จำนวน 1 เล่ม
- 9 มิ.ย. 2561

รายงานการวิจัย

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด ในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

Study on the Optimum Ratio of Bio-Fermented from Pineapple Bark to Remove the Contaminated Oil in Synthetic Wastewater

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชลิดา นิยมเดชา

ปวีณา เจริญฤทธิ์

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2560

ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์)

เรื่อง การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

Study on the optimal ratio of bio-fermented from pineapple bark to remove the contaminated oil in synthetic wastewater

ผู้วิจัย นางสาวชลิดา นิยมเดชา รหัส 534292005

นางสาวปวีณา เจริญฤทธิ์ รหัส 534292025

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ

(ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

.....กรรมการ

(ดร.สิริพร บริรักวิสิฐศักดิ์)

.....กรรมการ

(นายกมลนาวิน อินทนูจิตร)

.....กรรมการ

(ดร.สายสิริ ไชยชนะ)

.....กรรมการ

(ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

มอ Bibl. 114234
17 ส.ค. 2561
เลขเรียกหนังสือ 631.87 ช774

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุมัติ เดชนะ)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Project Title	Study on the Optimum Ratio of Bio-Fermented from Pineapple bark to Remove the Contaminated Oil in Synthetic Wastewater
Authors	Miss Chalida Niyomdacha
	Miss Pawina Chareanrit
Program	Bachelor of Science
Major	Environmental Science
Faculty	Science and Technology
Academic year	2017
Advisor	Dr. Sucheewan Yoyrurob

Abstract

The objectives of this study were 1) to determine the optimum ratio of bio-fermented water from pineapple bark for oil removal in wastewater and 2) to study the efficiency of bio-fermentation from pineapple bark to remove oil in wastewater. The ratio of bio-fermentation from pineapple bark to synthetic wastewater was 5:1000, 10:1000, 20:1000, 30:1000 and 50:1000 ml while control set were not added to bio-fermentation. Laboratory experiments were conducted for 10 days. Analysis of water quality including BOD, COD, SS and oil & grease every 2 days. The results showed that BOD, COD, SS and oil & grease have a downward trend when the detention time increases. Due to the bio-fermentation can decompose the organic substances in wastewater. In addition the best ratio was 5:1000. The removal efficiency for BOD, COD, SS and oil & grease were 58.17 47.84 23.45 and 88.84 respectively.

ชื่อการวิจัยสิ่งแวดล้อม การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

ผู้วิจัย นางสาวชลิดา นิยมเดชา

นางสาวปวีณา เจริญฤทธิ์

โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ

บทคัดย่อ

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมและประสิทธิภาพของน้ำหมักชีว ภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสีย โดยใช้อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดต่อน้ำเสียสังเคราะห์ได้แก่ 5:1000 10:1000 20:1000 30:1000 50:1000 มิลลิลิตร และตัวอย่างควบคุมที่ไม่เติมน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเป็นระยะเวลา 10 วัน และวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำได้แก่ บีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และน้ำมันทุก ๆ 2 วัน ผลการศึกษาพบว่า บีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และน้ำมัน มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการบำบัด ซึ่งแสดงว่าน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดลดปริมาณบีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และน้ำมัน เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดไปช่วยในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำเสีย และผลจากการทดลองพบว่า น้ำหมักชีวภาพอัตราส่วนที่ 5 มิลลิลิตร ต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 1,000 มิลลิลิตร สามารถลดปริมาณบีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และน้ำมันได้ดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 58.17 47.84 23.45 และ 88.84 ตามลำดับ ดังนั้นประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียที่เหมาะสมที่สุดคือ อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดต่อน้ำเสียสังเคราะห์ที่ 5:1000 มิลลิลิตร

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ลงได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ ที่ให้คำแนะนำปรึกษาในการดำเนินการวิจัยอีกทั้งยังคอยให้คำแนะนำเพิ่มเติม และอ่านแก้ไขข้อบกพร่องในรายงานวิจัย เพื่อปรับปรุงให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นตลอดจนเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ขวัญกมล ขุนพิทักษ์ ดร.สายสิริ ไชยชนะ ดร.สิริพร บริรักวิสิฐศักดิ์ และอาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 12 จังหวัดสงขลา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สารเร่งซุปเปอร์ พด.6 ตลอดจนขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ที่มีส่วนช่วยเหลือให้การทำงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

และสุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และมีส่วนช่วยเหลืองานวิจัยในครั้งนี้ทุกภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณบิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจในการทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณค่า และประโยชน์ใด ๆ ที่พึงได้จากงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้มอบเป็นรางวัลแห่งความภาคภูมิใจแด่ บิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอด

นางสาวชลิดา นิยมเดชา

นางสาวปวีณา เจริญฤทธิ์

ตุลาคม 2560

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ก
Abstract		ข
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญรูป		ช
บทที่ 1	**บทนำ**	
	1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ตัวแปร	2
	1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
	1.5 สมมติฐาน	3
	1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	1.7 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย	3
บทที่ 2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	
	2.1 น้ำเสีย	4
	2.2 น้ำหมักชีวภาพ	6
	2.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายในกระบวนการหมัก	7
	2.4 ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ	11
	2.5 การพิจารณาน้ำหมักชีวภาพที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว	12
	2.6 งานวิจัยเกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	
	3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา	17
	3.2 ขอบเขตของการวิจัย	18
	3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย	18

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

4.1 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด 22

4.2 ปริมาณธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด 25

4.3 การศึกษาอัตราส่วนและประสิทธิภาพของน้ำหมักในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสีย 28

4.4 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการลดปริมาณน้ำมันในน้ำเสีย 33

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 36

5.2 ข้อเสนอแนะ 37

บรรณานุกรม 38

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ภาพประกอบการวิจัย ก-1

ภาคผนวก ข แบบเสนอโครงร่าง ข-1

ภาคผนวก ค ประวัติผู้ทำวิจัย ค-1

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.7-1	แผนการดำเนินโครงการ	3
2.3-1	ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยรวม	10
2.5-2	มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ	14
3.3-1	พารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาคุณสมบัติน้ำหมักชีวภาพ	19
3.3-2	ตารางแสดงอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ในการทดลอง	20
3.3-3	วิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสียสังเคราะห์	20
4.3-1	คุณลักษณะน้ำเสียเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์	28
4.3-2	อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ในการทดลอง	29

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3.1-1	กรอบแนวคิดในการศึกษา	17
4.1-1	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก	23
4.1-2	ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก	24
4.1-3	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก	25
4.2-1	ค่าไนโตรเจนของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก	26
4.2-2	ค่าฟอสฟอรัสของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก	27
4.2-3	ค่าโพแทสเซียมของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก	28
4.3-1	การเปลี่ยนแปลงปริมาณบีโอดีเมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนแตกต่างกัน	30
4.3-2	การเปลี่ยนแปลงปริมาณซีโอดีเมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนแตกต่างกัน	31
4.3-3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งแขวนลอยเมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนแตกต่างกัน	32
4.3-4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำมันเมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนแตกต่างกัน	33
4.4-1	ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์	34
4.4-2	ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียเมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 5:1000 มิลลิลิตร	35

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

น้ำมันที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งจากบ้านเรือน สถานจำหน่ายอาหาร โรงงานอุตสาหกรรม ร้านอาหาร หรือภัตตาคาร เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมาย น้ำมันเมื่อปนเปื้อนมากับน้ำจะลอยอยู่บนผิวน้ำ ทำให้เป็นอุปสรรคของการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ พร้อมทั้งขัดขวางการถ่ายเทของออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลง ซึ่งเกิดจากการใช้น้ำมัน ไขมัน ขี้ผึ้ง ตลอดจนน้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเหล่านี้ยังไม่มีกรรมวิธีการเก็บรวบรวมและการกำจัดอย่างถูกวิธี น้ำมันและไขมันที่เกิดจากบ้านเรือน ร้านอาหาร และภัตตาคารต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องสร้างบ่อดักไขมันเพื่อกำจัดไขมันในเบื้องต้นก่อน สำหรับประเทศที่มีอากาศหนาว หากไม่มีการกำจัดไขมันในเบื้องต้น อาจก่อให้เกิดท่ออุดตันและทำให้ท่อแตกในที่สุด

ปัจจุบันมีการหมักน้ำหมักชีวภาพมาบำบัดน้ำเสียเหล่านี้ โดยใช้สารเร่งพด.6 ในการหมัก พบว่า จุลินทรีย์ในสารเร่งนี้มีแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์ไลเปส (Lipase) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายไขมัน เมื่อใช้บำบัดน้ำเสียจะส่งผลดีต่อแหล่งน้ำ เนื่องจากจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพจะช่วยทำให้เกิดการย่อยสลายอินทรีย์สารในน้ำเสียและช่วยดับกลิ่นน้ำเสียได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) แม้ว่าในธรรมชาติจะมีจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ช่วยย่อยสลายสารปนเปื้อนในแหล่งน้ำได้โดยใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำช่วยในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ แต่ปัจจุบันน้ำเสียมีการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกจำนวนมากเกินกว่าที่จุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในแหล่งน้ำจะช่วยบำบัดน้ำเสียได้ ดังนั้นในปัจจุบันมีการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms, EM) เติมลงไปในแหล่งน้ำเสียเพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพในการบำบัดสูงขึ้น (สิทธิชัย ธีระสุนทรไท, 2541)

เปลือกสับปะรดมีคุณสมบัติที่มีประโยชน์มากมาย โดยส่วนตาของเปลือกสับปะรดนั้นอุดมด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าจึงมีการนำมาอบแห้งเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์อื่น ๆ และนอกจากนี้ยังนำมาหมักเป็นน้ำหมักชีวภาพได้อย่างดี และยังช่วยให้น้ำมันและไขมันละลายในน้ำได้ดีขึ้น เพราะน้ำหมักจากเปลือกสับปะรด สามารถผลิตเอนไซม์ได้ปริมาณมากในระยะเวลาอันสั้นและมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสูง และจากงานวิจัยของ เบญจภรณ์ พรมเผ่า และพรทิพย์ นึกอุ่นจิตร (2551) ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารด้วยน้ำจุลินทรีย์ที่ผลิตจากส้มมะละกอ และสับปะรด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันและน้ำมันของตัวอย่างน้ำเสีย โดยจุลินทรีย์ที่ผลิตจากน้ำหมักชีวภาพจากสับปะรดสามารถกำจัด

ปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำเสียให้มีค่าน้อยที่สุด รองลงมา ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพจากมะละกอ และน้ำหมักชีวภาพจากส้ม ตามลำดับ

ดังนั้น ผู้ทำการวิจัยจึงมีความสนใจในการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย เพื่อนำประโยชน์ในการลดปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำเสียซึ่งเป็นวิธีการกำจัดโดยวิธีการทางชีวภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น : อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด:น้ำเสียสังเคราะห์

ตัวแปรตาม : ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์

ตัวแปรควบคุม : วัสดุที่ใช้ในการหมักน้ำหมักชีวภาพ คือ เปลือกสับปะรด คุณลักษณะน้ำเสียสังเคราะห์

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 น้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด หมายถึง สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเปลือกสับปะรด ซึ่งจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์

1.4.2 น้ำเสียสังเคราะห์ หมายถึง น้ำเสียที่ถูกเตรียมขึ้น เพื่อควบคุมค่าความสกปรกให้อยู่ในระดับที่ต้องการและมีน้ำมันเจือปนอยู่ โดยการนำแป้งมัน น้ำตาล น้ำมันพืช มาผสมกับน้ำกลั่นตามสัดส่วนที่กำหนด

1.4.3 อัตราส่วน หมายถึง ปริมาณของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ในอัตราส่วนต่างกันเพื่อใช้ในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสีย

1.4.4 ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ หมายถึง ค่าที่แสดงความสามารถของน้ำหมักชีวภาพในลดปริมาณน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

1.5 สมมติฐาน

อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดที่เหมาะสม สามารถกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์ได้มากกว่าร้อยละ 50

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 อัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพสามารถกำจัดน้ำมันในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.2 เป็นการประยุกต์ใช้วัสดุเหลือใช้ให้มีประโยชน์ และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.6.3 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อาศัยข้อมูลเบื้องต้น เพื่อการประยุกต์ใช้น้ำหมักชีวภาพในระบบบำบัดน้ำเสีย และการปรับปรุงคุณภาพน้ำในอนาคต

1.7 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะของน้ำชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ เริ่มต้นทำการศึกษาตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 จนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 ดัง**ตารางที่ 1.7-1**

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย															
	2559	2560												2561		
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1. ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบเอกสาร	—															
2. จัดทำโครงร่างและเสนอโครงร่างวิจัยเฉพาะทาง	—															
3. ดำเนินการวิจัยเฉพาะทาง		—	—	—	—											
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง					—	—	—									
5. สรุปผลการศึกษา และอภิปรายผล						—	—	—	—							
6. สอบความก้าวหน้าวิจัย										—						
7. สอบจบวิจัยเฉพาะทาง										—						
8. จัดทำเล่มวิจัยเฉพาะทาง							—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 น้ำเสีย

2.1.1 ความหมายของน้ำเสีย

น้ำเสีย ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ให้ความหมายว่า "น้ำเสีย" หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวรวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลว (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2535)

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ได้ให้ความหมาย คำว่า "สิ่งปฏิกูล" หมายถึง อุจจาระหรือปัสสาวะ และหมายความรวมถึงสิ่งอื่นใดซึ่งเป็นสิ่งโสโครกหรือมีกลิ่นเหม็น

ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้มาแล้ว และมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม โดยมีมลสารหรือสิ่งปฏิกูลที่ละลายน้ำ และไม่ละลายน้ำเจือปนอยู่

2.1.2 ประเภทของน้ำเสีย

สามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

1) น้ำเสียจากชุมชน ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนรวมทั้งกิจกรรมที่เป็นอาชีพด้วย ได้แก่ น้ำเสียจากบ้านเรือน อาคาร โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียน ร้านค้า และอาคารสำนักงาน เป็นต้น (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542) น้ำเสียชุมชนส่วนมากจะมีสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และเป็นสาเหตุหลักของการทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลง (องค์การจัดการน้ำเสีย, 2540)

2) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท น้ำเสียส่วนใหญ่มักเป็นน้ำล้างจากกระบวนการผลิตต่าง ๆ เช่น การล้างถังหรือภาชนะทุกประเภท ทำให้องค์ประกอบของน้ำเสียประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในรูปสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ เช่น สารเคมี และโลหะหนัก เป็นต้น (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542) น้ำเสียประเภทนี้จะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามประเภทของวัตถุดิบ กระบวนการผลิตรวมทั้งระบบควบคุมและบำรุงรักษา (องค์การจัดการน้ำเสีย, 2540)

3) น้ำเสียจากการเกษตร ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตรครอบคลุมถึงการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ ลักษณะของน้ำเสียประเภทนี้จะมีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ทั้งในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ขึ้นอยู่กับการใช้น้ำ ปุ๋ย และสารเคมีต่าง ๆ ถ้าหากเป็นน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูกจะพบสารอาหารจำพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสารพิษต่าง ๆ ในปริมาณสูง แต่ถ้าเป็นน้ำเสียจากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์จะพบสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ประเภทของน้ำเสียสามารถจำแนกตามกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ได้แก่ กิจกรรมของชุมชน อุตสาหกรรม และกิจกรรมทางการเกษตร จึงส่งผลให้เกิดสิ่งสกปรกเจือปนในน้ำซึ่งอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ (องค์การจัดการน้ำเสีย, 2540)

2.1.3 คุณลักษณะที่สำคัญของน้ำเสีย

ลักษณะที่สำคัญของน้ำเสียมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้ (องค์การจัดการน้ำเสีย, 2540)

1) สารอินทรีย์ ได้แก่ สารที่ได้จากสิ่งมีชีวิตทั้งพืช และสัตว์มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ธาตุไฮโดรเจน และอนุพันธ์ของไฮโดรเจน-คาร์บอน เป็นองค์ประกอบร่วมอยู่ด้วย ตัวอย่างของสารอินทรีย์ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมวัดด้วยค่าบีโอดี

2) สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่าง ๆ ที่อาจจะไม่ทำให้น้ำเน่าเหม็น แต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต สารอนินทรีย์ที่จำเป็นต้องได้รับการบำบัดในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ซัลไฟด์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

3) โลหะหนักและสารพิษอื่น ๆ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ก็ได้ เช่น ปรอท โครเมียม และทองแดง ปกติจะอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร

4) ไขมันและน้ำมัน สารประกอบนี้เกิดจากการใช้น้ำมัน ไขมัน ขี้ผึ้งจนกระทั่งถึงน้ำมันหล่อลื่น สารประกอบเหล่านี้เมื่อปนมากับน้ำจะลอยอยู่ตามผิวน้ำทำให้เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช พร้อมทั้งกีดขวางการถ่ายเทออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง

5) อุณหภูมิ ทำให้เกิดการแบ่งชั้นของน้ำ เร่งปฏิกิริยาการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์และลดอัตราการละลายของออกซิเจนในน้ำ ทำให้จุลินทรีย์บางชนิดในถังย่อยสลายตายหรือเจริญเติบโตช้าลง อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียควรอยู่ประมาณ 25-35 องศาเซลเซียส

6) ของแข็ง เป็นตะกอนภายหลังการระเหยด้วยไอน้ำ และทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ตะกอนที่เกิดขึ้นมีทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

ของแข็งตกตะกอน (Settleable solids) ของแข็งทั้งหมด (Total solids) และของแข็งแขวนลอย (Suspended solids)

7) สีและความขุ่น เกิดจากอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ กระดาษ ฟอกหนัง และโรงฆ่าสัตว์ สีและความขุ่นจะขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในแหล่งน้ำ

8) กรด-ด่าง น้ำที่มีคุณภาพดีจะต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียง หรือเท่ากับ 7 แต่ในทางปฏิบัติได้กำหนดมาตรฐานค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทิ้งอยู่ในช่วง 5-9

9) จุลินทรีย์ โดยทั่วไปสามารถแบ่งจุลินทรีย์ออกเป็น 3 กลุ่มคือ ยูคาริโอต (Eucaryotes) ยูแบคทีเรีย (Eubacteria) และอาร์คีแบคทีเรีย (Archaebacteria) โดยสองกลุ่มหลังมักเรียกรวมกันว่ากลุ่มโพรคาริโอต (Procaryotes) ซึ่งแบคทีเรียเป็นองค์ประกอบและมีบทบาทสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสีย ส่วนจุลินทรีย์ในกลุ่มยูคาริโอต (Eucaryotes) ที่มีบทบาทสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ รา โปรโตซัว โรติเฟอร์ และสาหร่าย

จากการจำแนกองค์ประกอบของน้ำเสียสรุปได้ว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ที่ปะปนอยู่ในน้ำที่เกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำจนกลายเป็นน้ำเสีย องค์ประกอบนั้น ได้แก่ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ โลหะหนักและสารพิษอื่น ไขมันและน้ำมัน ความร้อน ของแข็ง สี ความขุ่น กรด-ด่าง และจุลินทรีย์ เป็นต้น

2.2 น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ หมายถึง ของเหลว ซึ่งได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์ที่มีลักษณะสดและอวบน้ำ หรือมีความชื้นสูงโดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ทั้งในสภาพที่ไม่มีอากาศและมีอากาศ ได้ของเหลวสีน้ำตาล ประกอบด้วย ฮอร์โมนหรือสารเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน รวมทั้งกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดอะมิโน เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

น้ำหมักชีวภาพสามารถแบ่งตามประเภทของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตได้เป็น 2 ประเภท (สุริยา สาสนรักกิจ, 2542)

1) น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช

สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดแรกเป็นน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืช มีลักษณะเป็นของเหลวข้นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมของสิ่งที่หมักเกิดขึ้น สารที่สกัดได้จากเซลล์พืช ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ชนิดที่สอง ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก เช่น เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้

2) น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักปลาเป็นการย่อยสลายเศษเหลือใช้จากปลา เช่น หัวปลา ก้างปลา หางปลา เลือด กระเพาะปลา โดยการใช้เอนไซม์ในกระบวนการหมักซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หลังผ่านกระบวนการหมักจะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ได้แก่ กำมะถัน เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสารอินทรีย์อื่น

2.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายในกระบวนการหมัก

ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักวัสดุเหลือใช้ลักษณะสดในสภาพที่เป็นของเหลวนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมและปัจจัยของวัสดุที่ใช้ในการหมักด้วย ดังนั้นปัจจัยบางประการจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพอัตราการย่อยสลายวัสดุหมัก มีดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

1) ชนิดและองค์ประกอบของวัสดุหมัก

วัสดุจากเศษปลาจะย่อยยากกว่าวัสดุผักและผลไม้เนื่องจากปลามีองค์ประกอบของโปรตีนและส่วนของกระดูกปลา ซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายนานขึ้น ในขณะที่วัสดุหมักที่เป็นเศษพืช จะใช้ระยะเวลาในการหมักสั้นกว่า เนื่องจากองค์ประกอบของวัสดุหมักจากผักและผลไม้มีปริมาณเซลลูโลสต่ำ แต่จะมีแร่ธาตุที่อยู่ในรูปเป็นประโยชน์มากกว่า นอกจากนี้ในวัสดุผักหรือผลไม้จะมีองค์ประกอบของน้ำตาลอยู่มากกว่าวัสดุประเภทเนื้อสัตว์ สารประกอบของน้ำตาลที่อยู่ในวัสดุผักและผลไม้นี้จะเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการหมักได้ดี ยีสต์จะใช้น้ำตาลที่มีอยู่ในองค์ประกอบของวัสดุหมักแล้วแปรสภาพให้เป็นของเหลวเป็นการถนอมผลิตภัณฑ์ไว้โดยผ่านกระบวนการหมัก

2) ความอวบน้ำของวัสดุหมัก

วัสดุที่มีความชื้นสูงหรืออวบน้ำจะทำให้กระบวนการหมักทางชีวภาพ ดำเนินการย่อยสลายได้ดี เช่น วัสดุเหลือใช้จากผักกาดขาว ฟักเขียว มะเขือเทศ เมื่อนำไปผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่เป็นของเหลวแล้ว ในช่วง 1-3 วันแรกของการหมักจะมีของเหลวออกมาจากวัสดุผักได้ง่ายโดยผ่านกระบวนการทางชีวเคมี หรือถ้าเป็นวัสดุเหลือใช้จากผลไม้ เช่น แตงโม มะละกอ มะม่วง สับปะรด ส้ม ลำไย ลิ้นจี่ และผลไม้อีกหลายชนิด วัสดุเหลือใช้ดังกล่าวนี้มีความชื้นสูงประมาณ 70-90 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สารละลายจากพืชปลดปล่อยออกได้รวดเร็ว ในกรณีของวัสดุเหลือใช้ที่ได้มาจากสัตว์ เช่น ปลาหรือหอยนั้น สารละลายที่จะถูกสกัดออกมาจะใช้ระยะเวลานานกว่า พืชผักและผลไม้ เนื่องจากสัตว์มีองค์ประกอบของโมเลกุลที่ซับซ้อนมากกว่าในเซลล์พืช และนอกจากนี้ความชื้นจะต่ำกว่าเซลล์พืช

3) แหล่งอาหารคาร์บอนของจุลินทรีย์

ในกระบวนการหมักใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารคาร์บอนที่สำคัญของจุลินทรีย์ในการดำเนินกิจกรรม เช่น กากน้ำตาล น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลทรายขาว น้ำอ้อยสดและหรือน้ำตาลสด ดังนั้นในการหมักนอกจากจะเกิดกิจกรรมการย่อยสลายจุลินทรีย์ แล้วความเข้มข้นของน้ำตาลยังมีผลต่อการเกิดกระบวนการพลาสโมโลซิส (plasmolysis) โดยมีผลทำให้เซลล์พืชหรือสัตว์แตกออกและได้สารละลายถูกสกัดออกมาเพิ่มขึ้น เนื่องจากวัสดุผลไม้มีองค์ประกอบของน้ำตาลในปริมาณที่มากกว่าวัสดุหมักชนิดอื่น ดังนั้นในการหมักวัสดุจากสัตว์ควรใช้ผลไม้ร่วมด้วยจะทำให้การดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ดีขึ้น

4) การระบายอากาศ

โดยทั่วไปแล้วกระบวนการหมักวัสดุลักษณะสดนี้จะเกิดขึ้นในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนมากกว่ามีออกซิเจน และได้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในระหว่างการหมัก ดังนั้นจะต้องให้มีการระบาย CO_2 ออกไป จึงไม่ควรปิดฝาให้สนิทเพื่อเป็นการระบาย CO_2 หรือจะมีการกวนวัสดุหมักทุก 7 วัน

5) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่า pH ที่มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการหมัก เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์โดยกลุ่มจุลินทรีย์พวกแอซิติก (acetic) หรือแลคติกแบคทีเรียก (lactic bacteria) โดยจะปลดปล่อยกรดอินทรีย์พวก acetic หรือ lactic acid ในกระบวนการหมักทำให้ค่าความเป็นด่างเริ่มแรกมีค่าประมาณ 5 และสิ้นสุดขบวนการจะมีค่า pH ระหว่าง 3-4

6) อุณหภูมิ

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการหมักดังกล่าวนี้ เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในอุณหภูมิปกติ หรือระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส และไม่ต้องการแสง

7) ความชื้น

ในกระบวนการหมักจะต้องมีความชื้นสูง โดยมีการเติมน้ำให้ท่วมวัสดุหมัก ซึ่งเป็นสภาพที่มีความเหมาะสมในกระบวนการหมักโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ เพื่อทำให้สารละลายในวัสดุหมักออกมาจากเซลล์

8) ระยะเวลาการหมัก

ระยะเวลาในการหมักวัสดุเหลือใช้ลักษณะสดในสภาพที่เป็นของเหลวจะขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมและปัจจัยของวัสดุที่ใช้ในการหมัก เช่น วัสดุเหลือใช้จากสัตว์ สารละลายที่ถูกสกัดออกมาจะใช้ระยะเวลาประมาณ 20-30 วัน พืชผักและผลไม้ใช้ระยะเวลาประมาณ 10-14 วัน

2.3.1 บทบาทจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพ

กลุ่มจุลินทรีย์สำคัญที่เกี่ยวข้องในการดำเนินกิจกรรมการย่อยสลายเพื่อผลิตน้ำหมักชีวภาพมีดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

1) กลุ่มยีสต์

ยีสต์มีรูปร่างกลมหรือรี มีการสืบพันธ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ (budding) จัดอยู่ในรูป Family Saccharomycetaceae เมื่ออายุน้อยมีรูปร่างกลม แต่เมื่ออายุมากจะมีขนาดรูปร่างรียาว ในกระบวนการหมักยีสต์จะมีการสร้าง ascospores แบบอาศัยเพศอยู่ใน asci ได้แก่ ยีสต์สกุล Sacchoromyces sp. และ Candida sp. และใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร ยีสต์จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (หลังจากการหมัก 1-2 วัน จะได้กลิ่นแอลกอฮอล์) และเกิดผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นออกมาในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ Glycerol, Acetic acid, Organic acids, Amino acids, Purines, Pyrimidines และ Alcohol นอกจากนั้นยีสต์จะผลิตวิตามินและฮอร์โมนในระหว่างกระบวนการหมักด้วย ในกระบวนการหมักนั้นจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำมาก แต่ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็นกรดสูง pH ระหว่าง 4.0-6.5 แอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักเป็นปัจจัยที่ควบคุมคุณภาพของปุ๋ยน้ำอินทรีย์ด้วย

2) กลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก

เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ (endospore) รูปร่างของเซลล์มีลักษณะเป็นท่อน จัดอยู่ใน Family Lactobacillaceae มีการเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล Lactobacillus sp. และใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน โดยทั่วไปแล้วแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกจะมีอยู่ในสภาพธรรมชาติ เช่น ในพืชผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์นม กรดแลกติกมีบทบาทในการถนอมอาหารหลายชนิด เช่น ผักดองต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์นมพวกทำเนยแข็ง จุลินทรีย์ดังกล่าวมีความสามารถทนทานต่อสภาพความเป็นกรดสูง pH อยู่ในช่วงระหว่าง 2.0-3.5 ซึ่งสภาวะความเป็นกรดสูงนี้จะมีผลกระทบต่อการยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์หรือกำจัดกลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร ปฏิกิริยาโดยสรุปของการสร้างกรดแลคติกจากน้ำตาล

3) กลุ่มจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจน

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน ประกอบด้วย แบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซีส ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่จะได้แอมโมเนีย จึงเรียกกลุ่มจุลินทรีย์เหล่านี้ว่า Ammonifiers กลุ่มแบคทีเรียในสกุล Bacillus sp. สามารถผลิต Extracellular enzyme ออกมาภายนอกเซลล์เรียกว่า proteolytic enzyme (protease) ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงเป็นกรดอะมิโน

ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยรวมมี 4 ชนิด คือ แบคทีเรีย แบคทีเรียกลุ่มกรดแลคติก ยีสต์ ราเส้นใย ดัง**ตารางที่ 2.3-1**

ตารางที่ 2.3-1 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักโดยรวม

ชนิดของจุลินทรีย์	จุลินทรีย์ที่พบ (%)	จำนวนเซลล์ต่อมิลลิลิตร
แบคทีเรีย	100	10^2-10^8 (100-100,000,000)
แบคทีเรียกลุ่มกรดแลคติก	40	10^3-10^8 (1,000-100,000,000)
ยีสต์	18	10-10^7 (10-10,000,000)
ราเส้นใย	27	10-10^6 (10-1,000,000)

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2547)

2.3.2 สารเร่งจุลินทรีย์สำหรับผลิตน้ำหมักชีวภาพ

สารเร่ง พด.6 เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มประสิทธิภาพการหมักเศษอาหารในสถานที่ไม่มีออกซิเจน เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ สำหรับทำความสะอาดคอกสัตว์ บำบัดน้ำเสียและกลิ่นเหม็นตามท่อระบายน้ำ ซึ่งประกอบไปด้วย ยีสต์ผลิตแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ แบคทีเรียผลิตเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีน ไขมัน และผลิตกรดแลคติก

2.3.3 ข้อควรระวังในการทำน้ำหมักชีวภาพ

ข้อควรระวังในการทำน้ำหมักชีวภาพ ดังนี้ (สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองนครปฐม, 2550)

1) ในระหว่างการหมักห้ามปิดฝาภาชนะที่ใช้หมักโดยสนิท เพราะจะทำให้ระเบิดได้ เนื่องจากระหว่างการหมักเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน ฯลฯ

2) หากมีการใช้น้ำประปาในการหมักต้องต้มให้สุกหรือตากแดด เพื่อไล่คลอรีนเพราะอาจเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก

3) พืชบางชนิดไม่ควรใช้ในการหมัก เช่น เปลือกส้ม เพราะมีน้ำมันที่ผิวเปลือกเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ย่อสลายในสภาพปลอดอากาศ

4) การทำน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพควรหมักให้ได้ที่ เพราะพบปัญหาเกิดเชื้อราที่ใบทุเรียนเพราะน้ำตาลที่เหลืออยู่จุลินทรีย์ใช้ไม่หมด

2.4 ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพมีประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้ (เอกพงศ์ มุสิกะเจริญ, 2546)

1) ด้านการเกษตร

- ช่วยปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง ในดินและน้ำ
- ช่วยปรับสภาพของโครงสร้างของดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำและอากาศได้ดียิ่งขึ้น
- ช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินให้เป็นธาตุอาหารแก่พืช
- ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชให้สมบูรณ์แข็งแรงตามธรรมชาติด้านทานโรค
- ช่วยสร้างฮอร์โมนพืช ทำให้ผลผลิตสูง และคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น
- ช่วยให้ผลผลิตคงทน เก็บรักษาไว้ได้นาน

2) ด้านปศุสัตว์

- ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นในฟาร์มสัตว์ ไก่ สุกร ภายใน 24 ชั่วโมง
- ช่วยกำจัดน้ำเสียจากฟาร์มได้ ภายใน 1-2 สัปดาห์
- ช่วยป้องกันโรคอหิวาต์และโรคระบาดต่าง ๆ ในสัตว์แทนยาปฏิชีวนะ
- ช่วยกำจัดแมลงวันด้วยการตัดวงจรชีวิตของหนอนแมลงวัน โดยไม่ให้เข้าสู่ระยะดักแด้
- ช่วยเสริมสุขภาพสัตว์เลี้ยง ทำให้สัตว์แข็งแรง มีความต้านทานโรค

3) ด้านการประมง

- ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้
- ช่วยแก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ
- ช่วยรักษาโรคแผลต่าง ๆ ในปลา กบ จระเข้
- ช่วยลดปริมาณขี้เลนในบ่อ ช่วยให้เลนไม่เน่าเหม็น สามารถนำไปผสมเป็นปุ๋ยหมักได้

4) ด้านสิ่งแวดล้อม

- ช่วยบำบัดน้ำเสียจากเกษตร ปศุสัตว์ การประมง โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชน
- ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากกองขยะ การเลี้ยงสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชนต่างๆ
- ปรับสภาพของเสีย เช่น เศษอาหารจากครัวเรือนให้เป็นประโยชน์ต่อภาคการเกษตร
- กำจัดขยะด้วยการย่อยสลายให้มีจำนวนลดน้อยลง

- ช่วยปรับสภาพอากาศที่เสียให้สดชื่นขึ้น และมีสภาพดีขึ้น

ปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจในการผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยการนำเอาเศษวัสดุเหลือใช้ต่างๆ มาทำการผลิตเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่พบในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดนั้นจะมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไป

2.5 การพิจารณาน้ำหมักชีวภาพที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

การนำน้ำหมักชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักโดยสมบูรณ์แล้วไปใช้ให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด มีข้อพิจารณาดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

1) การเจริญของจุลินทรีย์น้อยลง

การเจริญของจุลินทรีย์น้อยลง ซึ่งเป็นการแสดงที่บ่งบอกว่า กระบวนการหมักสิ้นสุดลงโดยสังเกตจากผิวหน้าของวัสดุหมักจะมีฝ้าขาวลดลง

2) ปริมาณแอลกอฮอล์จะลดลง

ปริมาณแอลกอฮอล์จะลดลง โดยสังเกตได้จากกลิ่นแอลกอฮอล์ที่ลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์ จำพวกยีสต์ ได้ใช้น้ำตาลเสร็จสิ้นกระบวนการและจุลินทรีย์ที่ใช้แอลกอฮอล์ผลิตกรดอินทรีย์ขึ้น ทำกิจกรรมการหมักลดลง

3) ไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เนื่องจากการดำเนินกิจกรรมการหมักของจุลินทรีย์มีน้อยมาก ทำให้ฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง

4) ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำหมักชีวภาพ

จากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าน้ำหมักชีวภาพมีคุณสมบัติเป็นกรดสูง โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 3-4

5) ลักษณะของน้ำหมักชีวภาพ

ได้ของเหลวใสสีน้ำตาล เป็นการบ่งบอกว่ากิจกรรมย่อยสลายเสร็จสิ้น

2.5.1 คุณสมบัติทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพ

คุณสมบัติโดยทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ฮอร์โมนอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในน้ำหมักชีวภาพรวมทั้งธาตุอาหาร มีรายละเอียดดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

1) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ในช่วง 3.5-5.6 ปฏิกิริยาเป็นกรดถึงกรดจัด ซึ่ง pH ที่เหมาะสมกับพืชควรอยู่ในช่วง 6–7

2) ค่าของการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC)

ค่าของการนำไฟฟ้า หากความเข้มข้นของสารละลายสูง อยู่ระหว่าง 2-12 desicemen/meter (dS/m) ซึ่งค่า EC ที่เหมาะสมกับพืชควรจะอยู่ต่ำกว่า 4 dS/m

3) ฮอร์โมน

มีฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน และจิบเบอร์เรลลิน

4) สารอินทรีย์

สารอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแลคติก กรดอะซีติก กรดอะมิโน และกรดฮิวมิก

5) ธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารที่พบในน้ำหมักชีวภาพ

ก) ไนโตรเจนถ้าใช้จากพืชหมัก พบไนโตรเจน 0.33-1.66% แต่ถ้าใช้ปลาหมักจะพบประมาณ 1.06-1.70%

ข) ฟอสฟอรัสในน้ำหมักจากพืชจะพบตั้งแต่ไม่พบเลยจนถึง 0.4% แต่ในน้ำหมักจากปลาพบ 0.18 -1.14%

ค) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ในน้ำหมักจากพืชพบ 0.05-3.53% และในน้ำหมักจากปลาพบ 1.0–2.39%

2.5.2 มาตรฐานน้ำหมักชีวภาพ

มารฐานน้ำหมักชีวภาพที่ใช้เปรียบเทียบในการวิจัยนี้ อาศัยข้อมูลจากคำแนะนำการขอใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ของกลุ่มควบคุมปุ๋ย สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร สำหรับกรณีปุ๋ยอินทรีย์เหลว และจากมาตรฐานสินค้าประเภทปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่รับรองโดยกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อออกใบอนุญาตให้ใช้เครื่องหมายรับรองสินค้าตามระเบียบกรมพัฒนาที่ดิน ของสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2547 สำหรับกรณีปุ๋ยอินทรีย์น้ำ โดยมีรายละเอียดสรุปดังใน**ตารางที่ 2.5-2**

ตารางที่ 2.5-2 มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

ลำดับที่	ลักษณะ	ค่ามาตรฐาน
1	ปริมาณธาตุอาหารหลัก	
	-ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen)	ไม่ต่ำกว่า 0.5% ของน้ำหนัก
	-ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5)	ไม่ต่ำกว่า 0.5% ของน้ำหนัก
	-โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O)	ไม่ต่ำกว่า 0.5% ของน้ำหนัก หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่า 1.5% ของน้ำหนัก
2	ปริมาณอินทรียวัตถุรับรอง (Organic Matter)	ไม่น้อยกว่า 10% ของน้ำหนัก
3	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N Ratio)	ไม่เกิน 20:1
4	ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	ไม่เกิน 10 dS/m. ไม่เกิน 20 dS/m. *
5	ปริมาณโซเดียม (Na)	ไม่เกิน 1% โดยน้ำหนัก
6	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	ไม่เกิน 4.0
7	ปริมาณฮอร์โมน	
	-ออกซิน	ไม่ต่ำกว่า 0.1 mg/L
	-จิบเบอร์เรลลิน	ไม่ต่ำกว่า 5.0 mg/L
	-ไซโตไคนิน	ไม่ต่ำกว่า 1.0 mg/L
8	ปริมาณสารสกัดอินทรีย์	ไม่ต่ำกว่า 1% โดยน้ำหนัก
9	สารพิษและธาตุโลหะหลัก	
	-สารหนู (Arsenic, As)	ไม่เกิน 0.25 mg/L
	-แคดเมียม (Cadmium, Cd)	ไม่เกิน 0.03 mg/L
	-โครเมียม (Chromium, Cr)	ไม่เกิน 0.50 mg/L
	-ทองแดง (Copper, Cu)	ไม่เกิน 1.00 mg/L
	-ตะกั่ว (Lead, Pb)	ไม่เกิน 0.20 mg/L
	-ปรอท (Mercury, Hg)	ไม่เกิน 0.005 mg/L
	-สังกะสี (Zinc, Zn)	ไม่เกิน 5.00 mg/L
10	ผลวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคมนุษย์ สัตว์ และพืช	

ที่มา : กลุ่มควบคุมปุ๋ย สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2550)

*สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2547)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วีณารัตน์ มูลนัตน์ (2553) ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ใช้น้ำกากส่าเหล้าทดแทนกากน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตของผักโขม ผักกวางตุ้งฮ่องเต้และผักบุ้งจีน โดยผลิตน้ำหมักชีวภาพเศษปลา:กากน้ำตาล:น้ำกากส่าเหล้า ในอัตรา 1:1:0 1:0:1 1:0.3:0.7 1:0.5:0.5 และ1:0.7:0.3 ทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน พบว่า ค่า pH อยู่ในช่วง 3.81-10.77 ค่า EC อยู่ในช่วง 4.18-7.23 dS/m มีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วงร้อยละ 0.27-1.10 พบว่าสูตร 5 ที่ระดับความเข้มข้น 1:1000 มีการงอกของเมล็ดสูงสุดโดยเมล็ดผักโขมมีการงอกร้อยละ 77 ผักกวางตุ้งฮ่องเต้มีการงอกร้อยละ 97 และผักบุ้งจีนมีการงอกร้อยละ 72.5

แตงอ่อน มั่นใจตน (2547) ได้ทดลองทำน้ำสกัดชีวภาพเพื่อนำไปเทในน้ำเป็นการรักษาน้ำและบำบัดน้ำเสียโดยใช้ฟื้นฟูคลองแสนแสบ พบว่าน้ำที่สิ่งกลิ่นเหม็นกลับไม่มีกลิ่น ขณะเดียวกันสีของน้ำก็ใสสะอาดขึ้น นอกจากนี้ยังพบข้อดีอีกว่าตะกอนที่อยู่ก้นคลองหายไป นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ในครัวเรือนได้ นำน้ำสกัดชีวภาพผสมน้ำ 1:50 เท่า เทราดส้วมกำจัดกลิ่นเหม็น หรือ ผสมน้ำ 1:50 เท่า เทลงในบ่อพัก ท่อระบายน้ำทิ้ง ทำให้สลายไขมัน ท่อไม่อุดตันฯลฯ

กัลยา ยิ้มละไม (2546) ได้ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ Effective Microorganisms (EM) และประสิทธิภาพของ EM ในการบำบัดน้ำเสีย:กรณีศึกษาสระน้ำมรกต สถาบันราชภัฏนครปฐม โดยใช้สาร EM บำบัดในช่วงเวลา 8.00 น. และ 15.00 น. เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน นำน้ำที่ได้เปรียบเทียบหาค่า อุณหภูมิ pH DO BOD COD และความขุ่น ก่อนและหลังการบำบัดด้วย EM ผลการวิจัยพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของ EM ในการบำบัดน้ำเสีย คือ อัตราส่วน 1:1:20 การศึกษาประสิทธิภาพของ EM ในการบำบัดน้ำเสีย พบว่า ก่อนการบำบัดด้วย EM อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 28.6 °C pH มีค่าเท่ากับ 8.13 ค่า DO มีค่าเท่ากับ 3.31 mg/L ค่า BOD มีค่าเท่ากับ 6.56 mg/L ค่า COD มีค่าเท่ากับ 140 mg/L และความขุ่นมีค่าเท่ากับ 49.42 NTU หลังการบำบัดด้วย EM พบว่า อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 28 °C ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.89 ค่า DO มีค่าเท่ากับ 9.79 mg/L ค่า BOD มีค่าเท่ากับ 4.47 mg/L ค่า COD มีค่าเท่ากับ 111 mg/L และความขุ่นมีค่าเท่ากับ 27.54 NTU ซึ่ง EM มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่า DO ร้อยละ 66.19 และลดค่า BOD COD และความขุ่น ได้ร้อยละ 31.86 20.71 และ44.27 ตามลำดับ ส่วนค่าอุณหภูมิ และ pH พบว่า EM มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ดังนั้น EM สามารถเพิ่มคุณภาพของน้ำให้ดีขึ้นได้ การศึกษาคุณภาพของน้ำในสระมรกต พบว่า คุณภาพของน้ำในสระมรกตจัดได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ตามประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537)

วาสนา การสุวรรณ และศราพร ต้นจริง (2545) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของ Effective Mieroorganism (EM) ในการบำบัดไขมันจากบ่อดักไขมันของร้านจำหน่ายอาหาร โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 5 ชุด การทดลอง ชุดที่ 1 เป็นชุดควบคุมไม่เติม EM ชุดที่ 2 เติม EM ร้อยละ 5 ชุดที่ 3 เติม EM ร้อยละ 10 ชุดที่ 4 เติม EM ร้อยละ 15 ชุดที่ 5 เติม EM ร้อยละ 20 วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ ดังนี้ อุณหภูมิ pH BOD COD SS และไขมันวัดค่าพารามิเตอร์ทุก 7 วัน เป็นเวลา 21 วัน จากการศึกษาพบว่า EM ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิ และ pH แต่มีผลต่อ BOD COD SS และไขมัน โดยมีแนวโน้มลดลง ตามระยะเวลาการบำบัด ซึ่งแสดงว่า EM มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD COD SS และไขมัน เนื่องจาก EM ไปช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียและเมื่อดูจากผลการทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดแตกต่างกัน โดยประสิทธิภาพการบำบัดดีที่สุด คือ ชุดการทดลองที่ 4 เติม EM ร้อยละ 15 มีประสิทธิภาพการบำบัด BOD COD SS และไขมันเท่ากับร้อยละ 60.00 66.67 81.50 และ 88.05 ตามลำดับ ดังนั้นจึงสรุป ได้ว่า EM ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดไขมันจากบ่อจัดไขมันของร้านจำหน่ายอาหารโดยอัตราส่วนของ EM ที่เหมาะสมที่สุดคือ ชุดการทดลองที่ 4 เติมร้อยละ 15 ซึ่งมีประสิทธิภาพการบำบัดไขมันสูงที่สุดคือร้อยละ 87.77 ที่ระยะเวลาการบำบัดที่ 21 วัน

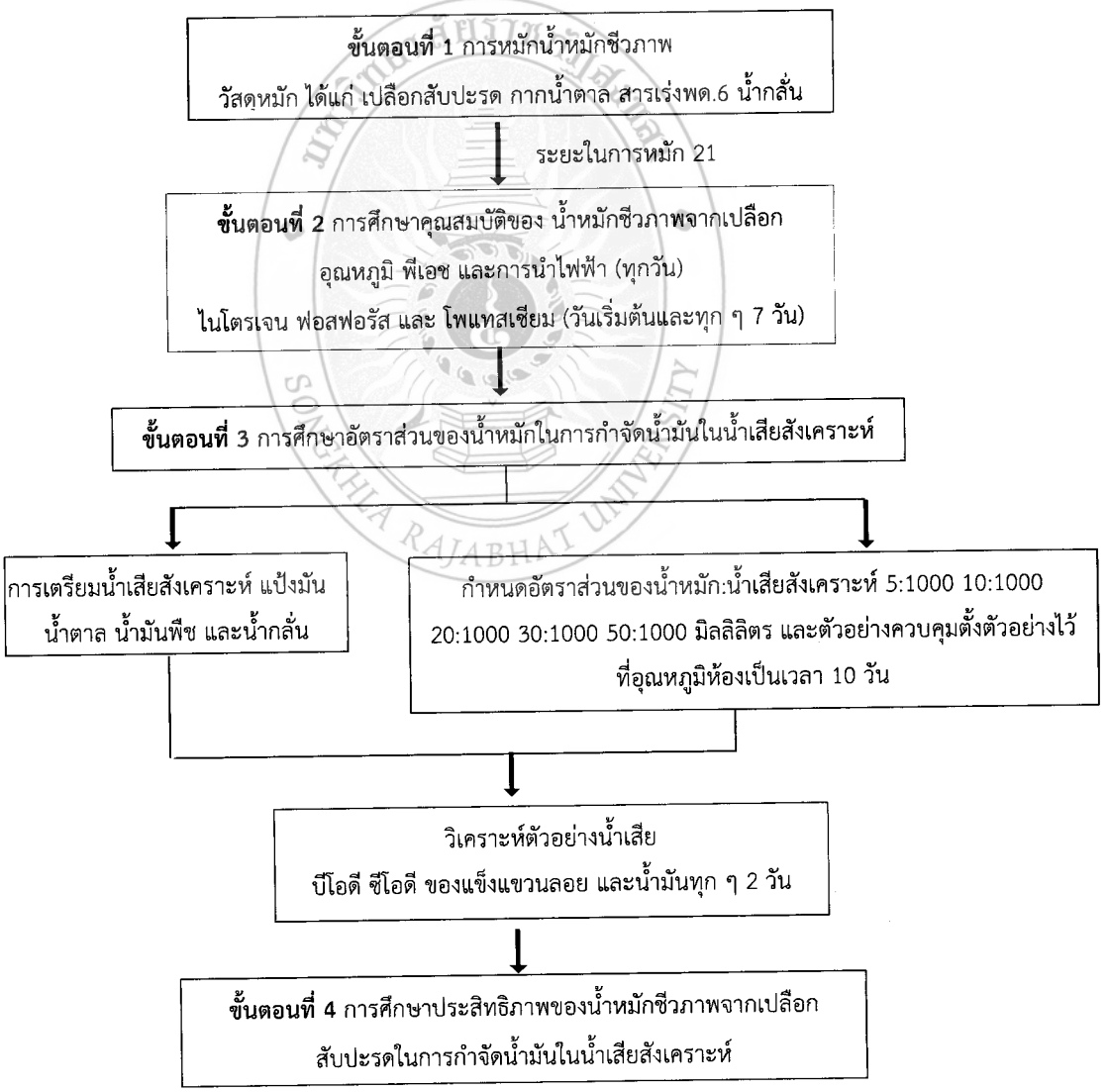
ชฤพนธ์ เจริญสุข และสาวดุษณี บุญประกอบ (2545) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของ EM (Effective Microorganisms) ในการบำบัดน้ำเสียโรงงานไส้กรอกปลาแบบไร้ออกซิเจน โดยทำการทดลองดังนี้ คือ ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุมไม่เติม EM ชุดการทดลองที่ 2 เติม EM ร้อยละ 1 ชุดการทดลองที่ 3 เติม EM ร้อยละ 5 และชุดการทดลองที่ 4 เติม EM ร้อยละ 10 โดยปริมาตรต่อน้ำเสีย 10 ลิตร ในถังปิดสนิท ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเป็นระยะเวลา 28 วัน และวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ดังนี้ คือ บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และ น้ำมัน สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย ลดลงในทุกชุดการทดลอง แต่อัตราการลดลงที่ไม่แตกต่างกันซึ่งแต่ละชุดการทดลองมีประสิทธิภาพลดลงดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 สามารถลด บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และ น้ำมัน ได้ร้อยละ 50.98 48.81 63.55 60.88 และ 56.70 ชุดการทดลองที่ 2 สามารถลด บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และ น้ำมัน ได้ร้อยละ 50.98 48.81 66.52 64.70 และ 57.92 ชุดการทดลองที่ 3 สามารถลด บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และ น้ำมัน ได้ร้อยละ 52.94 51.95 68.22 67.64 และ 78.35 ชุดการทดลองที่ 4 สามารถลด บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และ น้ำมัน ได้ร้อยละ 54.90 53.07 69.06 67.64 และ 78.96 ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า EM ไม่มีผลการลดลงของ บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย แต่ในส่วนของ น้ำมัน พบว่าการใช้ EM ร้อยละ 5 และร้อยละ 10 จะมีประสิทธิภาพในการลดลงมากที่สุดและใกล้เคียงทั้ง 2 ชุดการทดลอง สรุปได้ว่า EM ร้อยละ 5 โดยปริมาตรมีประสิทธิภาพในการลด น้ำมัน ได้มากที่สุดเมื่อพิจารณาในทางเศรษฐศาสตร์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Research) โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 กรอบแนวคิด

กรอบแนวคิดการศึกษา การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์ ดังแสดงใน **รูปที่ 3.1-1**



รูปที่ 3.1-1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

3.2 ขอบเขตการศึกษา

3.2.1 ในการทดลองการศึกษาอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์จะใช้น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากเปลือกสับปะรด โดยใช้สัดส่วน เปลือกสับปะรด 5 กิโลกรัม กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม สารเร่งพด.6 3 กรัม น้ำกลั่น 10 ลิตร หมักเป็นเวลา 21 วัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

3.2.2 ศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพทุกวัน ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช และการนำไฟฟ้าทุกวัน ไนโตเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม วันเริ่มต้นและทุก ๆ 7 วัน

3.2.3 จากการศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสีย

1) กำหนดอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ คือ 5:1000 10:1000 20:1000 30:1000 และ50:1000 มิลลิลิตร

2) จัดเตรียมน้ำเสียเคราะห์ โดยใช้ แป้งมัน 0.1000 กรัม น้ำตาล 0.1000 กรัม น้ำมันพืช 0.1000 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร (ณัฐริกา มาสังข์ และจักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์, 2550)

3.2.4 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมัน ศึกษาได้จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การทำน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด

ในการทำน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด ใช้อัตราส่วนของวัสดุตามที่แนะนำโดยกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2551) ซึ่งประกอบด้วย เปลือกสับปะรด 5 กิโลกรัม กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม สารเร่งพด.6 3 กรัม และน้ำ 10 ลิตร โดยนำเปลือกสับปะรดหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และกากน้ำตาลใส่ลงในถังหมัก ละลายสารเร่งพด.6 ในน้ำ 10 ลิตร แล้วเทลงในถังหมัก คลุกเคล้าหรือคนให้ส่วนผสมเข้ากัน ปิดฝาไม่ต้องสนิท ใช้ระยะเวลาในการหมัก 21 วัน (หมักแบบไร้อากาศ) การพิจารณาว่าสารที่ได้จากการหมักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แล้ว มีรายละเอียดดังนี้

1) มีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์น้อยลง สังเกตุได้จากฝ้าขาวที่ลดลง

2) กลิ่นแอลกอฮอล์จะลดลง และไม่มีกลิ่นเน่าเหม็น

3) ไม่ปรากฏคราบไขมัน

4) ไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือมีน้อยลง

5) ได้สารละลายหรือของเหลวสีน้ำตาล

6) ค่า pH อยู่ระหว่าง 3–4

3.3.2 การศึกษาสมบัติของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด

ดำเนินการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ตามวิธีของ วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์ (2545) ดังนี้

1) การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

ทำการวิเคราะห์อุณหภูมิอากาศเหนือถังหมัก และอุณหภูมิของน้ำหมักภายในถังหมักที่ตำแหน่งกลางถังหมักทุกวันจนสิ้นสุดการหมัก 21 วัน

2) การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี

กวนวัสดุในถังหมักด้วยไม้พายให้เข้ากัน จากนั้นใช้บีกเกอร์ตักตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพบริเวณกลางถังหมักครั้งละ 500 มิลลิลิตร จนครบปริมาณ 2 ลิตร กวนน้ำหมักที่ได้อีกครั้ง ตักตัวอย่างจากจุดกึ่งกลางภาชนะขึ้นมาปริมาณ 1 ลิตร เพื่อเป็นตัวแทนนำไปวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี โดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ทุกวัน และค่าไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ณ วันเริ่มต้นและทุก ๆ 7 วัน โดยเก็บตัวอย่างแต่ละพารามิเตอร์ตามที่กำหนด จนครบระยะเวลาในการหมัก สำหรับการศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพสรุปดัง**ตารางที่ 3.3-1**

ตารางที่ 3.3-1 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ

พารามิเตอร์	ความถี่	เครื่องมือ/วิธีการวิเคราะห์
ลักษณะทางกายภาพ		
อุณหภูมิ	ทุกวัน	Thermometer
กรด-ด่าง (pH)	ทุกวัน	pH Meter
การนำไฟฟ้า	ทุกวัน	Electrical conductivity meter
ลักษณะทางด้านเคมี		
ไนโตรเจน	ทุก 7 วัน	MicroKjeldahl Method
ฟอสฟอรัส	ทุก 7 วัน	Colorimetric Method
โพแทสเซียม*	ทุก 7 วัน	ICP-OES

หมายเหตุ * โพแทสเซียมส่งวิเคราะห์ที่หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3.3.3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

1) เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ เตรียมได้จาก แป้งมัน 0.1000 กรัม น้ำตาล 0.1000 กรัม น้ำมันพืช 0.1000 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

2) ทำการเจือจางน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำกลั่น 1:50 มิลลิลิตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

3) ทำการเติมน้ำหมักชีวภาพที่ได้เจือจางแล้วตามอัตราส่วนต่าง ๆ ดัง**ตารางที่ 3.3-2** ตั้งตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

ตารางที่ 3.3-2 ตารางแสดงอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ในการทดลอง

ปริมาณน้ำหมักชีวภาพ (มิลลิลิตร)	ปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ (มิลลิลิตร)
0 (ชุดควบคุม)	1,000
5	1,000
10	1,000
20	1,000
30	1,000
50	1,000

4) ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสียสังเคราะห์ทุก ๆ 2 วัน ดัง**ตารางที่ 3.3-3**

ตารางที่ 3.3-3 วิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสียสังเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
บีโอดี (BOD)	Dilution method
ซีโอดี (COD)	Closed Reflux
ของแข็งแขวนลอย (SS)	Gravimetric method
น้ำมันและไขมัน (Oil and Grease)	Partition gravimetric method

5) การศึกษาอัตราส่วนและประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสีย

คำนวณประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันโดยใช้สูตร

$$\text{ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมัน (ร้อยละ)} = \frac{(\text{ค่าเริ่มต้น} - \text{ค่าที่ได้}) \times 100}{\text{ค่าเริ่มต้น}}$$

ค่าเริ่มต้น = ค่าปริมาณน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้น

ค่าที่ได้ = ค่าปริมาณน้ำมันที่เหลือในน้ำเสียสังเคราะห์

บทที่ 4

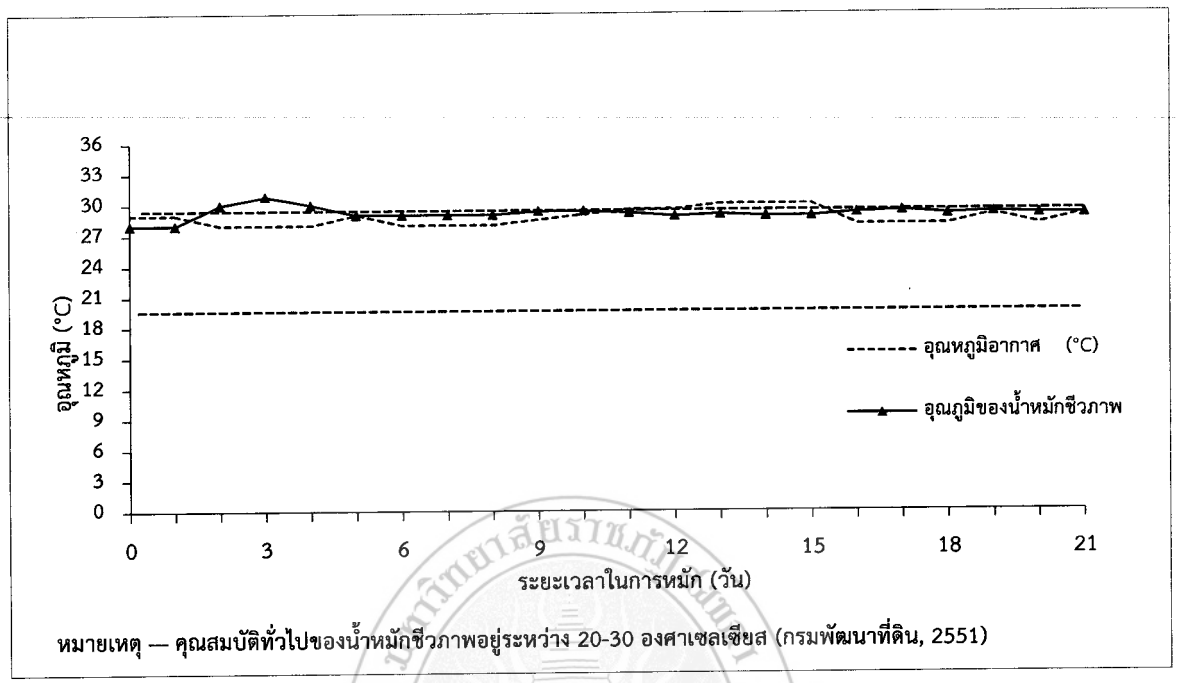
ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย โดยทำการหมักน้ำหมักเป็นเวลา 21 วัน ทำการศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพระหว่างการหมัก ได้แก่ อุณหภูมิ pH การนำไฟฟ้า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จากนั้นทำการศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยกำหนดอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ คือ 5:1000 10:1000 20:1000 30:1000 และ50:1000 มิลลิลิตร เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ โดยผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้ (อ้างภาพประกอบในภาคผนวก ก.)

4.1 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด

4.1.1 อุณหภูมิ

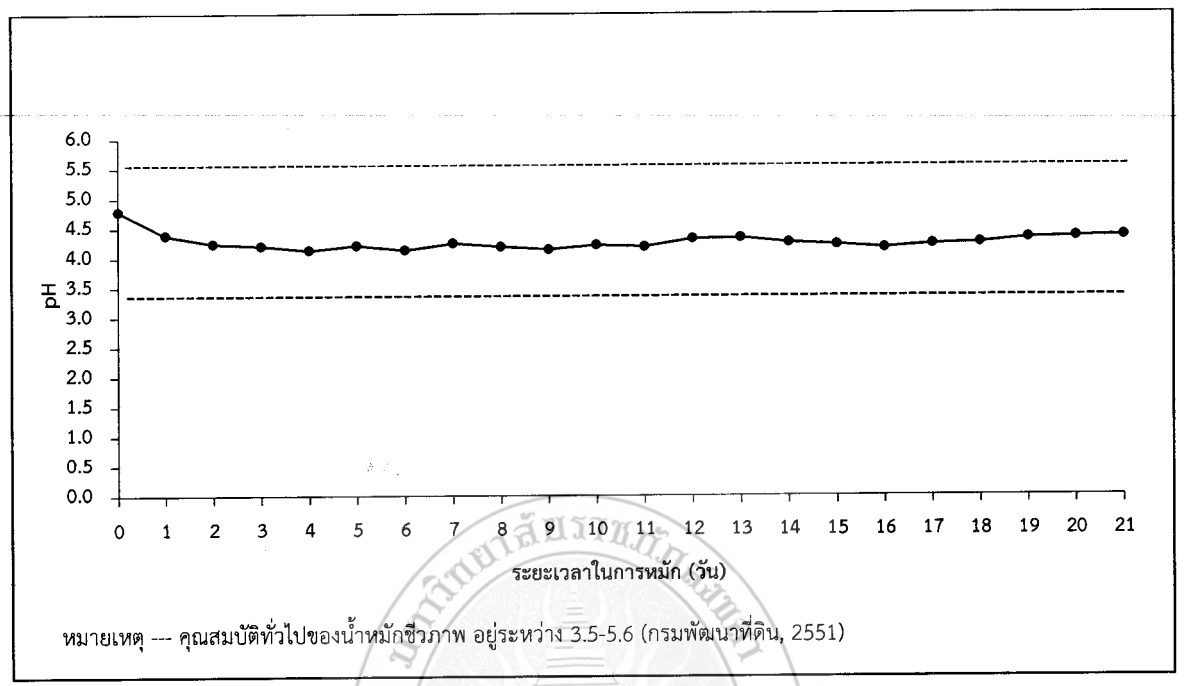
ผลการศึกษาอุณหภูมิภายในถังหมักของน้ำหมักชีวภาพ ตลอดช่วงเวลา 21 วัน พบว่าอุณหภูมิของน้ำหมักชีวภาพเริ่มต้นที่ 28 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิของน้ำหมักชีวภาพมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแม้อุณหภูมิอากาศมีค่าลดลง เนื่องจากในระหว่างการหมัก มีกิจกรรมของจุลินทรีย์เกิดขึ้น (วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์, 2545) และเริ่มคงที่ในช่วงวันที่ 16 ของการหมัก อุณหภูมิของน้ำหมักชีวภาพสิ้นสุดที่ 29 องศาเซลเซียส น้ำหมักชีวภาพตลอดระยะเวลาการหมักอยู่ในช่วง 28-31 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศที่มีค่าอยู่ในช่วง 28-30 องศาเซลเซียส การที่อุณหภูมิของน้ำหมักชีวภาพเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วช่วงต้น อาจเนื่องจากเกิดกระบวนการย่อยสลายของน้ำหมักชีวภาพจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยจุลินทรีย์หลายชนิด และเมื่ออยู่ในสภาพที่เหมาะสม สารละลายภายในน้ำหมักชีวภาพเริ่มการเปลี่ยนแปลงไปตามขั้นตอนโดยระดับอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตามค่าที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน (2551) อุณหภูมิของน้ำหมักชีวภาพที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิของน้ำหมักชีวภาพถือว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ดัง**รูปที่ 4.1-1**



รูปที่ 4.1-1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก

4.1.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำหมักชีวภาพ

ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลง pH ของน้ำหมักชีวภาพ ในช่วงแรกมีค่าเท่ากับ 4.79 ต่อมาแบคทีเรียมีการสร้างกรดอินทรีย์มากขึ้นทำให้ค่า pH ในช่วงของวันที่ 2 ลงมาค่อนข้างต่ำ ซึ่งทำให้สภาพในถังหมักไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียดัง**รูปที่ 4.1-2** เนื่องจากแบคทีเรียไม่สามารถอยู่ได้ในสภาพวะที่เป็นกรดมาก ๆ แต่จะเหมาะสมต่อจุลินทรีย์ในกลุ่มของยีสต์และราที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่เป็นกรดมากกว่าแบคทีเรีย (Bailey and Ollis, 1986) ซึ่งสังเกตได้จากภายในถังหมักมีฝ้าสีขาวขึ้นเป็นจุด ๆ กระจายบนผิวหน้า และเมื่อหมักได้ 7 วัน น้ำหมักมีกลิ่นหอมคล้ายไวน์ เนื่องจากยีสต์สร้างแอลกอฮอล์ อีกทั้งเมื่อเจริญเติบโตและย่อยสลายเซลลูโลสได้ดีจะมีการสร้างแอมโมเนียขึ้นทำให้สภาพภายในถังหมักมีค่า pH เริ่มสูงขึ้น (Poincelot, 1979) แต่เมื่อสารอาหารในถังหมักเริ่มลดลงกิจกรรมของจุลินทรีย์ก็จะลดลงจึงทำให้ค่า pH เริ่มคงที่เมื่อหมักได้ 19 วัน เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักค่า pH เท่ากับ 4.36 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบน้ำหมักชีวภาพ เป็นไปตามข้อแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน (2551) ซึ่งค่า pH ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงระหว่าง 3.5-5.6 เนื่องจากมีความเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งค่า pH ที่ได้จากน้ำหมักชีวภาพถือว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม

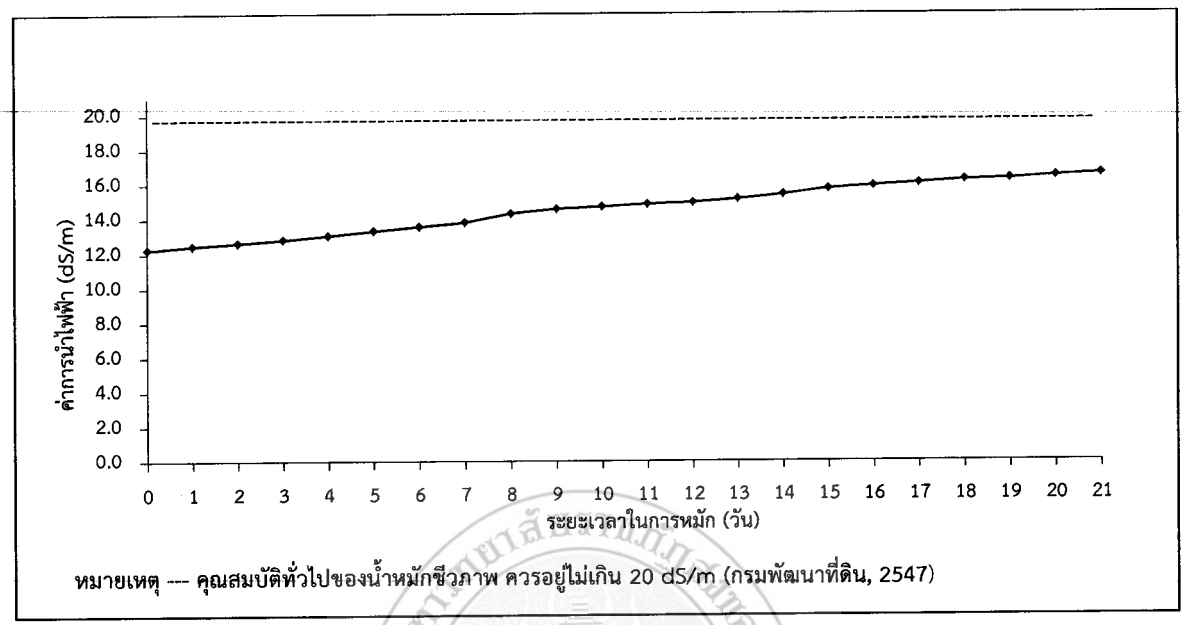


รูปที่ 4.1-2 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก

4.1.3 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC) ของน้ำหมักชีวภาพ

ผลการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักชีวภาพ พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำหมักชีวภาพมีค่าเริ่มต้น 12.27 dS/m โดยส่วนใหญ่เมื่อเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในน้ำหมักชีวภาพเมื่อหมักนานขึ้นจะมีไอออนของเกลือต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการหมักมีค่า EC เท่ากับ 16.56 dS/m ซึ่งค่า EC ของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการวิจัยมีค่าสูงกว่า EC ของน้ำหมักชีวภาพที่รายงานโดย วีณารัตน์ มูลนัตน์ (2553) อย่างไรก็ตามค่าที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามค่ามาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน (2547) คือไม่เกิน 20 dS/m ดัง**รูปที่ 4.1-3**

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



รูปที่ 4.1-3 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก

4.2 ปริมาณธาตุอาหารหลักในน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด

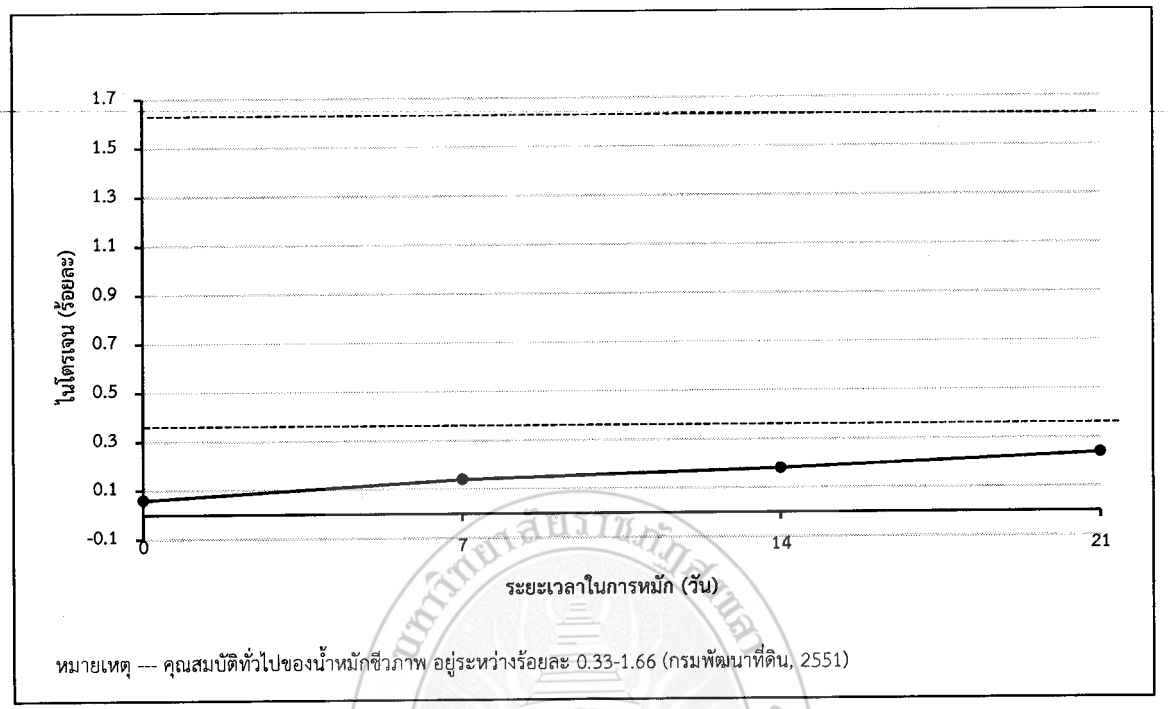
4.2.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำหมักชีวภาพ

ผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนของน้ำหมักชีวภาพ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนของน้ำหมักชีวภาพ มีค่าเริ่มต้นร้อยละ 0.06 และปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุก ๆ สัปดาห์ อาจเป็นผลมาจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ การเพิ่มปริมาณของเซลล์ รวมทั้งการตายของจุลินทรีย์ เนื่องจากเซลล์ของจุลินทรีย์มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักมีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 0.24 ดังแสดงใน**รูปที่ 4.2-1**

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ในกระบวนการหมักปริมาณไนโตรเจนของน้ำหมักชีวภาพที่ได้ยังมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลาย โดยจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพจะใช้ไนโตรเจนในการสังเคราะห์โปรตีนเพื่อสร้างเซลล์ใหม่ แต่ค่าไนโตรเจนที่เหมาะสมของกระบวนการหมักของน้ำหมักชีวภาพจากเศษพืชเศษผักที่เหมาะสมควรมีค่าอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 0.33-1.66 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) ซึ่งค่าไนโตรเจนที่ได้จากน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดินเล็กน้อย

ว
631.87
ช171ก

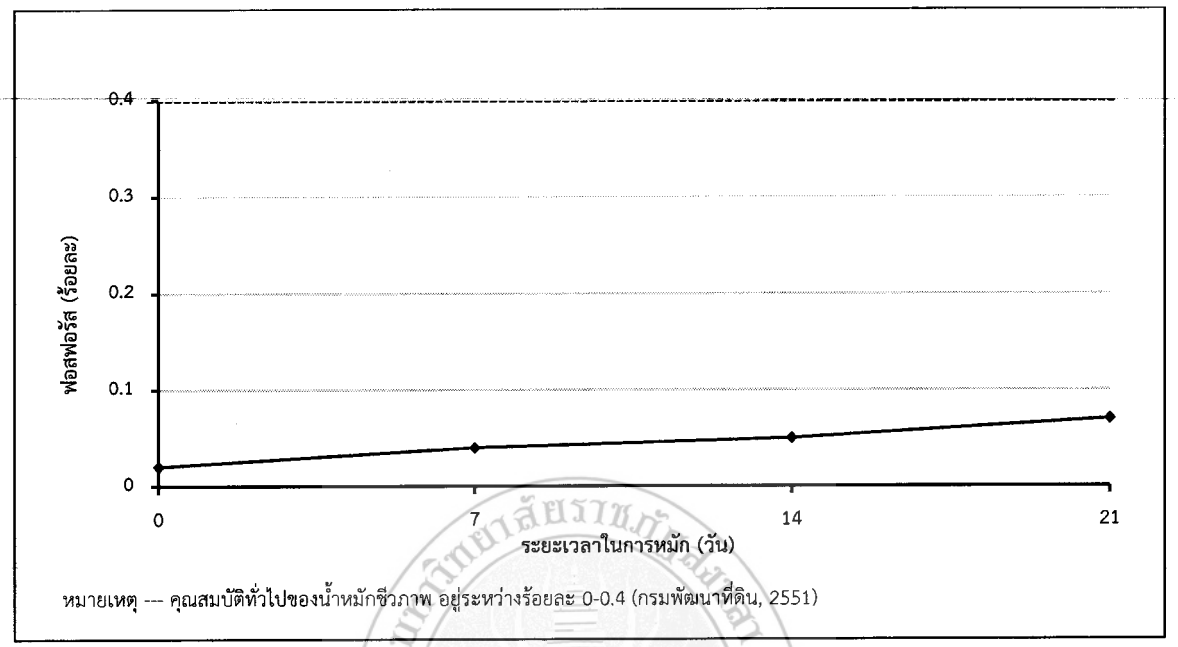
17 ส.ค. 2561



รูปที่ 4.2-1 ปริมาณไนโตรเจนของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก

4.2.2 ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำหมักชีวภาพ

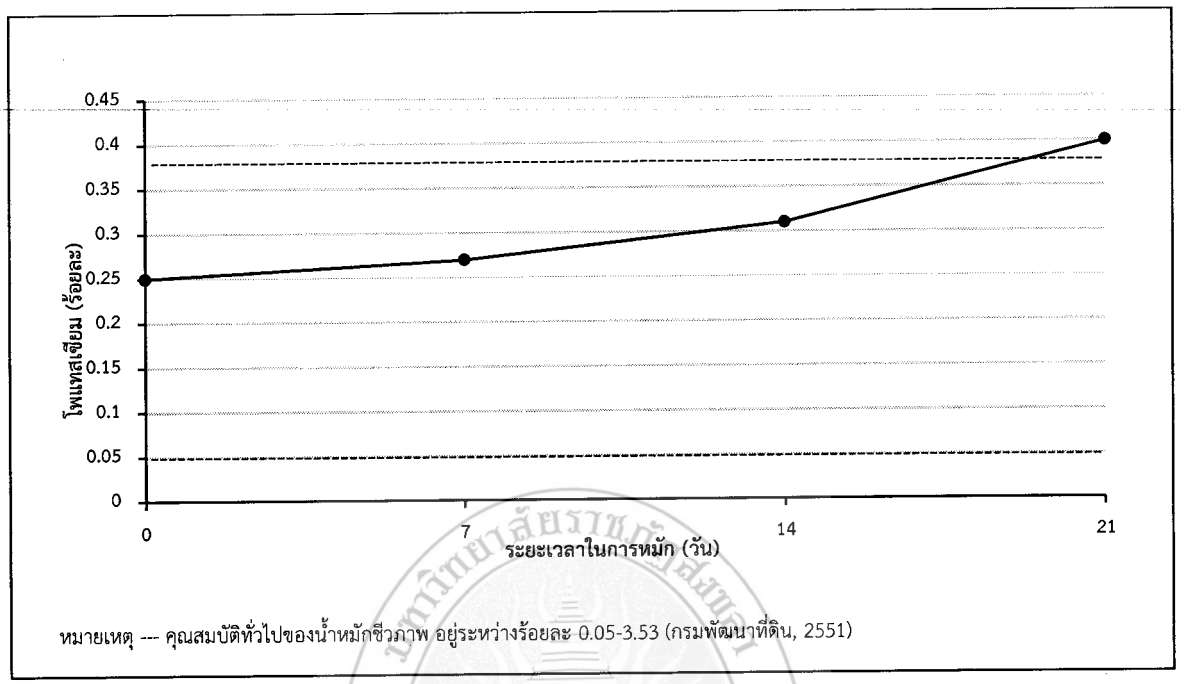
ผลการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available-P) ของน้ำหมักชีวภาพ พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในน้ำหมักชีวภาพ มีปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 0.02 ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยทุก ๆ สัปดาห์ดัง**รูปที่ 4.2-2** เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสนี้ อาจเนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่มีการใช้ฟอสฟอรัสในการเจริญเติบโต และสร้างเซลล์ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักที่ 21 วัน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ คือร้อยละ 0.07 ทั้งนี้ค่าร้อยละของฟอสฟอรัสที่เหมาะสมควรมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0-0.4 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) ซึ่งค่าของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ที่ได้จากน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดถือว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม



รูปที่ 4.2-2 ปริมาณฟอสฟอรัสของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก

4.2.3 ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำหมักชีวภาพ

ผลการศึกษาปริมาณโพแทสเซียมของน้ำหมักชีวภาพ พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมเริ่มต้นในน้ำหมักชีวภาพ มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.25 ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมมีแนวโน้มค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุก ๆ สัปดาห์ ดัง**รูปที่ 4.2-3** เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักที่ 21 วัน ปริมาณโพแทสเซียมของน้ำหมักชีวภาพ มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.40 ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพมีปริมาณคาร์บอนที่เป็นอินทรีย์ลดลง เนื่องจากการถูกย่อยสลายในระหว่างการหมัก จึงทำให้ร้อยละโพแทสเซียมมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ปริมาณโพแทสเซียมที่เหมาะสมในน้ำหมักชีวภาพควรมีค่าอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 0.05-3.53 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) ซึ่งค่าของโพแทสเซียมที่ได้จากน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดถือว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม



รูปที่ 4.2-3 ปริมาณโพแทสเซียมของน้ำหมักชีวภาพในระหว่างการหมัก

4.3 การศึกษาอัตราส่วนและประสิทธิภาพของน้ำหมักในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสีย

ในขั้นตอนนี้ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ โดยการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ผู้วิจัยได้ใช้สัดส่วน แป้งมัน 0.1000 กรัม น้ำตาล 0.1000 กรัม น้ำมันพืช 0.1000 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นปริมาตร 1000 มิลลิลิตร จากนั้นวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้น โดยคุณลักษณะของน้ำเสียของน้ำเสียสังเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.3-1

ตารางที่ 4.3-1 คุณลักษณะน้ำเสียเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์

คุณลักษณะน้ำเสีย	ปริมาณ (มิลลิกรัม/ลิตร)
บีโอดี	26.30
ซีโอดี	221.65
ของแข็งแขวนลอย	18.55
น้ำมันและไขมัน	98.88

ในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ ผู้วิจัยใช้อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด : น้ำเสียสังเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3-2

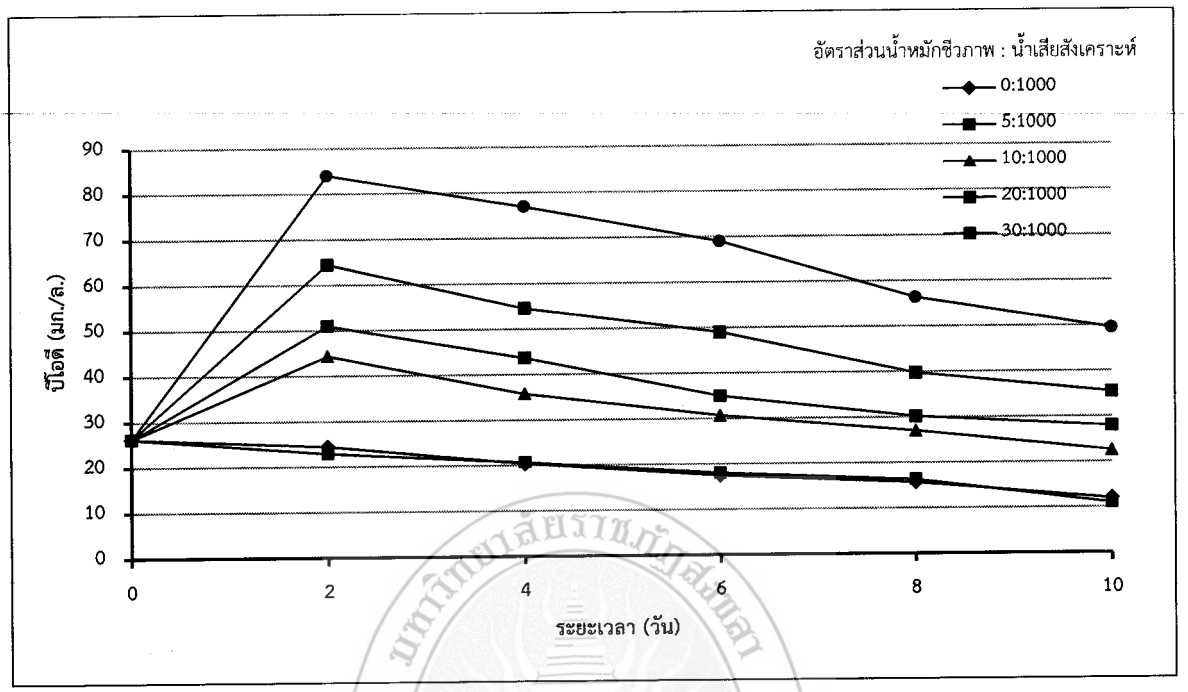
ตารางที่ 4.3-2 อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ในการทดลอง

ปริมาณน้ำหมักชีวภาพ (มิลลิลิตร)	ปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ (มิลลิลิตร)
0 (ชุดควบคุม)	1,000
5	1,000
10	1,000
20	1,000
30	1,000
50	1,000

ผลการศึกษาคุณลักษณะน้ำเสียสังเคราะห์ หลังจากการเติมน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในอัตราส่วนต่าง ๆ มีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

4.3.1 ค่าบีโอดี (BOD)

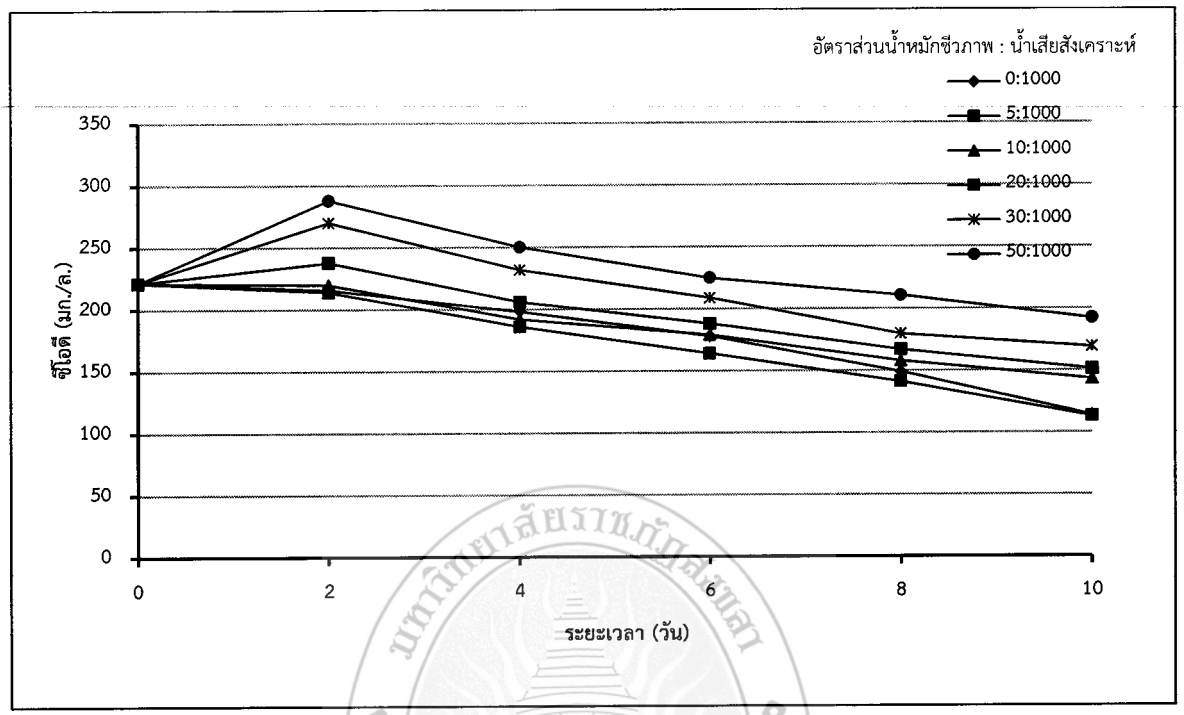
ค่าบีโอดีของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้น เท่ากับ 26.30 มิลลิกรัม/ลิตร แต่เมื่อมีการเติมน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ตามอัตราส่วนที่กำหนด คือ 5:1000 10:1000 20:1000 30:1000 และ 50:1000 มิลลิลิตร ซึ่งเป็นการเพิ่มสารอินทรีย์จากวัตถุดิบที่ใช้ทำของน้ำหมักชีวภาพลงในน้ำเสียสังเคราะห์ และเชื้อจุลินทรีย์ยังไม่ทำงานทันทีหลังจากการเติม ทำให้ค่าบีโอดีเพิ่มสูงขึ้น หลังจากนั้นค่าบีโอดีค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาในการบำบัดดังแสดงในรูปที่ 4.3-1 เนื่องจากจุลินทรีย์ไปช่วยย่อยสลายอินทรีย์สารในน้ำเสีย ประกอบกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และได้รับอาหารจากสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำเสีย ซึ่งที่อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 5:1000 มิลลิลิตร สามารถลดค่าบีโอดีได้มากที่สุด โดยมีค่าบีโอดีลดลงเหลือ 11.00 มิลลิกรัม/ลิตร แสดงว่าน้ำหมักชีวภาพช่วยย่อยสลายอินทรีย์สารได้อย่างรวดเร็วและย่อยสลายได้ดี



รูปที่ 4.3-1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณบีโอดีเมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนแตกต่างกัน

4.3.2 ค่าซีโอดี (COD)

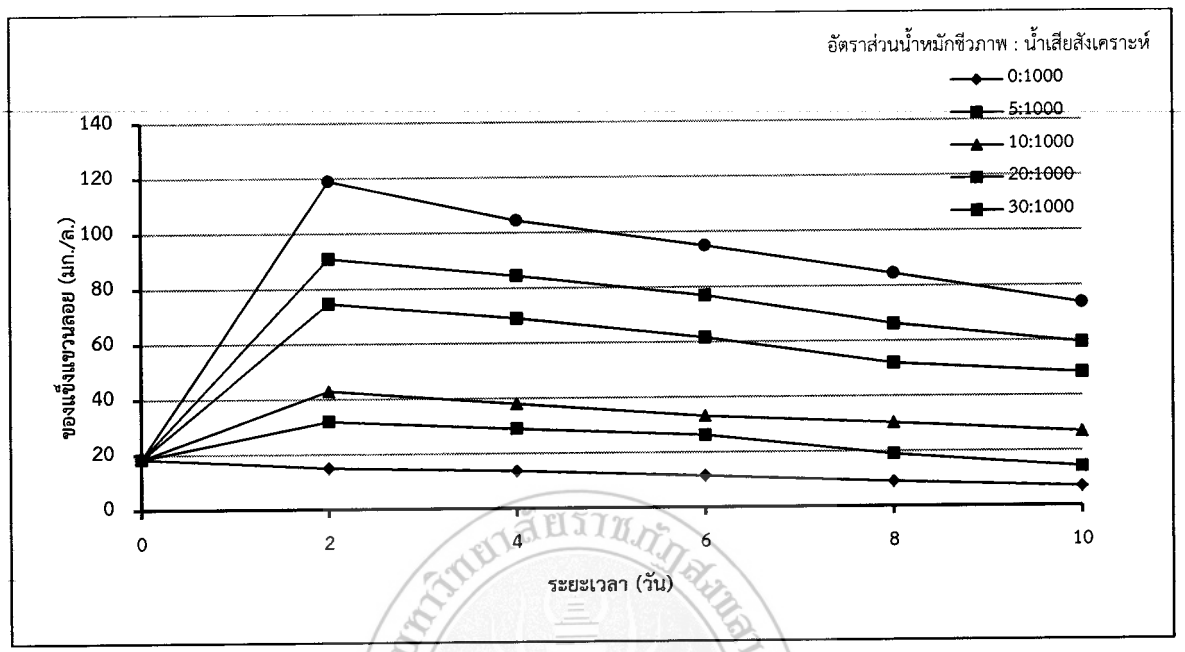
ค่าซีโอดีของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้น เท่ากับ 221.65 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ตามอัตราส่วนที่กำหนด คือ 5:1000 10:1000 20:1000 30:1000 และ 50:1000 มิลลิลิตร ทำให้ค่าซีโอดีเพิ่มสูงขึ้นในช่วงแรก ซึ่งเกิดจากการเพิ่มจุลินทรีย์ และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่สามารถย่อยได้ และไม่สามารถย่อยได้ที่อยู่ในน้ำหมักชีวภาพ หลังจากการทิ้งระยะเวลาในการบำบัดดังแสดงในรูปที่ 4.3-2 พบว่า ค่าซีโอดีลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพสามารถย่อยอินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้ และที่อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 5:1000 มิลลิลิตร สามารถลดค่าซีโอดีได้สูงที่สุด โดยมีค่าซีโอดีลดลงเหลือ 113.00 มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.3-2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซีโอดีเมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนแตกต่างกัน

4.3.3 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS)

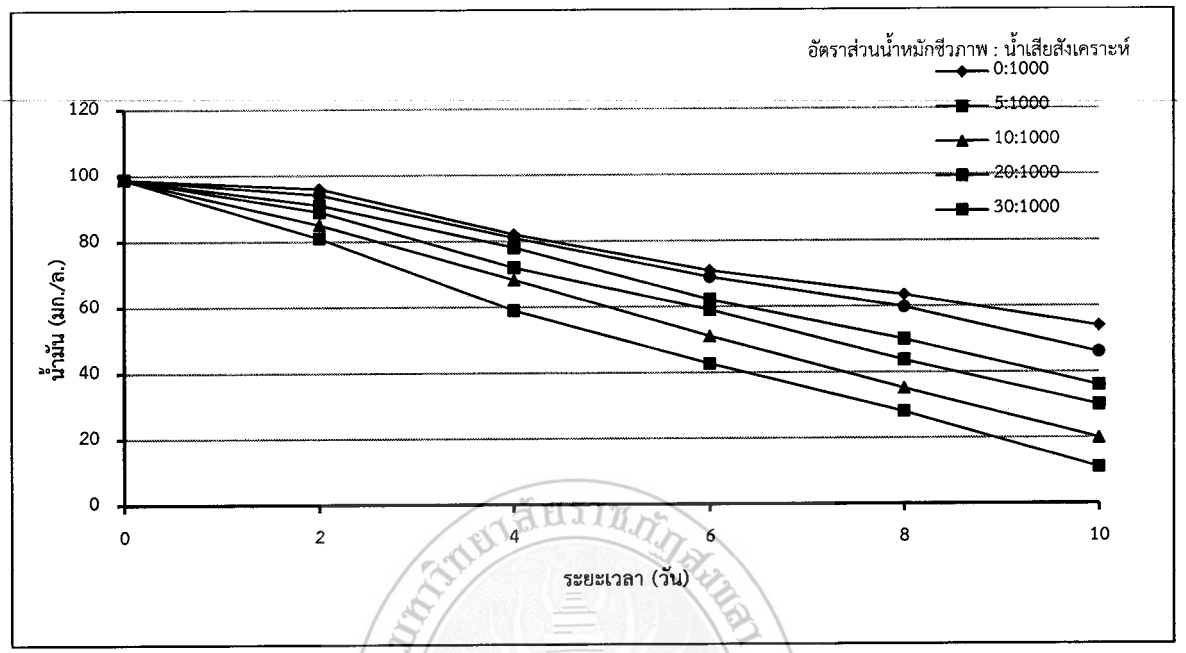
ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้น 18.55 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ตามอัตราส่วนที่กำหนด คือ 5:1000 10:1000 20:1000 30:1000 และ 50:1000 มิลลิลิตร ทำให้ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยเพิ่มสูงขึ้นในช่วงแรก ดังแสดงใน**รูปที่ 4.3-3** เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพจะมีอินทรีย์สารจากวัตถุดิบที่ใช้ทำ อาจจะไปเพิ่มพวกตะกอนต่าง ๆ หรือสารแขวนลอยในน้ำเสียสังเคราะห์ เมื่อผ่านไประยะหนึ่งเริ่มมีการตกตะกอน น้ำจึงมีลักษณะใสขึ้นจากการศึกษาพบว่า ที่อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 5:1000 มิลลิลิตร มีค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยต่ำสุดเท่ากับ 14.20 มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.3-3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งแขวนลอยเมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนแตกต่างกัน

4.3.4 ปริมาณน้ำมัน

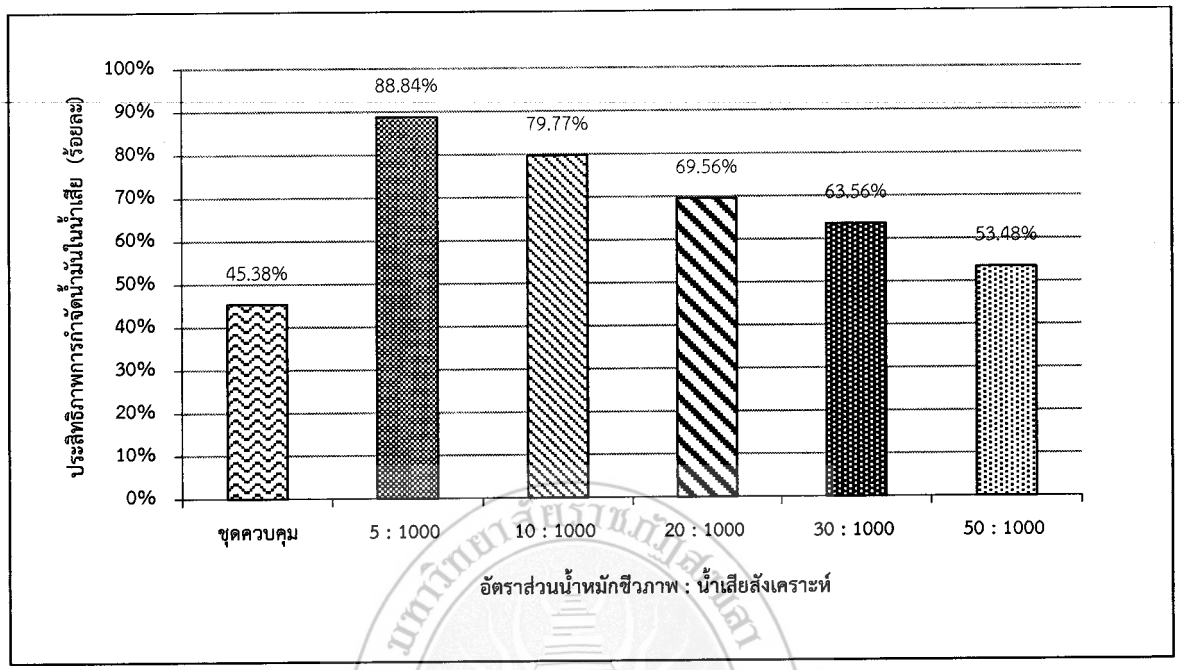
ค่าปริมาณน้ำมันของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้น เท่ากับ 98.88 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ตามอัตราส่วนที่กำหนด คือ 5:1000 10:1000 20:1000 30:1000 และ 50:1000 มิลลิลิตร พบว่า ปริมาณน้ำมันลดลงอย่างต่อเนื่อง จนสิ้นสุดระยะเวลาการบำบัดดัง**รูปที่ 4.3-4** เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพผลิตเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสูง และจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพไปช่วยย่อยสลายน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ ซึ่งอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพที่ลดปริมาณน้ำมันให้เหลือน้อยที่สุด คือ อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 5:1000 มิลลิลิตร เท่ากับ 11.03 มิลลิกรัม/ลิตร รองลงมา อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 10:1000 และ 20:1000 มิลลิลิตร เท่ากับ 19.00 และ 28.10 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ



รูปที่ 4.3-4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำมันเมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนแตกต่างกัน

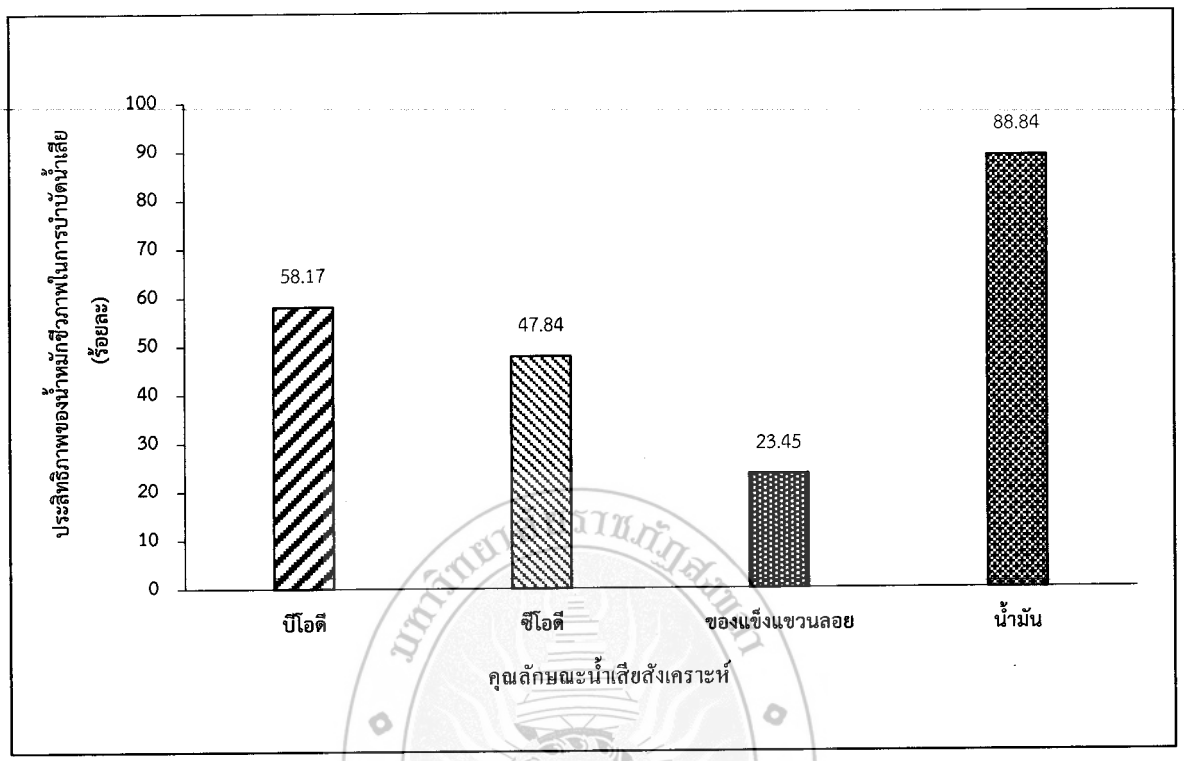
4.4 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสีย

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์ ผู้วิจัยคำนวณจากประสิทธิภาพในการลดค่าปริมาณน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ พบว่า อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 5:1000 มิลลิลิตร สามารถกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ได้ดีที่สุด โดยสามารถลดปริมาณน้ำมันจาก 99.88 มิลลิกรัม/ลิตร ลดลงเหลือ 11.03 มิลลิกรัม/ลิตร คิดเป็นประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ร้อยละ 88.84 รองลงมา ได้แก่ อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 10:1000 20:1000 30:1000 และ 50:1000 มิลลิลิตร โดยคิดประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันร้อยละ 79.77 69.56 63.56 และ 53.48 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันร้อยละ 45.38 **ดังรูปที่ 4.4-1**



รูปที่ 4.4-1 ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

นอกจากนี้จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการลดบีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และน้ำมัน พบว่า อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 5:1000 มิลลิลิตร มีประสิทธิภาพในการลดค่า บีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และน้ำมันมากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 58.17 47.84 23.45 และ 88.84 ตามลำดับ ซึ่งถือได้ว่าเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการบำบัดน้ำเสีย ดัง**รูปที่ 4.4-2**



รูปที่ 4.4-2 ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียเมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 5:1000 มิลลิลิตร

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้น้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด หมักเป็นระยะเวลา 21 วัน ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำหมักชีวภาพ อุณหภูมิ pH ค่าการนำไฟฟ้า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ผลการศึกษา พบว่า อุณหภูมิของน้ำหมักชีวภาพเริ่มต้นที่ 28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จนสิ้นสุดการหมักที่อุณหภูมิเท่ากับ 29 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมินอกถังหมัก ค่า pH มีค่าอยู่ในช่วง 4.36-4.79 ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 12.27-16.56 dS/m ไนโตรเจนอยู่ในช่วงร้อยละ 0.06-0.24 ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วงร้อยละ 0.02-0.07 และโพแทสเซียมอยู่ในช่วงร้อยละ 0.25-0.40 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานกรมพัฒนาที่ดิน (2551) และจากการทดลองใช้น้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดกำจัดน้ำมันในตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ โดยกำหนดอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ คือ 5:1000 10:1000 20:1000 30:1000 และ50:1000 มิลลิลิตร และชุดควบคุมที่ไม่เติมน้ำหมักชีวภาพ ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 10 วัน ซึ่งดำเนินการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 2 วัน และทำการตรวจวัดวิเคราะห์พารามิเตอร์คุณลักษณะน้ำเสีย พบว่า บีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และน้ำมัน ในน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นมีค่าดังนี้ บีโอดี 26.30 มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอดี 221.65 มิลลิกรัม/ลิตร ของแข็งแขวนลอย 18.55 มิลลิกรัม/ลิตร และน้ำมัน 98.88 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพลงไปตามอัตราส่วนที่กำหนด พบว่า อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 5:1000 มิลลิลิตร มีผลทำให้ค่า บีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และน้ำมัน ลดลงตามระยะเวลาในการบำบัด คือ 11.00 มิลลิกรัม/ลิตร 113.00 มิลลิกรัม/ลิตร 14.20 มิลลิกรัม/ลิตร และ 11.03 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพไปช่วยย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำเสีย

ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ พบว่า อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 5:1000 มิลลิลิตร สามารถกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ได้ดีที่สุด คิดเป็นประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ร้อยละ 88.84 รองลงมาได้แก่ อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 10:1000 20:1000 30:1000 และ50:1000 มิลลิลิตร โดยคิดประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันร้อยละ 79.77 69.56 63.56 และ53.48 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันร้อยละ 45.30

ดังนั้นน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดสามารถกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียได้ดี และควรมีการนำมาใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มความถี่ของอัตราส่วนปริมาณน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้อย่างละเอียด เพื่อความชัดเจนของข้อมูลที่วิเคราะห์ เช่น เริ่มต้นอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 0.5:1000 1:1000 2:1000 มิลลิลิตร เป็นต้น

2. ควรเพิ่มระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสียเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนขึ้น

3. ควรเพิ่มปริมาณน้ำมันต่อน้ำเสียที่แตกต่างกันในชุดการทดลอง เช่น ปริมาณน้ำมัน 100 200 300 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นต้น เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบได้กว้างขึ้น และเพื่อเป็นประโยชน์ในการใช้บำบัดน้ำเสีย และในการศึกษาในขั้นต่อไป

4. นำผลที่ได้จากการวิจัยมาทดลองใช้จริงในกระบวนการบำบัดน้ำเสียในโรงอาหารของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2537) **กำหนดมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด.** สืบค้น 7 กุมภาพันธ์ 2556 จาก http://www.pcd.go.th

กรมพัฒนาที่ดิน. (2547). **สารเร่งซุปเปอร์ พด. 6.** สืบค้น 7 กุมภาพันธ์ 2556 จาก http://www.ldd.go.th

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2550). **มีอะไรในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ** เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี ชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน (สนท. 010008-2550). สืบค้น 16 กันยายน 2560 จาก http://www.ldd.go.th/menu_Dataonline/Gl/Gl_21.pdf.

กรมพัฒนาที่ดิน. (2551). **คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์.** กรุงเทพมหานคร.

กรมวิชาการเกษตร. (2547). **ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ น้ำหมักชีวภาพ (ตอนที่1)** กรุงเทพมหานคร.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2535). **พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535.** สืบค้น 14 มีนาคม 2559 จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_gnvi.html.

กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข. (2535). **พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535.** สืบค้น 14 มีนาคม 2559 จาก http://www.laws.anamai.moph.go.th

กัลยา ยิ้มละไม. (2546). **การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ EM และประสิทธิภาพของ EM ในการบำบัดน้ำเสีย : กรณีศึกษาสระน้ำมรกต สถาบันราชภัฏนครปฐม.** โปรแกรมวิชาเคมี สถาบันราชภัฏนครปฐม.

กลุ่มควบคุมปุ๋ย สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2550). **การขอใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋นอินทรีย์.** สืบค้น 16 กันยายน 2560 จาก http://www.doa.go.th/ar

ชฤพนธ์ เจริญสุข และสาวดุษณี บุญประกอบ. (2545). **การศึกษาประสิทธิภาพของ EM (Effective Microorganisms) ในการบำบัดน้ำเสียโรงงานไส้กรอกปลาแบบไร้ออกซิเจน.** คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ณัฐริกา มาสังข์ และจักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์. (2550). **ผลการแยกไขมันและน้ำมันจากน้ำเสียด้วยชุดทำความเย็น.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

แตงอ่อน มั่นใจตน. (2547). **โครงการคืนความใจให้คลองแสนแสบด้วยน้ำสกัด 50,000 ลิตร.** สืบค้น 7 กุมภาพันธ์ 2560 จาก http://www.deqp.go.th

ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. (2547). **ปุ๋ยหมัก ดินหมักและปุ๋ยน้ำชีวภาพ.** กรุงเทพฯ:โอเดียสโตร์.

ธันวดี ศรีธาวิรัตน์. (2543). **การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในกระบวนการทำปุ๋ยน้ำจากขยะเศษอาหาร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เบญจภรณ์ พรมเผ่า และพรทิพย์ นึกอุ่นจิตร. (2551). **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารด้วยน้ำจุลินทรีย์ EM ที่ผลิตจากน้ำส้ม น้ำมะละกอ และน้ำสัปปะรด (กรณีศึกษา : โรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา).** มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

พจน์ ศรีบุญเรือง และคณะ. (2555) **ตำราชีวเคมี.** ครั้งที่ 6. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มั่นสิน ตัณฑุลเวสม์. (2540). **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.** ครั้งที่ 2. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มั่นสิน ตัณฑุลเวสม์. (2542). **เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมเล่ม 1.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วีระศักดิ์ สืบเสาะ. **การบำบัดน้ำเสีย.** สืบค้น 7 กุมภาพันธ์ 2556 จาก http://www.elerning.msu.ac.th/open course

วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์. (2545). **การใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้จากโรงงานแป้งมันสำปะหลังเพื่อผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศร.

วาสนา การสุวรรณ และศราพร ต้นจริง. (2545). **ประสิทธิภาพของ (Effective Microorganism) ในการบำบัดไขมันจากบ่อดักไขมันของร้านจำหน่ายอาหาร.** สืบค้น 19 เมษายน 2558 จาก http://www.Sci.nmutt.ac.th

วีณารัตน์ มูลนัตน์. (2553). **ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ใช้น้ำกากส่าเหล้าทดแทนกากน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตของผักโขม ผักกวางตุ้งฮ่องเต้และผักบุ้งจีน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักควบคุมพืช และวัสดุการเกษตร. (2547). **คำแนะนำการขอใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์.** สืบค้น 16 กันยายน 2560 จาก http://www.doa.go.th/ard/

สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองนครปฐม. (2550). **การทำน้ำหมักชีวภาพ.** สืบค้น 15 มกราคม 2557 จาก http://www.mueang.nakhonpathom.doae.go.th

สิทธิชัย ธีระสุนทรไท. (2541). **การศึกษาจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ และประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย (Monitoring of Microorganisms in EM and Their Efficiency in Wastewater Treatment).** สืบค้น 22 มิถุนายน 2560 จาก http://www.vcharkarn.com

สุริยา สาสนรักกิจ. (2542). **ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ.** วารสารดินและปุ๋ย. 21(3) : 152-171.

เอกพงศ์ มุสิกะเจริญ. (2546). **โครงการศึกษาใช้สารอีเอ็ม (น้ำสกัดชีวภาพ) ในสิ่งแวดล้อม.** สืบค้น 10 กุมภาพันธ์ 2556 จาก http://www.khlong_u_taphao.com

องค์การจัดการน้ำเสีย. (2540). **หลักการจัดการน้ำเสีย.** สืบค้น 19 ตุลาคม 2559 จาก http://www.wma.or.th

Bailey, J.E. and D.F., Ollis. (1986). **Biochemical Engineering Fundamental. 2nd** ed. McGraw-Hill,Singapore.

Poincelot, R. P. (1979). A scientific examination of the principles and practice of composting. **Compost Science** 15(3): 21-31.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

(ก) เปลือกสับปะรด

(ข) เตรียมวัตถุดิบที่ใช้หมัก

(ค) น้ำกลั่น 10 ลิตร

(ง) กากน้ำตาล 1 กก.

(จ) สารเร่ง พด.6 3 กรัม

(ฉ) หมักแบบไร้อากาศ

รูปที่ ผก-1 การหมักน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKHON NAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

(ก) วิเคราะห์อุณหภูมิ

(ข) วิเคราะห์ความเป็นกรดด่าง (pH)

(ค) วิเคราะห์การนำไฟฟ้า

(ง) วิเคราะห์ฟอสฟอรัส

(จ) วิเคราะห์ไนโตรเจน

รูปที่ ผก-2 ทดสอบคุณสมบัติของน้ำหมัก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

(ก) วิเคราะห์บีโอดี

(ข) วิเคราะห์ซีโอดี

(ค) วิเคราะห์ของแข็งแขวนลอย

(ง) วิเคราะห์น้ำมัน

รูปที่ ผก-3 วิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสีย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

แบบเสนอโครงร่าง

ภาคผนวก ข

แบบเสนอโครงร่าง

ภาคผนวก ข

แบบเสนอโครงร่างวิจัย

โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 4003002

1.ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

Study on the Optimum Ratio of Bio-Fermented from Pineapple bark to Remove the Contaminated Oil in Synthetic Wastewater

2.ปีการศึกษาที่ทำการวิจัย 2560

3.สาขาที่ทำการวิจัย วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

4.ประวัติของผู้วิจัย

4.1 นางสาวชลิดา นิยมเดชา รหัสนักศึกษา 534292005
นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4.2 นางสาวปวีณา เจริญฤทธิ์ รหัสนักศึกษา 534292025
นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5.อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

6. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

น้ำมัน ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งจากบ้านเรือน สถานจำหน่ายอาหาร โรงงานอุตสาหกรรม ร้านอาหาร หรือภัตตาคาร เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมาย

น้ำมันเมื่อปนเปื้อนมากับน้ำจะลอยอยู่ตามผิวน้ำ ทำให้เป็นอุปสรรคของการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ พร้อมทั้งขัดขวางการถ่ายเทของออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลง ซึ่งเกิดจากการใช้น้ำมัน ไขมัน ขี้ผึ้ง ตลอดจนน้ำมันหล่อลื่นเหล่านี้ ยังไม่มีกรรมวิธีการเก็บรวบรวมและการกำจัดอย่างถูกวิธี น้ำมันและไขมันที่เกิดจากบ้านเรือน ร้านอาหาร และภัตตาคารต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องสร้างบ่อดักไขมันเพื่อกำจัดไขมันในเบื้องต้นก่อน สำหรับประเทศที่มีอากาศหนาว หากไม่มีการกำจัดไขมันในเบื้องต้น อาจก่อให้เกิดท่ออุดตันและทำให้ท่อแตกในที่สุด

ปัจจุบันมีการหมักน้ำหมักชีวภาพมาบำบัดน้ำเสียเหล่านี้ โดยใช้สารเร่งพด.6 ในการหมัก พบว่า จุลินทรีย์ในสารเร่งนี้มีแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์ไลเปส (Lipase) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายไขมัน เมื่อใช้บำบัดน้ำเสียจะส่งผลดีต่อแหล่งน้ำ เนื่องจากจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพจะช่วยทำให้เกิดการย่อยสลายอินทรีย์สารในน้ำเสียและช่วยดับกลิ่นน้ำเสียได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) แม้ว่าในธรรมชาติจะมีจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ช่วยย่อยสลายสารปนเปื้อนในแหล่งน้ำได้โดยใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำช่วยในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ แต่ปัจจุบันน้ำเสียมีการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกจำนวนมากเกินกว่าที่จุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในแหล่งน้ำจะช่วยบำบัดน้ำเสียได้ ดังนั้นในปัจจุบันมีการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms, EM) เติมลงไปในแหล่งน้ำเสียเพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพในการบำบัดสูงขึ้น (สิทธิชัย ธีระสุนทรไท, 2541)

เปลือกสับปะรดมีคุณสมบัติที่มีประโยชน์มากมาย โดยส่วนตาของเปลือกสับปะรดนั้นอุดมด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าจึงมีการนำมาอบแห้งเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์อื่น ๆ และนอกจากนี้ยังนำมาหมักเป็นน้ำหมักชีวภาพได้อย่างดี และยังช่วยให้น้ำมันและไขมันละลายในน้ำได้ดีขึ้น เพราะน้ำหมักจากเปลือกสับปะรด สามารถผลิตเอนไซม์ได้ปริมาณมากในระยะเวลาอันสั้นและมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสูง และจากงานวิจัยของ เบญจภรณ์ พรมเผ่า และพรทิพย์ นึกอุ่นจิตร (2551) ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารด้วยน้ำจุลินทรีย์ที่ผลิตจากส้ม มะละกอ และสับปะรด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันและน้ำมันของตัวอย่างน้ำเสีย โดยจุลินทรีย์ที่ผลิตจากน้ำหมักชีวภาพจากสับปะรดสามารถกำจัดปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำเสียให้มีค่าน้อยที่สุด รองลงมา ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพจากมะละกอ และน้ำหมักชีวภาพจากส้ม ตามลำดับ

ดังนั้น ผู้ทำการวิจัยจึงมีความสนใจในการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย เพื่อนำประโยชน์ในการลดปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำเสียซึ่งเป็นวิธีการกำจัดโดยวิธีการทางชีวภาพต่อไป

7 วัตถุประสงค์

7.1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

7.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

8. สมมติฐาน

ตัวแปรต้น : อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด:น้ำเสียสังเคราะห์

ตัวแปรตาม : ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์

ตัวแปรควบคุม : วัสดุที่ใช้ในการหมักน้ำหมักชีวภาพ คือ เปลือกสับปะรด คุณลักษณะน้ำเสียสังเคราะห์

9. ตัวแปร

ตัวแปรต้น : อัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด:น้ำเสีย

ตัวแปรตาม : ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย

ตัวแปรควบคุม : วัสดุที่ใช้ในการหมักน้ำหมักชีวภาพ คือ เปลือกสับปะรด และคุณลักษณะน้ำเสียสังเคราะห์

10. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

10.1 อัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพสามารถกำจัดน้ำมันในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

10.2 เป็นการประยุกต์ใช้วัสดุเหลือใช้ให้มีประโยชน์ และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

10.3 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อาศัยข้อมูลเบื้องต้น เพื่อการประยุกต์ใช้น้ำหมักชีวภาพในระบบบำบัดน้ำเสีย และการปรับปรุงคุณภาพน้ำในอนาคต

11. ขอบเขตการศึกษา

11.1 ในการทดลองการศึกษาอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์จะใช้น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากเปลือกสับปะรด โดยใช้สัดส่วน เปลือกสับปะรด 5 กิโลกรัม กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม สารเร่งพด.6 3 กรัม น้ำกลั่น 10 ลิตร หมักเป็นเวลา 21 วัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

11.2 ศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพทุกวัน ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช และการนำไฟฟ้าทุกวัน ไนโตเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม วันเริ่มต้นและทุก ๆ 7 วัน

11.3 จากการศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสีย

1) กำหนดอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ คือ 5:1000 10:1000 20:1000 30:1000 และ50:1000 มิลลิลิตร

2) จัดเตรียมน้ำเสียเคราะห์ โดยใช้ แป้งมัน 0.1000 กรัม น้ำตาล 0.1000 กรัม น้ำมันพืช 0.1000 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร (ณัฐฐิกา มาสังข์ และจักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์, 2550)

11.4 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมัน ศึกษาได้จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

12. นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

12.1 น้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด หมายถึง สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเปลือกสับปะรด ซึ่งจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์โดยใช้กากน้ำตาล เป็นแหล่งพลังงานของจุลลินทรีย์

12.2 น้ำเสียสังเคราะห์ หมายถึง น้ำเสียที่ถูกเตรียมขึ้น เพื่อควบคุมค่าความสกปรกให้อยู่ในระดับที่ต้องการและมีน้ำมันเจือปนอยู่ โดยการนำแป้งมัน น้ำตาล น้ำมันพืช มาผสมกับน้ำกลั่นตามสัดส่วนที่กำหนด

12.3 อัตราส่วน หมายถึง ปริมาณของน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเสียสังเคราะห์ในอัตราส่วนต่างกันเพื่อใช้ในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสีย

12.4 ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ หมายถึง ค่าที่แสดงความสามารถของน้ำหมักชีวภาพในลดปริมาณน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

13. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

14. น้ำเสีย

14.1 ความหมายของน้ำเสีย

น้ำเสีย (waste water) ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ให้ความหมายว่า “น้ำเสีย” หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลว (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2535)

14.2 ประเภทของน้ำเสีย

สามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

1) น้ำเสียจากชุมชน ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนรวมทั้งกิจกรรมที่เป็นอาชีพด้วย (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2542) น้ำเสียชุมชนส่วนมากจะมีสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และเป็นสาเหตุหลักของการทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลง (องค์การจัดการน้ำเสีย. 2540)

2) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท น้ำเสียส่วนใหญ่มักเป็นน้ำล้างจากกระบวนการผลิตต่าง ๆ เช่น การล้างถังหรือภาชนะทุกประเภท ทำให้องค์ประกอบของน้ำเสียประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในรูปสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2542)

3) น้ำเสียจากการเกษตร ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตรครอบคลุมถึงการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ ลักษณะของน้ำเสียประเภทนี้จะมีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ทั้งในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ขึ้นอยู่กับการใช้น้ำ ปุ๋ย และสารเคมีต่าง ๆ ถ้าหากเป็นน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูกจะพบสารอาหารจำพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสารพิษต่างๆในปริมาณสูง แต่ถ้าเป็นน้ำเสียจากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์จะพบสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ (องค์การจัดการน้ำเสีย. 2540)

15. น้ำหมักชีวภาพ

15.1 ความหมายของน้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ หมายถึง ของเหลว ซึ่งได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์ที่มีลักษณะสดและอวบน้ำ หรือมีความชื้นสูงโดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ทั้งในสภาพที่ไม่มีอากาศและมีอากาศ ได้ของเหลวสีน้ำตาล ประกอบด้วย ฮอร์โมนหรือสารเสริมการเจริญเติบโตของพืช

น้ำหมักชีวภาพสามารถแบ่งตามประเภทของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตได้เป็น 2 ประเภท (สุริยา สาสนรักิจ, 2542)

1) น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช

สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดแรกเป็นน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืช มีลักษณะเป็นของเหลวข้นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมของสิ่งที่หมักเกิดขึ้น ชนิดที่สอง ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก เช่น เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้

2) น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักปลาเป็นการย่อยสลายเศษเหลือใช้จากปลา เช่น หัวปลา ก้างปลา หางปลา เลือด กระเพาะปลา

15.2 สารเร่งจุลินทรีย์สำหรับผลิตน้ำหมักชีวภาพ

สารเร่ง พด.6 เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มประสิทธิภาพการหมักเศษอาหารในสถานที่ไม่มีออกซิเจน เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ สำหรับทำความสะอาดคอกสัตว์ บำบัดน้ำเสียและกลิ่นเหม็นตามท่อระบายน้ำ ซึ่งประกอบไปด้วย ยีสต์ผลิตแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ แบคทีเรียผลิตเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีน ไขมัน และผลิตกรดแลคติก

15.3 ข้อควรระวังในการทำน้ำหมักชีวภาพ

ข้อควรระวังในการทำน้ำหมักชีวภาพ ดังนี้ (สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองนครปฐม, 2550)

1) ในระหว่างการหมักห้ามปิดฝาภาชนะที่ใช้หมักโดยสนิท เพราะจะทำให้ระเบิดได้ เนื่องจาก ระหว่างการหมักเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก๊าซมีเทน ฯลฯ

2) หากมีการใช้น้ำประปาในการหมักต้องต้มให้สุกหรือตากแดด เพื่อไล่คลอรีนเพราะอาจเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก

3) พืชบางชนิดไม่ควรใช้ในการหมักเช่น เปลือกส้ม เพราะมีน้ำมันที่ผิวเปลือกเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ย่อสลายในสภาพปลอดอากาศ

4) การทำน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพควรหมักให้ได้ที่ เพราะพบปัญหาเกิดเชื้อราที่ใบทุเรียนเพราะน้ำตาลที่เหลืออยู่จุลินทรีย์ใช้ไม่หมด

15.4 การพิจารณาน้ำหมักชีวภาพที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

การนำน้ำหมักชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักโดยสมบูรณ์แล้วไปใช้ให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด มีข้อพิจารณาดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

1) การเจริญของจุลินทรีย์น้อยลง

การเจริญของจุลินทรีย์น้อยลง ซึ่งเป็นการแสดงที่บ่งบอกว่า กระบวนการหมักสิ้นสุดลงโดยสังเกตจากผิวหน้าของวัสดุหมักจะมีฝ้าขาวลดลง

2) ปริมาณแอลกอฮอล์จะลดลง

ปริมาณแอลกอฮอล์จะลดลง โดยสังเกตได้จากกลิ่นแอลกอฮอล์ที่ลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์ จำพวกยีสต์ ได้ใช้น้ำตาลเสร็จสิ้นกระบวนการและจุลินทรีย์ที่ใช้แอลกอฮอล์ผลิตกรดอินทรีย์ขึ้น ทำกิจกรรมการหมักลดลง

3) ไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เนื่องจากการดำเนินกิจกรรมการหมักของจุลินทรีย์มีน้อยมาก ทำให้ฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง

4) ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำหมักชีวภาพ

จากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าน้ำหมักชีวภาพมีคุณสมบัติเป็นกรดสูง โดยมีค่า pH อยู่ระหว่าง 3-4

5) ลักษณะของน้ำหมักชีวภาพ

ได้ของเหลวใสสีน้ำตาล เป็นการบ่งบอกว่ากิจกรรมย่อยสลายเสร็จสิ้น

15.5 คุณสมบัติทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพมี

คุณสมบัติโดยทั่วไปของน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ฮอร์โมนอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในน้ำหมักชีวภาพรวมทั้งธาตุอาหาร ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2551)

1) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ในช่วง 3.5-5.6 ปฏิกิริยาเป็นกรดถึงกรดจัด ซึ่ง pH ที่เหมาะสมกับพืชควรอยู่ในช่วง 6–7

2) ค่าของการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC)

ค่าของการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC) หากความเข้มข้นของสารละลายสูงอยู่ระหว่าง 2-12 desicemen/meter (dS/m) ซึ่งค่า EC ที่เหมาะสมกับพืชควรจะอยู่ต่ำกว่า 4 dS/m

3) ฮอร์โมน

มีฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน และจิบเบอร์เรลลิน

4) สารอินทรีย์

สารอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแลคติก กรดอะซีติก กรดอะมิโน และกรดฮิวมิก

5) ธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารที่พบในน้ำหมักชีวภาพ

ก) ไนโตรเจนถ้าใช้จากพืชหมัก พบไนโตรเจน 0.33-1.66% แต่ถ้าใช้ปลาหมักจะพบประมาณ 1.06-1.70%

ข) ฟอสฟอรัสในน้ำหมักจากพืชจะพบตั้งแต่ไม่พบเลยจนถึง 0.4% แต่ในน้ำหมักจากปลาพบ 0.18 -1.14%

ค) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ในน้ำหมักจากพืชพบ 0.05-3.53% และในน้ำหมักจากปลาพบ 1.0–2.39%

16. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัลยา ยิ้มละไม (2546) ได้ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ Effective Microorganisms (EM) และประสิทธิภาพของ EM ในการบำบัดน้ำเสีย:กรณีศึกษาสระน้ำมรกต สถาบันราชภัฏนครปฐม โดยใช้สาร EM บำบัดในช่วงเวลา 8.00 น. และ 15.00 น. เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน นำน้ำที่ได้เปรียบเทียบหาค่า อุณหภูมิ pH DO BOD COD และความขุ่น ก่อนและหลังการบำบัดด้วย EM ผลการวิจัยพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของ EM ในการบำบัดน้ำเสีย คือ อัตราส่วน 1:1:20 การศึกษาประสิทธิภาพของ EM ในการบำบัดน้ำเสีย พบว่า ก่อนการบำบัดด้วย EM อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 28.6 °C pH มีค่าเท่ากับ 8.13 ค่า DO มีค่าเท่ากับ 3.31 mg/L ค่า BOD มีค่าเท่ากับ 6.56 mg/L ค่า COD มีค่าเท่ากับ 140 mg/L และความขุ่นมีค่าเท่ากับ 49.42 NTU หลังการบำบัดด้วย EM พบว่า อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 28 °C ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.89 ค่า DO มีค่าเท่ากับ 9.79 mg/L ค่า BOD มีค่าเท่ากับ 4.47 mg/L ค่า COD มีค่าเท่ากับ 111 mg/L และความขุ่นมีค่าเท่ากับ 27.54 NTU ซึ่ง EM มีประสิทธิภาพในการเพิ่มค่า DO ร้อยละ 66.19 และลดค่า BOD COD และความขุ่น ได้ร้อยละ 31.86 20.71 และ44.27 ตามลำดับ ส่วนค่าอุณหภูมิ และ pH พบว่า EM มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ดังนั้น EM สามารถเพิ่มคุณภาพของน้ำให้ดีขึ้นได้ การศึกษาคุณภาพของน้ำในสระมรกต พบว่า คุณภาพของน้ำในสระมรกตจัดได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ตามประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537)

วาสนา การสุวรรณ และศราพร ต้นจริง (2545) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของ Effective Mieroorganism (EM) ในการบำบัดไขมันจากบ่อดักไขมันของร้านจำหน่ายอาหาร โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 5 ชุด การทดลอง ชุดที่ 1 เป็นชุดควบคุมไม่เติม EM ชุดที่ 2 เติม EM ร้อยละ 5 ชุดที่ 3 เติม EM ร้อยละ 10 ชุดที่ 4 เติม EM ร้อยละ 15 ชุดที่ 5 เติม EM ร้อยละ 20 วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ ดังนี้ อุณหภูมิ pH BOD COD SS และไขมันวัดค่าพารามิเตอร์ทุก 7 วัน เป็นเวลา 21 วัน จากการศึกษาพบว่า EM ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิ และ pH แต่มีผลต่อ BOD COD SS และไขมัน โดยมีแนวโน้มลดลง ตามระยะเวลาการบำบัด ซึ่งแสดงว่า EM มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD COD SS และไขมัน เนื่องจาก EM ไปช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียและเมื่อดูจากผลการทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดแตกต่างกัน โดยประสิทธิภาพการบำบัดดีที่สุด คือ ชุดการทดลองที่ 4 เติม EM ร้อยละ 15 มีประสิทธิภาพการบำบัด BOD COD SS และไขมันเท่ากับร้อยละ 60.00 66.67 81.50 และ 88.05 ตามลำดับ ดังนั้นจึงสรุป ได้ว่า EM ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดไขมันจากบ่อจัดไขมันของร้านจำหน่ายอาหารโดยอัตราส่วนของ EM ที่เหมาะสมที่สุดคือ ชุดการทดลองที่ 4 เติมร้อยละ 15 ซึ่งมีประสิทธิภาพการบำบัดไขมันสูงที่สุดคือร้อยละ 87.77 ที่ระยะเวลาการบำบัดที่ 21 วัน

ชฤพนธ์ เจริญสุข และสาวดุษณี บุญประกอบ (2545) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของ EM (Effective Microorganisms) ในการบำบัดน้ำเสียโรงงานไส้กรอกปลาแบบไร้ออกซิเจน โดยทำการทดลองดังนี้ คือ ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุมไม่เติม EM ชุดการทดลองที่ 2 เติม EM ร้อยละ 1 ชุดการทดลองที่ 3 เติม EM ร้อยละ 5 และชุดการทดลองที่ 4 เติม EM ร้อยละ 10 โดยปริมาตรต่อน้ำเสีย 10 ลิตร ในถังปิดสนิท ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเป็นระยะเวลา 28 วัน และวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ดังนี้ คือ บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และ น้ำมัน สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย ลดลงในทุกชุดการทดลองแต่อัตราการลดลงที่ไม่แตกต่างกันซึ่งแต่ละชุดการทดลองมีประสิทธิภาพลดลงดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 สามารถลด บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และ น้ำมัน ได้ร้อยละ 50.98 48.81 63.55 60.88 และ 56.70 ชุดการทดลองที่ 2 สามารถลด บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และ น้ำมัน ได้ร้อยละ 50.98 48.81 66.52 64.70 และ 57.92 ชุดการทดลองที่ 3 สามารถลด บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และ น้ำมัน ได้ร้อยละ 52.94 51.95 68.22 67.64 และ 78.35 ชุดการทดลองที่ 4 สามารถลด บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และ น้ำมัน ได้ร้อยละ 54.90 53.07 69.06 67.64 และ 78.96 ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า EM ไม่มีผลการลดลงของ บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย แต่ในส่วนของน้ำมัน พบว่าการใช้ EM ร้อยละ 5 และร้อยละ 10 จะมีประสิทธิภาพในการลดลงมากที่สุดและใกล้เคียง

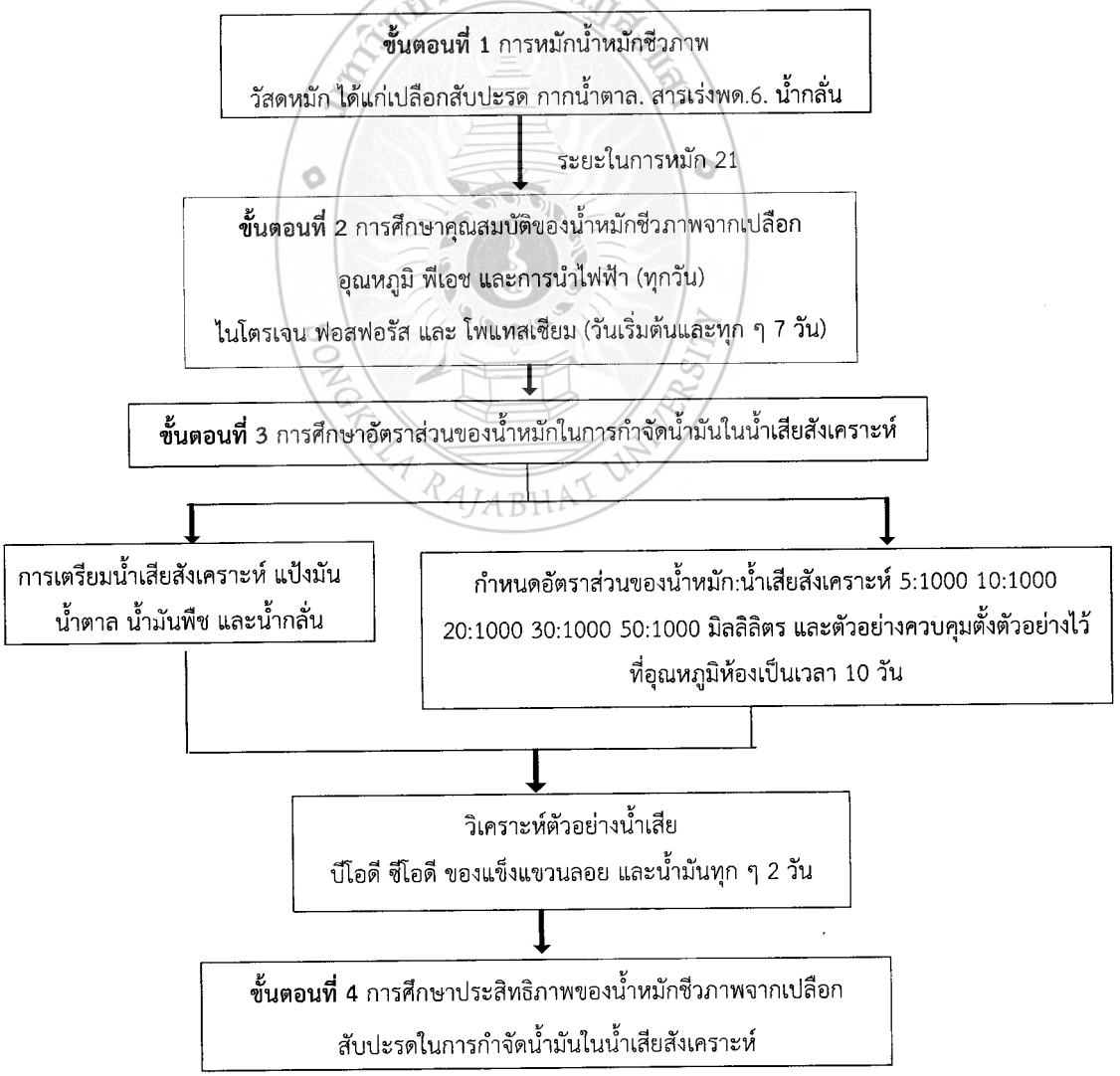
ทั้ง 2 ชุดการทดลอง สรุปได้ว่า EM ร้อยละ 5 โดยปริมาตรมีประสิทธิภาพในการลด น้ำมัน ได้มากที่สุด เมื่อพิจารณาในทางเศรษฐศาสตร์

17. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Research) โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

18. กรอบแนวคิด

กรอบแนวคิดการศึกษา การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์ ดังแสดงใน **รูปที่ 21-1**



รูปที่ 21-1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

19. วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรดในการกำจัดน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสังเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

19.1 การทำน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด

ในการทำน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด ใช้อัตราส่วนของวัสดุตามที่แนะนำโดยกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2551) ซึ่งประกอบด้วย เปลือกสับปะรด 5 กิโลกรัม กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม สารเร่งพด.6 3 กรัม และน้ำ 10 ลิตร โดยนำเปลือกสับปะรดหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และกากน้ำตาลใส่ลงในถังหมัก ละลายสารเร่งพด.6 ในน้ำ 10 ลิตร แล้วเทลงในถังหมัก คลุกเคล้าหรือคนให้ส่วนผสมเข้ากัน ปิดฝาไม่ต้องสนิท ใช้ระยะเวลาในการหมัก 21 วัน (หมักแบบไร้อากาศ) การพิจารณาว่าสารที่ได้จากการหมักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แล้ว มีรายละเอียดดังนี้

1) มีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์น้อยลง สังเกตุได้จากฝ้าขาวที่ลดลง

2) กลิ่นแอลกอฮอล์จะลดลง และไม่มีกลิ่นเน่าเหม็น

3) ไม่ปรากฏคราบไขมัน

4) ไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือมีน้อยลง

5) ได้สารละลายหรือของเหลวสีน้ำตาล

6) ค่า pH อยู่ระหว่าง 3–4

19.2 การศึกษาสมบัติของน้ำหมักชีวภาพจากเปลือกสับปะรด

ดำเนินการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ตามวิธีของ วันวิสาข์ ปั้นศักดิ์ (2524) ดังนี้

1) การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

ทำการวิเคราะห์อุณหภูมิอากาศเหนือถังหมัก และอุณหภูมิของน้ำหมักภายในถังหมักที่ตำแหน่งกลางถังหมักทุกวันจนสิ้นสุดการหมัก 21 วัน

2) การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี

กวนวัสดุในถังหมักด้วยไม้พายให้เข้ากัน จากนั้นใช้บีกเกอร์ตักตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพบริเวณกลางถังหมักครั้งละ 500 มิลลิลิตร จนครบปริมาณ 2 ลิตร กวนน้ำหมักที่ได้อีกครั้ง ตักตัวอย่างจากจุดกึ่งกลางภาชนะขึ้นมาปริมาณ 1 ลิตร เพื่อเป็นตัวแทนนำไปวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี โดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ทุกวัน และค่าไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K)

ณ วันเริ่มต้นและทุก ๆ 7 วัน โดยเก็บตัวอย่างแต่ละพารามิเตอร์ตามที่กำหนด จนครบระยะเวลาในการหมัก สำหรับการศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพสรุปดัง**ตารางที่ 19-1**

ตารางที่ 19-1 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ

พารามิเตอร์	ความถี่	เครื่องมือ/วิธีการวิเคราะห์
ลักษณะทางกายภาพ		
อุณหภูมิ	ทุกวัน	Thermometer
กรด-ด่าง (pH)	ทุกวัน	pH Meter
การนำไฟฟ้า	ทุกวัน	Electrical conductivity meter
ลักษณะทางด้านเคมี		
ไนโตรเจน	ทุก 7 วัน	MicroKjeldahl Method
ฟอสฟอรัส	ทุก 7 วัน	Colorimetric Method
โพแทสเซียม*	ทุก 7 วัน	ICP-OES

หมายเหตุ * โพแทสเซียมส่งวิเคราะห์ที่หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

20. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์

1) เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ เตรียมได้จาก แป้งมัน 0.1000 กรัม น้ำตาล 0.1000 กรัม น้ำมันพืช 0.1000 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

2) ทำการเจือจางน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำกลั่น 1:50 มิลลิลิตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

3) ทำการเติมน้ำหมักชีวภาพที่ได้เจือจางแล้วตามอัตราส่วนต่าง ๆ **ดังตารางที่ 20-2** ตั้งตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน

ตารางที่ 20-2 ตารางแสดงอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ในการทดลอง

ปริมาณน้ำหมักชีวภาพ (มิลลิลิตร)	ปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ (มิลลิลิตร)
0 (ชุดควบคุม)	1,000
5	1,000
10	1,000
20	1,000
30	1,000
50	1,000

4) ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสียสังเคราะห์ทุก ๆ 2 วัน ดัง**ตารางที่ 20.3**

ตารางที่ 20-3 วิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสียสังเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
บีโอดี (BOD)	Dilution method
ซีโอดี (COD)	Closed Reflux
ของแข็งแขวนลอย (SS)	Gravimetric method
น้ำมันและไขมัน (Oil and Grease)	Partition gravimetric

5) การศึกษาอัตราส่วนและประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพในการกำจัดน้ำมันในน้ำเสีย

คำนวณประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันโดยใช้สูตร

$$\text{ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมัน (ร้อยละ)} = \frac{(\text{ค่าเริ่มต้น} - \text{ค่าที่ได้}) \times 100}{\text{ค่าเริ่มต้น}}$$

ค่าเริ่มต้น = ค่าปริมาณน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้น

ค่าที่ได้ = ค่าปริมาณน้ำมันที่เหลือในน้ำเสียสังเคราะห์

ภาคผนวก ค

ประวัติผู้ทำวิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวชลิดา นิยมเดชา
วัน เดือน ปีเกิด	3 พฤษภาคม 2534
ที่อยู่	19 หมู่ที่ 1 ซอยบ่อตรุ ตำบลบ่อตรุ อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา 90140
การศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อ-สกุล	นางสาวปวีณา เจริญฤทธิ์
วัน เดือน ปีเกิด	5 มกราคม 2534
ที่อยู่	31/1 หมู่ที่ 7 ตำบลนาทอน อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล 91120
การศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา