

ข้อ ๙ การกำหนดค่ามาตรฐานน้ำทั้งให้แตกต่างไปจากข้อ ๕ สำหรับโรงงานในประเภทหรือชนิดใดเป็นการเฉพาะให้เป็นไปตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม

- ๖.๓ สี ให้ใช้วิธีเอ็ดเอ็มไอ (ADMI Method)
- ๖.๔ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ให้ใช้วิธีระเหยตัวอย่างที่กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disk) และอบแห้งที่อุณหภูมิ ๑๘๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย ๑ ชั่วโมง
- ๖.๕ ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ให้ใช้วิธีกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter) และอบแห้งที่อุณหภูมิ ๑๐๓-๑๐๕ องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย ๑ ชั่วโมง
- ๖.๖ ปิไอดี ให้ใช้วิธีบ่มตัวอย่างที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๕ วัน ติดต่อกัน และหาค่าออกซิเจนละลายด้วยวิธีเอไซด์โมดิฟิเคชัน (Azide Modification) หรือวิธีเมมเบรนอิเล็กโทรด (Membrane Electrode)
- ๖.๗ ซีโอดี ให้ใช้วิธีย่อยสลายโดยใช้โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium Dichromate)
- ๖.๘ ซัลไฟต์ ให้ใช้วิธีไอโอดิเมตริก (Iodometric Method) หรือวิธีเมทิลีนบลู (Methylene Blue Method)
- ๖.๙ ไชยานินด์ ให้ใช้การกลั่น (Distillation) และตรวจวัดด้วยวิธีเทียบสี (Colorimetric Method) หรือวิธี Flow Injection Analysis
- ๖.๑๐ น้ำมันและไขมัน ให้ใช้วิธีสกัดด้วยเทคนิค Liquid - Liquid Extraction หรือ Soxhlet Extraction ด้วยตัวทำละลายแล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
- ๖.๑๑ ฟอรัมาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีเทียบสี (Colorimetric Method)
- ๖.๑๒ สารประกอบฟีนอล ให้ใช้การกลั่น (Distillation) และตรวจวัดด้วยวิธีเทียบสี (Colorimetric Method)
- ๖.๑๓ คลอรีนอิสระ ให้ใช้วิธีไตเตรท (Titrimetric Method) หรือวิธีเทียบสี (Colorimetric Method)
- ๖.๑๔ สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ ให้ใช้วิธีแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas-Chromatographic Method) หรือวิธีไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ ลิกวิด โครมาโตกราฟี (High-Performance Liquid Chromatographic Method)
- ๖.๑๕ ทีเคเอ็น ให้ใช้วิธีเจลดาล์ (Kjeldahl)
- ๖.๑๖ โลหะหนัก
- (๑) สังกะสี ทองแดง แคดเมียม แบเรียม ตะกั่ว นิกเกิลและแมงกานีส ให้ใช้วิธีย่อยสลายตัวอย่างด้วยกรด (Acid digestion) และวัดหาปริมาณโลหะด้วยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโตรเมตรี (Atomic Absorption Spectrometry : AAS) หรือวิธีอินดักทีฟพลาสมา (Inductively Coupled Plasma)
- (๒) โคโรเนียม

หน้า ๑๕

เล่ม ๑๓๔ ตอนพิเศษ ๑๕๓ ง

ราชกิจจานุเบกษา

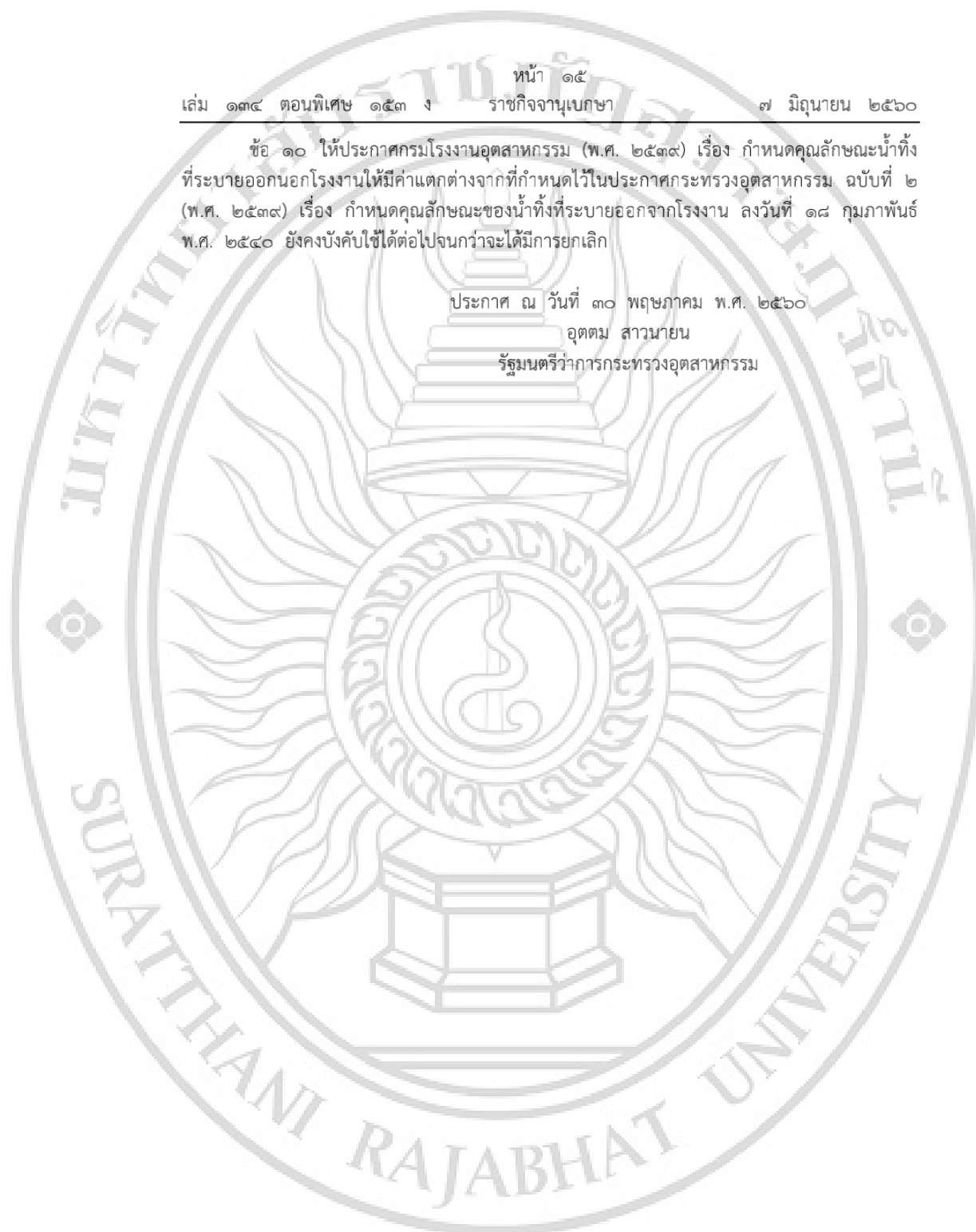
๗ มิถุนายน ๒๕๖๐

ข้อ ๑๐ ให้ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ. ๒๕๓๙) เรื่อง กำหนดคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๙) เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ลงวันที่ ๑๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๔๐ ยังคงบังคับใช้ได้ต่อไปจนกว่าจะได้มีการยกเลิก

ประกาศ ณ วันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

อดิศัย สำนวนาน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม



ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน

ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ

พ.ศ. ๒๕๕๑

ด้วยปัจจุบัน กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้ส่งเสริมและพัฒนาความรู้ความสามารถของช่างเจาะน้ำบาดาลทั้งของรัฐและเอกชน ให้มีประสิทธิภาพเพียงพอด้านวิชาการน้ำบาดาล จึงสมควรปรับปรุงหลักเกณฑ์การเลิกใช้น้ำบาดาลให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๖ (๑) แห่งพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. ๒๕๒๐ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการน้ำบาดาล ออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุข และการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๑๒ (พ.ศ. ๒๕๔๒) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. ๒๕๒๐

ข้อ ๒ การป้องกันน้ำภายนอกไหลลงบ่อน้ำบาดาล

(๑) บ่อน้ำบาดาลทุกบ่อ ต้องฉนีกข้างบ่อตั้งแต่ตอนบนสุดนับจากผิวดินลึกลงไปไม่น้อยกว่า ๖ เมตร ด้วยซีเมนต์ล้วนหรือซีเมนต์ผสมทราย เพื่อป้องกันมิให้น้ำภายนอกไหลซึมลงข้างบ่อ

(๒) ในกรณีที่บ่อน้ำบาดาลอยู่ในที่ลุ่มหรืออยู่ต่ำกว่าบริเวณข้างเคียงจะต้องปรับบริเวณที่ตั้งบ่อให้สูงกว่าบริเวณข้างเคียงเพื่อป้องกันมิให้น้ำจากภายนอกไหลเข้ามาในบริเวณที่ตั้งบ่อ

(๓) ในกรณีที่บ่อน้ำบาดาลติดตั้งเครื่องสูบน้ำไฟฟ้า ต้องทำลานคอนกรีตเป็นชานบ่อรอบปากบ่อน้ำบาดาลหนาไม่น้อยกว่า ๑๕ เซนติเมตร คลุมพื้นที่ไม่น้อยกว่า ๑ ตารางเมตร ส่วนในกรณีที่บ่อน้ำบาดาลติดตั้งเครื่องสูบน้ำมือโยก ต้องทำลานคอนกรีตเป็นชานบ่อรอบปากบ่อน้ำบาดาลหนาไม่น้อยกว่า ๑๕ เซนติเมตร คลุมพื้นที่ไม่น้อยกว่า ๔ ตารางเมตร และรอบชานบ่อจะต้องมีทางระบายน้ำออกจากบริเวณบ่อ

(๔) ในกรณีที่จะระงับการใช้บ่อน้ำบาดาลชั่วคราวโดยการถอดถอนเครื่องสูบน้ำออกไป จะต้องปิดปากบ่อให้แน่นหนา เพื่อป้องกันมิให้สิ่งหนึ่งสิ่งใดตกลงไปในบ่อ

ข้อ ๓ คุณภาพของน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้

(๑) น้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคต้องเป็นน้ำที่ได้ผ่านการวิเคราะห์คุณลักษณะจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลหรือส่วนราชการอื่น หรือองค์การของรัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำ หรือสถาบันอื่นที่ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐาน มอก. 1300 - 2537 (ISO / IEC Guide 25) หรือสถาบันที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลให้ความเห็นชอบตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำหนด

(๒) น้ำบาดาลที่จะใช้บริโภค ต้องเป็นน้ำบาดาลที่มีคุณลักษณะทางกายภาพ และคุณลักษณะทางเคมีไม่เกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุดตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ ท้ายประกาศนี้

(๓) ในท้องที่ที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำหนด ต้องทำการวิเคราะห์หาคุณลักษณะที่เป็นพิษ โดยให้มีปริมาณไม่เกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุดตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำบาดาล ที่จะใช้บริโภคได้ ท้ายประกาศนี้

(๔) ในกรณีที่มีความจำเป็นกรมทรัพยากรน้ำบาดาล อาจสั่งให้วิเคราะห์คุณลักษณะทางแบคทีเรีย/แบคทีเรียก็ได้ โดยต้องมีคุณลักษณะทางแบคทีเรีย/แบคทีเรีย ไม่เกินเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมตามที่กำหนดไว้ท้ายประกาศนี้

ข้อ ๔ การฆ่าจุลินทรีย์ในบ่อน้ำบาดาล

(๑) หลังการเจาะน้ำบาดาล หรือหลังการติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาล หรือหลังการซ่อมส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำบาดาลที่อยู่ในบ่อน้ำบาดาล ต้องทำการฆ่าจุลินทรีย์ในบ่อน้ำบาดาลที่จะใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค

(๒) การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในบ่อน้ำบาดาลให้กระทำโดยการกวนน้ำในบ่อน้ำบาดาล โดยใช้ปูนคลอรีน หรือก๊าซคลอรีน เป็นตัวฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยให้ความเข้มข้นของคลอรีนไม่น้อยกว่า ๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) ภายหลังจากการกวนน้ำในบ่อน้ำบาดาลตาม (๒) ต้องปล่อยทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า ๑๒ ชั่วโมง แล้วสูบน้ำในบ่อน้ำบาดาลออกทิ้งจนหมดคลอรีน

ข้อ ๕ เครื่องสูบน้ำบาดาล

(๑) ต้องล้างอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนของเครื่องสูบน้ำให้สะอาดก่อนใส่ลงไปในบ่อน้ำบาดาล

หน้า ๑๗

เล่ม ๑๒๕ ตอนพิเศษ ๘๕ ง

ราชกิจจานุเบกษา

๒๑ พฤษภาคม ๒๕๕๑

(๒) ในการติดตั้งเครื่องสูบน้ำทุกชนิด จะต้องอุดช่องที่ปากบ่อน้ำบาดาลระหว่างเครื่องสูบน้ำกับตัวบ่อน้ำบาดาลให้แน่น เพื่อป้องกันมิให้น้ำ หรือมลสารอื่นใดจากภายนอกเข้าไปในบ่อน้ำบาดาลได้

ข้อ ๖ การเลิกใช้น้ำบาดาล

(๑) บ่อน้ำบาดาลที่เลิกใช้แล้ว ต้องอุดกลับด้วยซีเมนต์หรือดินเหนียวบริสุทธิ์ หรือวัสดุอื่นตามที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำหนด โดยคำแนะนำของคณะกรรมการน้ำบาดาล

การอุดกลับบ่อน้ำบาดาลด้วยวัสดุตามวรรคหนึ่ง ต้องอุดกลับตั้งแต่ก้นบ่อจนถึงปากบ่อตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำหนด โดยมีช่างเจาะน้ำบาดาลเป็นผู้ควบคุม รับผิดชอบในการอุดกลับบ่อน้ำบาดาล ทั้งนี้ ต้องดำเนินการภายใต้การกำกับ ดูแลของพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ หรือพนักงานเจ้าหน้าที่ผู้ซึ่งพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่มอบหมาย

(๒) ช่างเจาะน้ำบาดาลตาม (๑) ต้องเป็นผู้ที่อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ออกหนังสือรับรองให้ ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำหนด

(๓) ต้องจัดทำรายงานการอุดกลับบ่อน้ำบาดาล ตามแบบที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำหนด แล้วส่งรายงานดังกล่าวให้พนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ภายใน ๗ วัน นับแต่วันอุดกลับบ่อน้ำบาดาลแล้วเสร็จ

ประกาศ ณ วันที่ ๒๔ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๑

อนันต์วรณ เทพสุทิน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้

คุณลักษณะทางกายภาพ

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
สี (Color)	5 (หน่วยแพลทินัม-โคบอลต์)	15 (หน่วยแพลทินัม-โคบอลต์)
ความขุ่น (Turbidity)	5 (หน่วยความขุ่น)	20 (หน่วยความขุ่น)
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.0-8.5	6.5-9.2

คุณลักษณะทางเคมี

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
เหล็ก (Fe)	ไม่เกิน 0.5	1.0
แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 0.3	0.5
ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 1.0	1.5
สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0	15
ซัลเฟต (SO ₄)	ไม่เกิน 200	250
คลอไรด์ (Cl)	ไม่เกิน 250	600
ฟลูออไรด์ (F)	ไม่เกิน 0.7	1.0
ไนเตรท (NO ₃)	ไม่เกิน 45	45
ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as CaCO ₃)	ไม่เกิน 300	500
ความกระด้างถาวร (Non-carbonate hardness as CaCO ₃)	ไม่เกิน 200	250
ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids)	ไม่เกิน 600	1,200

คุณลักษณะที่เป็นพิษ

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
สารหนู (As)	ต้องไม่มี	0.05
ไซยาไนด์ (CN)	ต้องไม่มี	0.1
ตะกั่ว (Pb)	ต้องไม่มี	0.05
ปรอท (Hg)	ต้องไม่มี	0.001
แคดเมียม (Cd)	ต้องไม่มี	0.01
ซีลีเนียม (Se)	ต้องไม่มี	0.01

คุณลักษณะทางแบคทีเรีย/แบคทีเรีย

รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม
Standard plate count	ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
Most probable number of Coliform organism (MPN)	น้อยกว่า 2.2 ต่อร้อยลูกบาศก์เซนติเมตร
E. coli	ต้องไม่มี

หมายเหตุ :- เหตุผลในการประกาศใช้ประกาศฉบับนี้ คือ เนื่องจากหลักเกณฑ์ และมาตรการในทางวิชาการ สำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๑๒ (พ.ศ. ๒๕๔๒) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. ๒๕๒๐ สมควรปรับปรุงหลักเกณฑ์ การใช้น้ำบาดาลให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน โดยกำหนด ผู้ควบคุมการอุกกลบ บ่อน้ำบาดาลตามขนาดของบ่อน้ำบาดาล ตลอดจนปรับปรุงข้อความให้มีความถูกต้องตามมาตรา ๘ ทวิ และมาตรา ๘ ตรี แห่งพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. ๒๕๒๐ จึงจำเป็นต้องออกประกาศกระทรวงนี้





การบริหารจัดการน้ำกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง ด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์ Water Management of zero wastewater system for the Golden Banana washing process

ชินรส ละอองวรรณ,¹ ดร.พิรพงศ์ หนูช่วย,¹ และดร.นรนนท์ ขำมณี²

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100 โทร 0-7791-3340 โทรสาร 0-7791-3341 อีเมลxxxxxx@sru.ac.th

² สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100 โทร 0-7791-3340 โทรสาร 0-7791-3341 อีเมลxxxxxx@sru.ac.th

บทคัดย่อ (16)

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองสำหรับการบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์ โดยการศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองและเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อน-หลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำทิ้งที่ทำการศึกษได้แก่ สีของน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง(pH) ปริมาณตะกอนหนัก และค่าการนำไฟฟ้า ผลการทดลอง พบว่า น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง เป็นลักษณะใสสีน้ำตาลอ่อน ค่าพีเอช มีค่า 7.63 มีตะกอนขนาดใหญ่และเล็กแขวนลอยอยู่ในน้ำและตกตะกอน ปริมาณตะกอนหนัก 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าการนำไฟฟ้า 899.33 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ถึงบำบัดใบที่ 1 ชุดกรองใยกล้วย ถึงบำบัดใบที่ 2 ชุดกรองคุณสมบัติทางกายภาพ ประกอบด้วย กรวดขนาดเล็กทรายหยาบ และทรายละเอียด ถึงบำบัดใบที่ 3 ชุดกรองคุณสมบัติทางเคมี ประกอบด้วย ถ่านกัมมันต์ (ถ่านกะลามะพร้าว) ผลการบำบัด พบว่า น้ำมีลักษณะใส ค่าพีเอช เท่ากับ 7.10 ไม่พบปริมาณตะกอนหนัก และค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 325 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร กรณีต้องการลดค่าการนำไฟฟ้า จำเป็นต้องพิจารณาค่าพีเอชควบคู่ไปด้วย ค่าพีเอชต้องไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานกำหนด สรุปได้ว่า ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองสามารถบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองได้ดี โดยน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วสามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการชะล้างได้ทันทีและไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตหลัก

คำสำคัญ : การบำบัดน้ำเสีย, ชุดกรองใยกล้วย, ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย, การบริหารจัดการน้ำ

Abstract (16)

The objective of this research is to develop the zero wastewater treatment system for the Golden Banana washing process by monitoring the wastewater characteristics of the Golden Banana washing process. The wastewater characteristics are color, pH, settle solid, electrical conductivity. The result of study showed that prior to treatment system, lightly brown of color, 7.6 of the average pH value, 20 mL per liter of settle solid, and 899.33 micro cement per centimeter of electrical conductivity were analyzed. The three steps of zero wastewater treatment system were comprised of banana fiber filtration, physical properties treatment (small gravel, coarse sand, and fine sand), and chemical properties treatment (activated carbon of coconut shell). The characteristics of wastewater after passing the zero treatment system were the good efficiency with 7.10 of pH, settle solid, 325 micro cement per centimeter. In case of decreasing electrical conductivity would be considered pH value, which should not below the standard criteria. The zero treatment system could be treated the Golden Banana washing process well. In addition, the wastewater after passing the zero treatment system were recycled in the washing process that would not affected the production process.

Keywords: treatment, banana fiber filtration, zero wastewater treatment system, water management

บทนำ (16)

กระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง การบรรจุลงกล่องส่งออกไปยังลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศนั้น ขั้นตอนการชะล้างทำความสะอาดมีความต้องการใช้น้ำในปริมาณมาก เพื่อทำความสะอาดให้สิ่งแปลกปลอมที่ติดมากับกล้วยหอมทองออกไป เช่น เศษดิน เศษฝุ่นละออง เศษใบไม้ แมลง เป็นต้น ในขั้นตอนดังกล่าวผู้ผลิตจะคัดเลือกเฉพาะผลของกล้วยที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้เท่านั้น พบว่าหลังจากการคัดเลือกและตัดเอาเฉพาะส่วนที่ต้องการ จะมีผลกล้วยตกเกณฑ์จำนวนหนึ่งและเศษวัสดุเหลือทิ้ง และทำให้เกิดน้ำที่มีสารและสิ่งเจือปน ปนเปื้อนก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนการชะล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทอง ณ โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมส่งออก ประกอบด้วย อ่างสแตนเลส จำนวน 3 ใบ วางเรียงต่อกัน จำนวน 2 ชุด คนงานเปิดน้ำเข้า(น้ำบาดาล) ใส่อ่างทั้ง 3 ใบ ปล่อยให้น้ำไหลเข้าจนเต็มและปล่อยให้ล้นออกจากขอบอ่างอย่างช้า ๆ ขณะเดียวกันทำการคัดเลือกผลกล้วยโดยการตัดแกนกลางออก เลือกกล้วยที่ผ่านเกณฑ์แชลงในอ่างใบที่ 1 (ตัดแต่ง) ขณะทำการคัดเลือกกล้วย จะมีเศษวัสดุขยะ ปะปนอยู่ในน้ำ วัสดุที่มีน้ำหนักเบา เช่น ยางกล้วย เศษฝุ่น เศษขี้พีช จะลอยอยู่บนผิวน้ำและไหลล้นออกมาจากปากอ่างชะล้างใบที่ 1 เศษวัสดุที่มีน้ำหนักมากกว่า เช่น เศษดิน เศษวัสดุเหลือทิ้งขนาดใหญ่จะจมลงภายในอ่างชะล้างใบที่ 1 เมื่อคัดเลือกผลกล้วยหอมได้ตามขนาดที่ต้องการแล้ว จะทำความสะอาดผิวเบื้องต้น ก่อนส่งต่อไปใบอ่างชะล้างใบที่ 2 ล้างทำความสะอาดอีกครั้ง ก่อนส่งต่อไปยังอ่างชะล้างใบที่ 3 ทำความสะอาดอีกครั้ง ก่อนนำขึ้นสายพานลำเลียง เป่าลมให้แห้ง ติดสติ๊กเกอร์ และบรรจุลงกล่อง ก่อนส่งออกจำหน่าย ในกระบวนการชะล้างกล้วยหอม ค่ารวมปริมาณการใช้น้ำในแต่ละครั้งจำนวนไม่น้อยกว่า 5000 ลิตร/ครั้ง/สัปดาห์ น้ำเสียในกระบวนการและหลังเสร็จสิ้นกระบวนการชะล้างจะถูกปล่อยลงสู่ท่อป้อนน้ำภายในบริเวณใกล้เคียงของโรงงาน



ภาพที่ 1 บ่อพักน้ำทิ้งของโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมส่งออก กลุ่มเกษตรกรทำสวน
ตำบลทุ่งควาวัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร

คณะผู้วิจัย และกลุ่มผู้ผลิตกล้วยหอมทอง ได้เล็งเห็นความสำคัญของการบริหารจัดการน้ำในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง และการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง เพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการชะล้างในครั้งต่อไป และนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ แล้วแต่ความเหมาะสมของคุณภาพน้ำ ด้วยวิธีการบำบัดน้ำเสียมีหลายวิธีทั้งวิธีการทางกายภาพ ทางชีวภาพ และทางเคมี สำหรับเทคนิคที่นำมาใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียครั้งนี้ ได้มุ่งเน้นการกรองทางกายภาพโดยนำวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกล้วยหอมทองส่งออกมาเป็นเครื่องมือหลักในการดักจับสิ่งวัสดุที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย โดยทำการดัดแปลงวัสดุกรองตะกอนจากเส้นใยธรรมชาตินำมาใช้เป็นตัวกรองในขั้นตอนแรกเพื่อทำการแยกวัสดุที่มีขนาดใหญ่และสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าออกจากน้ำปนเปื้อน และวิธีการทางเคมีเพื่อทำให้อนุภาคของสิ่งปนเปื้อนขนาดเล็กตกตะกอน ซึ่งนอกจากเป็นการแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำเสียแล้ว ยังช่วยลดปริมาณการใช้ทรัพยากรน้ำ เพราะสามารถนำน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วนำกลับมาใช้ซ้ำใหม่ในกระบวนการได้ตลอดเวลาในการปฏิบัติงาน ลดจำนวนวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร และยังเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์
2. เพื่อพัฒนาชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง
3. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อน-หลังกระบวนการชะล้าง และน้ำหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

วิธีการวิจัย

โครงการวิจัยการบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างถ้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์ มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ออกแบบระบบบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างถ้วยหอมทองด้วยการบำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์

2. ออกแบบและสร้างชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างถ้วยหอมทองด้วยระบบแบบกรองตะกอน สามารถบำบัดน้ำเสีย จำนวน 1 ชุด ปริมาณไม่น้อยกว่า 100 ลิตร/ชั่วโมง โดยดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ณ โรงงานบรรจุหีบห่อถ้วยหอมทองส่งออก กลุ่มเกษตรกรทำสวน ตำบลทุ่งควาต์ อำเภอละแม จังหวัดชุมพร ได้แก่ ตัวแปรต้น: ชนิด และปริมาณของวัสดุกรอง ตัวแปรควบคุม: ความเร็วการไหลเวียนของน้ำ จำนวนถังกรอง และตัวแปรตาม : สีของน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณตะกอนหนัก ค่าความเป็นกรด-ด่าง

3. ทดสอบคุณภาพน้ำ ได้แก่ วิเคราะห์ แคลผล และเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อน-หลังผ่านกระบวนการชะล้าง และวิเคราะห์ แคลผล คุณภาพน้ำหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียและการบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสีย (Wastewater) หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ มากมาย จนกระทั่งกลายเป็นลักษณะ กลิ่น สี รส น่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป ถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติจะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสื่อมโทรมได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ได้แก่ การอุปโภคและบริโภค การประกอบอาหาร การชำระล้างร่างกาย ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ วัสดุอุปกรณ์ การหล่อเย็น ซึ่งทำให้น้ำดังกล่าวมีลักษณะสมบัติต่างไปจากเดิมเนื่องจากการปนเปื้อนสิ่งสกปรก และชนิดของสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสียจะขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ใช้ประโยชน์จากน้ำนั้น (สันตติ ศิริอนันต์ไพบูลย์, 2557)

วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำเสีย

การเก็บและรักษาตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างที่ถูกต่อนั้น ตัวอย่างที่เก็บจะต้องเป็นตัวแทนของน้ำเสียที่จะทำการวิเคราะห์รวมทั้งต้องการทราบว่าตัวอย่างที่เก็บมาวิเคราะห์นั้นมีวัตถุประสงค์อย่างไร เพื่ออะไร แต่หากต้องการทราบว่าลักษณะสมบัติของน้ำเสียในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเป็นอย่างไร การเก็บตัวอย่างจะเป็นอีกลักษณะหนึ่ง หรือแม้กระทั่งต้องการทราบว่าที่ระบบบำบัดน้ำเสียล้มเหลวหรือเกิดปัญหาเพราะเหตุใด ก็เก็บตัวอย่างอีกลักษณะหนึ่ง เช่น การเก็บแบบจ้วง การเก็บตัวอย่างแบบผสมรวม ช่วงความถี่ของการเก็บตัวอย่างและจำนวนครั้งของการเก็บตัวอย่าง

ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย สามารถแบ่งตามขั้นตอน ได้ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment) และการบำบัดเบื้องต้น (Primary Treatment) เป็นขั้นตอนทางกายภาพในการแยกสิ่งสกปรกที่มีขนาดใหญ่ ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำ โดยทั่วไปจะนิยมใช้ตะแกรง การบำบัดในขั้นตอนนี้ช่วยกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50-70 และลดค่า BOD ได้ประมาณร้อยละ 25-40 แล้วแต่คุณลักษณะของน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของถังตกตะกอน ตะแกรงมีไว้ใช้ในการดักเศษขยะต่าง ๆ จากน้ำเสีย เช่น เศษวัสดุ เศษใบไม้ เศษฝุ่น เศษดิน เป็นต้น มีประโยชน์ในการช่วยเสริมประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย และป้องกันความเสียหายที่มีต่อการทำงานของเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องปั๊มน้ำ เครื่องเติมอากาศ เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น ตะแกรงมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ ตะแกรงหยาบ ซึ่งมีขนาดระหว่างช่องว่าง 25 มม.ขึ้นไป และตะแกรงละเอียด มีช่องว่างระหว่าง 2 ถึง 6 มม. การใช้ตะแกรงชนิดใดขึ้นกับขนาดวัตถุที่ต้องการกรองออกจากน้ำเสีย แต่ต้องพิจารณาการทำความสะอาดตะแกรงหากมีการอุดตันของตะแกรงเนื่องจากตะแกรงที่มีร่องละเอียดเกินไป และต้องคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ทำตะแกรง ถ้าน้ำเสียมีความเป็นกรดต่ำค่อนข้างสูงควรเลือกใช้วัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ในการบำบัดขั้นต้น ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 ชุดกรองทางกายภาพ (ถึงบำบัดใบที่ 1) เป็นชุดกรองจากเส้นใยจากกล้วย ในขั้นตอนนี้

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาวัสดุกรองจากเส้นใยจากกากกล้วยซึ่งได้จากต้นกล้วยที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง เมื่อตัดเครื่องกล้วยหอมแล้วจะตัดต้นกล้วยทิ้งด้วย ดังนั้นต้นกล้วยจึงเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกล้วยหอมทองส่งออกด้วยเช่นกัน วัสดุกรองจากเส้นใยจากกากกล้วยนี้ทำหน้าที่แทนตะแกรงเหล็ก ใช้สำหรับกรองสิ่งเจือปนในน้ำทิ้งในระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น ก่อนส่งน้ำเสียผ่านชุดกรองถัดไป (ถึงบำบัดใบที่ 2)

ขั้นตอนที่ 2 ชุดกรองทางกายภาพ (ถึงบำบัดใบที่ 2) เป็นชุดกรองที่ประกอบด้วย ชั้นหิน ชั้นกรวดหยาบ ชั้นกรวดละเอียด ชั้นทรายหยาบ ชั้นทรายละเอียด (เรียงลำดับจากชั้นล่างสู่ชั้นบน) ทำหน้าที่กรองเศษวัสดุขนาดเล็ก และทำให้เกิดการตกตะกอนบริเวณด้านล่างของถัง การกำหนดความหนาของชั้นกรอง การจัดลำดับของวัสดุตัวกรอง จึงต้องมีการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสม เพื่อให้คุณภาพของน้ำหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง (Secondary Treatment) เป็นการลดความสกปรกของน้ำเสียโดยวิธีการทางฟิสิกส์-เคมี

ขั้นตอนที่ 3 ชุดกรองทางเคมี (ถึงบำบัดใบที่ 3) เป็นชุดกรองที่ใช้วิธีการดูดซับด้วยถ่าน (Carbon Adsorption) การดูดซับด้วยถ่านเป็นกระบวนการที่ใช้ผงถ่านดูดซับเอาสารเคมีบางชนิดที่ละลายในน้ำเสีย ผงถ่านที่นำมาดูดซับ เช่น สี กลิ่น รส ความขุ่น ค่าพีเอช ซีโอดี บีโอดี ยาฆ่าแมลง โลหะหนักต่าง ๆ สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ และค่าความเป็นด่าง(alkalinity) ของน้ำลดลง เป็นต้น ถ่านชนิดนี้มีการสังเคราะห์ขึ้นเป็นพิเศษ โดยทำให้มีรูพรุนหรือโพรงภายในเพื่อให้พื้นที่ผิวมากที่สุด มีวิธีการทำโดยการไล่ความชื้นออกจากวัตถุดิบ จากนั้นนำไปเผาให้เป็นถ่าน อุณหภูมิประมาณ 400-600 C และต้องเผาต่อที่อุณหภูมิประมาณ 750-950 องศาเซลเซียส ภายใต้ความชื้นที่เหมาะสมเพื่อไล่ Tar ออกให้หมด ขั้นตอนนี้เรียกว่าการกระตุ้น (Activation) ถ่านกัมมันต์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทยทำจากวัตถุดิบ 2 ประเภท คือ กะลามะพร้าว และถ่านหินบิทูมินัส งานวิจัยนี้ใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว

ขั้นตอนที่ 4 ชุดเก็บน้ำสำรอง (ถึงเก็บน้ำใบที่ 4) สำหรับกักเก็บน้ำรอการนำกลับไปใช้ซ้ำในกระบวนการหรือการนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมอื่น ๆ ของโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก



ภาพที่ 2 ชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอม

ผลการวิจัยและอภิปราย

วัสดุกรองขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานที่ต้องการกรองสิ่งใดออกจากน้ำ สามารถเลือกวัสดุกรองได้ตามความเหมาะสม ดังนี้

- เส้นใยกล้วย กระบวนการพัฒนาชุดเส้นใยจากกากกล้วย โดยนำกากกล้วยจากลำต้นกล้วยมาตัดให้ได้ความยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร แล้วชุดเยือกกล้วยออกให้เหลือแต่เปลือกแข็งด้านนอก แยกเป็นเส้น แช่น้ำสัปดาห์ละ 10 นาที ล้างน้ำสะอาด แยกในที่ร่มให้แห้ง ตัดใยกล้วยให้มีขนาดความยาวประมาณ 3-4 เซนติเมตร บรรจุใส่ถุงตาข่าย

- ทรายกรอง เมื่อต้องการกรองสิ่งสกปรก สนิมเหล็ก ตะกอนหรือโคลน ทรายกรอง จะต้องเป็นทรายละเอียด เม็ดทรายต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน สามารถนำไปร่อนด้วยตะแกรงให้ได้ขนาดเม็ดทรายประมาณ 0.5 มิลลิเมตร

- กรวดกรอง เมื่อต้องการใช้กรองพื้นวัสดุกรองทุกชนิด ขนาดประมาณ $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ นิ้ว

- ถ่านกัมมะถัน

ขั้นตอนการออกแบบชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ถังบำบัดใบที่ 1 สูบน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอม โดยขั้นตอนนี้จะติดตั้งชุดสูบน้ำ จำนวน 1 ตัว สูบน้ำเข้าสู่ถังกรองชุดที่ 1 บังคับทิศทางให้น้ำไหลเข้าด้านล่างของถัง น้ำจะไปขึ้นไปยังด้านบนของถัง ผ่านชั้นหิน ผ่านชุดกรองใยกล้วย มีความหนาประมาณ 20-30 เซนติเมตร ทำหน้าที่กรองวัสดุเจือปนในน้ำ ซึ่งเป็นวัสดุขนาดใหญ่จะตกตะกอนลงสู่ด้านล่างของถัง โดยมีวาล์วเปิดปิดสำหรับระบายน้ำและวัสดุขนาดใหญ่ให้ไหลออกด้านล่างของถัง และน้ำด้านบนจะไหลต่อไปยังถังใบที่ 2

ถังบำบัดใบที่ 2 ประกอบด้วย ทรายละเอียด ทรายหยาบ กรวดขนาดเล็ก หินขนาดใหญ่ ตามลำดับ ในขั้นตอนนี้น้ำจะไหลเข้าถังจากด้านบน น้ำไหลอย่างช้า ๆ ซึมผ่านชั้นทราย ชั้นกรวด ชั้นหิน เศษละอองเล็ก ๆ ถูกชั้นทรายดูดซับไว้ น้ำจะไหลมารวมกันที่ด้านล่างของถัง การกำหนดความหนาของชั้นกรอง การจัดลำดับของวัสดุตัวกรอง จึงต้องมีการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสม เพื่อให้คุณภาพของน้ำหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสียสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ในกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถเปิดวาล์วน้ำออกที่ติดตั้งอยู่ด้านล่างของถังกรองที่ 2 สำหรับปล่อยตะกอนทิ้งอย่างน้อยเดือนละครั้งเพื่อทำความสะอาดโดยไม่ต้องเปลี่ยนกรวดตลอดอายุการใช้งาน

ถังบำบัดใบที่ 3 ประกอบด้วย ชั้นถ่าน ชั้นกรวด ชั้นหิน ในขั้นตอนนี้น้ำจะไหลเข้าถังจากด้านบน ผ่านชั้นถ่านกัมมันต์ (ถ่านกัมมะถัน) (Carbon Adsorption) เพื่อดูดซับสารพิษ สารเคมีและสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เจือปนมากับน้ำ เช่น สี กลิ่น รส ความขุ่น ค่าพีเอช ซีโอดี บีโอดี ยาฆ่าแมลง โลหะหนักต่าง ๆ สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ และค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ของน้ำลดลง เป็นต้น ถ่านที่ใช้ในขั้นตอนนี้เป็นถ่านชนิดที่มีรูพรุนจำนวนมากและมีขนาดรูกว้างจึงช่วยดูดซับสิ่งต่าง ๆ ได้ดี และควรเปลี่ยนถ่านปีละครั้ง(หรือตามความเหมาะสม) โดยตัดถ่านเก่าทิ้งและใส่ถ่านใหม่ลงไปแทน

ถังบำบัดใบที่ 4 สำหรับกักเก็บน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้ว เพื่อรอการนำกลับไปใช้ในกระบวนการหรือการนำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมอื่น ๆ ของโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออกต่อไป

วิเคราะห์คุณภาพน้ำเข้า(น้ำบาดาล) ก่อนเข้าสู่กระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง

น้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่มีคุณภาพที่แตกต่างกันออกไป ก่อนจะนำน้ำบาดาลมาใช้อุปโภคหรือบริโภค จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อให้ทราบคุณลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมี คุณลักษณะที่เป็นพิษ คุณลักษณะทางแบคทีเรีย โดยผลวิเคราะห์ต้องมีค่าไม่เกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุดที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2551 และหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่เหมาะสม เพื่อให้มั่นใจว่า น้ำบาดาลดื่มได้ สะอาดปลอดภัย (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2021)

เก็บตัวอย่างน้ำเข้า(น้ำบาดาล) ซึ่งเป็นแหล่งน้ำหลักของกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองส่งออก ณ โรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองส่งออก กลุ่มเกษตรกรทำสวน ตำบลทุ่งคาวิฑ อำเภอละแม จังหวัดชุมพร ในวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2564

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเข้า(น้ำบาดาล) เปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำบาดาลทางเคมี

พารามิเตอร์	วิธีทดสอบ	ผล การทดสอบ	มาตรฐาน น้ำบาดาล
1) ความขุ่น (Turbidity) (หน่วยความขุ่น)	Turbidity meter	3.85	5
2) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter	7.64	7.0-8.5
3) ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) ; mg/L	Oven, dried at 105 C	0.261	ไม่เกิน 600
4) ความกระด้างทั้งหมด ; mg/L	Titration	27.69	ไม่เกิน 300
5) ซีโอดี (COD) ; mg/L	Titration	119	ไม่เกิน 120
6) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ; mg/L	Extraction method	0.092	
7) ซัลเฟต (Sulfate) ; mg/L	Turbidity method	5.2	ไม่เกิน 200
8) คลอไรด์ (Chloride) ; mg/L	Titration	4.33	ไม่เกิน 250
9) ไนเตรท (Nitrate-Nitrogen) ; mg/L	Spectrophotometry	0.45	ไม่เกิน 45
10) เหล็ก (Fe) ; mg/L	FAAS	0.003	ไม่เกิน 5.0
11) แมงกานีส (Mn) ; mg/L	FAAS	0.006	ไม่เกิน 0.3
12) ทองแดง (Cu) ; mg/L	FAAS	0.001	ไม่เกิน 1.0
13) สังกะสี (Zn) ; mg/L	FAAS	0.05	ไม่เกิน 5.0
14) ตะกั่ว (Pb) ; mg/L	FAAS	ND	ต้องไม่มี
15) โครเมียม (Cr) ; mg/L	FAAS	0.04	
16) แคดเมียม (Cd)	FAAS	ND	ต้องไม่มี

หมายเหตุ ND หมายถึง Not Detected

ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2551

ลักษณะทางกายภาพของน้ำเข้า(น้ำบาดาล) หรือน้ำก่อนเข้าสู่กระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง มีลักษณะใส ไม่มีสี วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์น้ำเข้าตรวจสอบด้วยวิธีทางเคมี เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล พบว่า ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มีค่าคุณภาพน้ำไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่กำหนด จึงสามารถสรุปได้ว่า คุณภาพน้ำเข้า(น้ำบาดาล) ที่นำมาใช้ชะล้างกล้วยหอมทองมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาล

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทดสอบคุณภาพน้ำเสีย(อ่างตัดแต่ง) น้ำจากถังชะล้างใบที่ 1 ดำเนินการบำบัดเฉพาะพารามิเตอร์ที่เกินมาตรฐานกำหนด ได้แก่ สี ความขุ่น(ปริมาณตะกอน) ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) และค่าการนำไฟฟ้า ในวันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2565

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทางเคมีจากการเก็บน้ำเสีย(อ่างตัดแต่ง) จากกระบวนการชะล้าง

พารามิเตอร์	ผลการทดสอบ	วิธีทดสอบ
	ตัวอย่างที่ 1	
1) การนำไฟฟ้า (conductivity)	899.33 uS/cm	conductivity Meter
2) ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	7.64	pH meter
2) ปริมาณตะกอนหนัก	20 ml/L	วิธีกรวยอิมฮอฟ
3) ไนโตรเจน	0 mg/L	วิธีการเจลดาร์ล (kjeldahl)
4) ซัลไฟด์ (Sulfide)	0.17 mg/L	วิธีการไตเตรต (Titrate)
5) ตะกั่ว	ND	FAAS

* หมายถึง ND คือ Not Detected (ตรวจไม่พบ)

ผลการทดสอบทางเคมี วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสีย(อ่างตัดแต่ง) จากกระบวนการชะล้าง ภายในอ่างชะล้างใบที่ 1 พบค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) มีค่า 899.33 uS/cm ปริมาณตะกอนหนัก 20 ml/L ไนโตรเจน 0 mg/L ซัลไฟด์ (Sulfide) 0.17 mg/L ตะกั่ว ND (ไม่พบสารตะกั่ว)

การทดสอบชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย ทำการทดสอบ 3 ครั้ง โดยใช้ตัวอย่างน้ำเสีย(น้ำตัดแต่ง) เดียวกัน ในปริมาณ 50 ลิตร ระยะเวลาในการบำบัดประมาณ 1 ชั่วโมง โดยมีตัวแปรที่คงที่ ได้แก่ วัสดุ ความหนา ไยกกล้วย กรวด ทราห์ยาบ และทราห์ยาบละเอียด ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความหนาของชั้นถ่านกัมมันต์(ถ่าน กะลามะพร้าว) ที่ความหนา 15 20 25 และ 30 เซนติเมตร ศึกษาผลที่เกิดขึ้นของน้ำ ได้แก่ สี ความขุ่น(ปริมาณ ตะกอน) ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) และค่าการนำไฟฟ้า

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียหลังผ่านชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

พารามิเตอร์	ปริมาณความหนาของชั้นถ่าน(เซนติเมตร)			
	15	20	25	30
1) การนำไฟฟ้า (conductivity) ; uS/cm	495	447	410	365
2) ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	7.63	7.52	7.4	7.33
2) ปริมาณตะกอนหนัก ; ml/L	0.00	0.00	0.00	0.00
3) ไนโตรเจน ; mg/L	0	0	0	0
4) ซัลไฟด์ (Sulfide) ; mg/L	0.17	0.17	0.17	0.17
5) ตะกั่ว	ND	ND	ND	ND

การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากชุมชน พบว่า ผลของน้ำจากการบำบัดโดยชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย โดยการเพิ่มปริมาณถ่านกัมมันต์ซึ่งเป็นวัสดุกรองให้มีความหนาเพิ่มขึ้นจาก 15 20 25 และ 30 เซนติเมตร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในส่วนของ ปริมาณตะกอนหนัก ไนโตรเจน และตะกั่ว ตรวจไม่พบ สังเกตได้ว่า พบซัลไฟด์ไฟทั้งในน้ำเข้าและน้ำเสียของ กระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทองด้วยชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย เมื่อเปรียบเทียบผลของน้ำก่อนและหลังผ่านชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสีย สังเกตได้ว่า เมื่อปรับเพิ่มปริมาณของถ่านกัมมันต์ เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของชุดต้นแบบบำบัดน้ำเสียได้ดีขึ้น จึงสรุปได้ว่า ปริมาณของถ่านกัมมันต์ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) และค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ลดลง ทำให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น สำหรับปริมาณ

ตะกอนหนักสามารถดักจับสิ่งปนเปื้อนได้ดี ไม่พบไนโตรเจนและตะกั่วในตัวอย่างน้ำ ในส่วนของซัลไฟด์ (Sulfide) อาจจะต้องนำไปพิจารณาในส่วนตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำเข้าต่อไป ดังนั้น น้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดด้วยชุดต้นแบบระบบบำบัดน้ำเสีย มีประสิทธิภาพสามารถในการกรอง ดักจับเศษวัสดุปนเปื้อนในน้ำได้ดี การปรับให้ค่าการนำไฟฟ้าลดลง จำเป็นต้องควบคุมไม่ให้เกิดผลกระทบต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) รวมของน้ำเกินกว่าค่ามาตรฐานกำหนด

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตกล้วยหอมส่งออกได้รับข้อมูลคุณภาพของน้ำจากกระบวนการชะล้างกล้วยหอมทอง นำไปเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการใช้ทรัพยากรน้ำเพื่อการล้างกล้วยหอมทอง และสามารถนำน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดกลับมาใช้ใหม่ ช่วยลดปริมาณการปล่อยน้ำเสียออกจากโรงงานบรรจุหีบห่อกล้วยหอมทองสู่แหล่งน้ำธรรมชาติในการบำบัดน้ำเสียให้กับกลุ่มเกษตรกร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยความร่วมมือของคณะผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารและสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำสวน ตำบลทุ่งควายวัด อำเภอละมั่ง จังหวัดชุมพร บุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ที่อำนวยความสะดวก ให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะที่เป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการทำงานวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ที่ทุกท่านเสียสละเวลาให้ข้อมูลที่มีคุณค่าต่องานวิจัย สุดท้ายคณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะนำผลงานวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- สันทนต์ ศิริอนันต์ไพบูลย์. (2549). ระบบบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ ท้อป.
- สันทนต์ ศิริอนันต์ไพบูลย์. (2563). น้ำเสียชุมชน Domestic Wastewater. วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง.
- มูลนิธิชัยพัฒนา (2543). คู่มือเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ. วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จอช เคิร์นส์ (2556). ถังบำบัดน้ำเสียทำเองที่ยั่งยืนสำหรับชุมชนห่างไกลและกำลังพัฒนา โดยใช้วัสดุอุตสาหกรรม. ถ่านไบโอชาร์ที่ทำในท้องถิ่น. วารสารเอดโค เอเชียภาคพิเศษสำหรับสาร ECHO Development Notes ฉบับที่ 16 มีนาคม 2013.
- สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. (2560). PCD: Wastewater treatment system. [online] เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html#s3 ที่สืบค้น เมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2564]
- พงษ์ธิพันธ์ ผึ้งผาย อำนวย วัฒนกรสิริ และ นภาพร แข่งขัน (2561). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับคราบน้ำมันโดยใช้วัสดุที่มีรูพรุนนาโนเทคโนโลยีธรรมชาติ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. ปีที่ 40 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2561
- ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (2561). การศึกษาประสิทธิภาพของระบบ Biological Activated Carbon ร่วมกับ Membrane Micro Filtration ในการบำบัดน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเพื่อการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2560). คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน [online] เข้าถึงได้จาก <https://www.pcd.go.th/publication/4241/> สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 ธันวาคม 2564]

กองวิเคราะห์น้ำบาดาล <http://www.dgr.go.th/dga/th/home>

รัฐพล หงส์เกรียงไกร อุซารัตน์ คำทับทิม วิริยญา เดชอุดม และวราวุฒิ หลังแวกกลาง (2562). การกำจัดตะกั่วออกจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยตัวดูดซับไบโอฟิล์ม. วารสาร Science and Technology ฉบับที่ 9 หน้า 31- 39.

เฉลิม ชัยบุญเรือง. (2553) การบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาล กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัด นครปฐม. ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ. (2558) คู่มือความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย

เบื้องต้นและการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียด้วยตนเอง เลขทะเบียน คพ.08-066

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. เส้นใย (Fibers). [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 13 ธันวาคม 2561].

เข้าถึงจาก : http://www2.mtec.or.th/th/research/textile/textile_sci.html

บ้านจอมยุทธ. เส้นใย (Fiber). [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 15 ธันวาคม 2564]. เข้าถึงจาก :

<https://www.baanjommyut.com>

สถาบันและพัฒนาวิจัยแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เส้นใยธรรมชาติจากกาบไม้ [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 20 ธันวาคม 2564]. เข้าถึงจาก : <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=32694>

ภาคผนวก ค
รายงานการใช้จ่ายงบประมาณ



แบบรายงานการใช้จ่ายงบประมาณ

งบประมาณ ด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ประเภท Fundamental Fund

จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

ประจำปีงบประมาณ 2564

ชื่อโครงการวิจัย การบริหารจัดการน้ำจากกระบวนการชะล้างกลิ่นหอมทองด้วยการ
บำบัดน้ำเสียให้เป็นศูนย์.....

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย นางสาวชินรส ละอองวรรณ.....

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2563 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2565

รายจ่าย

หมวด (ตามสัญญา)	รายจ่ายสะสมจากรายงานครั้งก่อน ①	ค่าใช้จ่ายงวดปัจจุบัน ②	รวมรายจ่ายสะสมจนถึงงวดปัจจุบัน ③ = ① + ②	งบประมาณทั้งหมดที่ตั้งไว้ตามสัญญา ④	คงเหลือ (หรือเกิน) ⑤ = ④ - ③
1. ค่าตอบแทน	42,000	84,000	126,000	28,000	0
2. ค่าใช้สอย	15,592	19,000	34,952	23,000	-202
3. ค่าวัสดุ	31,840.37	12,606	44,446.37	8,754.88	-951.25
รวม	89,432	115,606	205,398	59,755	-1,153

จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินคงเหลือ

จำนวนเงินที่ได้รับ	จำนวน	วันที่ได้รับ	ค่าใช้จ่าย	จำนวน
งวดที่ 1	158,400 บาท	 / ธค. / 2563	งวดที่ 1	89,432 บาท
งวดที่ 2	79,200 บาท	/...../2564	งวดที่ 2	115,606 บาท
งวดที่ 3	26,400 บาท	ได้รับเมื่อดำเนินการเสร็จ	งวดที่ 3	59,755 บาท
รวมเงินที่ได้รับ ^(A)	264,000 บาท		รวมรายจ่าย ^(B)	264,793 บาท
คงเหลือเงินในบัญชีโครงการ (รวม ^(A) - รวม ^(B))				-793 บาท ^(C)

ลงนาม



หัวหน้าโครงการวิจัย



ภาคผนวก ง

หนังสือรับรองการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์



ภาคผนวก จ
เอกสารการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์





มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

มอบวุฒิบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ชิโนรส ละอองวรรณ

ได้ผ่านการอบรมหลักสูตร

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ด้านสังคมและพฤติกรรมศาสตร์

ณ ห้องประชุมออนไลน์ผ่านโปรแกรม zoom cloud meeting

วุฒิบัตรฉบับนี้มีผลตั้งแต่วันที่ ๑๗ มิถุนายน ๒๕๖๔ - ๑๖ มิถุนายน ๒๕๖๗

ให้ไว้ ณ วันที่ ๑๗ มิถุนายน ๒๕๖๔

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมณา รัตนพรหม)

รักษาราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาภรณ์ สุตหนองบัว)

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

และคณะทำงานติดตามและประเมินผลงานทางวิชาการ “โครงการจัดทำคู่มือมาตรฐาน

คณะทำงานจริยธรรมการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์”

สำนักวิจัยแห่งชาติ

SURATTHANI RAJABHAT UNIVERSITY



ภาคผนวก ฉ
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล	นางสาวชินอรส ละอองวรรณ
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2540	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม(ไฟฟ้าอุตสาหกรรม) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏเพชรบุรี
พ.ศ. 2550	อุตสาหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (อ.ม.) สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ชื่อ-นามสกุล	นายพิรพงศ์ หนูช่วย
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2545	อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อส.บ.) สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
พ.ศ. 2552	ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (คอ.ม.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2560	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงาน วัสดุ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ชื่อ-ชื่อสกุล	ดร.นรนนท์ ขำฉวี
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2546	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2550	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2561	วิศวกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย Tongji, Shanghai, China
ผลงาน	ทุนวิจัย_การผลิตถ่านชีวภาพจากของเหลือทิ้งเพื่อใช้ในการกำจัดสารเคมีจากยาปราบศัตรูพืชในแปลงพืชผักสวนครัว ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564