



**การใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือและของเสียจากกระบวนการผลิต
ปลาตุ๋น : การผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำเสีย**

**Utilization of By-Products and Waste from Pla-duk-ra Process:
Production of Biogas from Wastewater**

ผู้วิจัย

**อุษา อันทอง
วิภาญดา ทองเนื้อแข็ง
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ**

**เบญจวรรณ บัวขวัญ
วิทยาลัยภูมิปัญญาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ**

**วรรณชัย พรหมเกิด
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช**

**โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัย
จากงบประมาณเงินแผ่นดิน ประจำปี 2555
มหาวิทยาลัยทักษิณ**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลการวิเคราะห์น้ำเสียจากการผลิตปลาอุกร้า และการบำบัดน้ำเสียดังกล่าวด้วยระบบการหมักแบบไร้อากาศ ใช้ในการจัดทำแบบก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมกับปริมาณและลักษณะน้ำเสียจากการผลิตปลาอุกร้าในชุมชน และระบบนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์สำหรับชุมชนในพื้นที่จริง เผยแพร่และส่งเสริมระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียจากการผลิตปลาอุกร้าเข้าสู่ชุมชน โดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนในการร่วมคิด ร่วมทำ เพื่อมุ่งไปสู่การแก้ไขปัญหา น้ำเสียที่เกิดจากการผลิตปลาอุกร้า พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมและได้นำไปประยุกต์ใช้จริงสำหรับครัวเรือนนาร่อง คือระบบบ่อหมักแบบ 2 ถัง แต่ละถังมีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 7.5 วัน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดความสกปรกในรูปบีโอดีเฉลี่ย 60% และมีประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 58.4% และก๊าซชีวภาพที่เกิดจากระบบการหมักแบบไร้อากาศ มีองค์ประกอบของก๊าซ methane 60-70%, carbon dioxide 30-40%, nitrogen <1% และ hydrogen sulfide 10-2,000 ppm. รวมทั้งได้ดำเนินการให้ความรู้กับผู้ประกอบการอาชีพผลิตปลาอุกร้า และการล้างฆ่าเชื้อสัตว์ ถึงแนวทางการแก้ไขปัญหา น้ำเสียดังกล่าว เพื่อให้ผู้ประกอบการอาชีพได้เลือกใช้แนวทางที่เหมาะสมกับตน

Abstract

This study was aimed to 1) analyze waste water from Pla-duk-ra process and the method of anaerobic fermentation used to treat this waste water to create a model of biogas system that suitable for quantity and wastewater produced by local Pla-duk-ra Process in order for local people to use this natural gas by-product for household utilization, 2) distribute and enhance the utilization of biogas system from Pla-duk-ra process which emphasized on a participation of local people in planning and action in order to solve the water pollution caused by Pla-duk-ra process. The result showed that 2-phase reactor is a suitable model to apply for household utilization. Each waste water tank can store water for 7.5 days which the average BOD and suspended solid removals are 60% and 58.4%, respectively. Biogas produced from this system contain methane 60-70%, carbon dioxide 30-40%, nitrogen <1% and hydrogen sulfide 10-2,000 ppm. The results from this study also provided the local people who have Pla-duk-ra process the options of how to treat the waste water during processing their products in order for them to choose the most suitable method.

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2555 โดยใช้พื้นที่ชุมชนทะเลน้อย อำเภอกวนขนุน จังหวัดพัทลุง เป็นพื้นที่จัดทำแบบก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมกับปริมาณและลักษณะน้ำเสียจากการผลิตปลาตุ๋นในชุมชน และระบบนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์สำหรับชุมชนในพื้นที่จริง เผยแพร่และส่งเสริมระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียจากการผลิตปลาตุ๋นเข้าสู่ชุมชน ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณชาวบ้านในชุมชนทะเลน้อย และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่มีส่วนช่วยสนับสนุนให้งานวิจัยครั้งนี้สามารถดำเนินงานได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

อุษา อันทอง
วิภาญดา ทองเนื้อแข็ง
เบญจวรรณ บัวขวัญ
วรรณชัย พรหมเกิด
เมษายน 2556

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1. หลักการและเหตุผล	1
2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
3. ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
1. กระบวนการผลิตปลาคุกร้า	3
2. ระบบก๊าซชีวภาพ	4
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	12
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	14
บทที่ 5 อภิปรายผล สรุปและข้อเสนอแนะ	21
1. อภิปรายผล	21
2. สรุปผล	22
3. ข้อเสนอแนะ	23
บรรณานุกรม	24
ภาคผนวก	25

สารบัญ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตและของเสียที่เกิดจากการผลิตปลาตุกร้า	3
ภาพที่ 2 กระบวนการย่อยสลายภายในระบบก๊าซชีวภาพ	5
ภาพที่ 3 สภาพปัญหาของน้ำเสียจากการทำปลาตุกร้า	15
ภาพที่ 4 การแก้ไขปัญหาของเจ้าของกิจการในพื้นที่ชุมชนทะเลน้อย	15
ภาพที่ 5 ซึ่แจงข้อมูลซึ่งเป็นผลการศึกษา และร่วมกันเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหา ในรูปแบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพ	16
ภาพที่ 6 เป็นภาพการติดตั้งถังหมักขนาด 2000 ลิตร	16
ภาพที่ 7 การจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียจากการล้างชำแหละสัตว์	17
ภาพที่ 8 แสดงการลอยตัวของถังเมื่อเกิดก๊าซชีวภาพและการจุดติดไฟของระบบก๊าซชีวภาพ	17
ภาพที่ 9 รูปแบบการก่อสร้างระบบการบำบัดน้ำเสียจากการผลิตปลาตุกร้า ด้วยการหมักแบบไร้อากาศ ณ ครัวเรือนำร่อง	18

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยลักษณะน้ำเสียจากการชำแหละปลาเพื่อผลิตปลาคุกร้า	14
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังการบำบัดด้วยระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย	19

บทที่ 1

บทนำ

1. หลักการและเหตุผล

การผลิตปลาดุกในในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็ก อำเภอกวนขนุน จังหวัดพัทลุง เป็นการทำการผลิตในรูปแบบอุตสาหกรรมครัวเรือน หรือเป็นการรวมกลุ่มของชาวบ้านในการผลิต เป็นอีกหนึ่งอาชีพที่ชาวบ้านในชุมชนขนาดเล็กเป็นอาชีพหลัก ซึ่งใช้ที่พักอาศัยเป็นสถานที่ในการประกอบกิจการ ของเสียจากการผลิตปลาดุก ได้แก่ เศษปลา น้ำเสียจากการล้าง น้ำเสียจากการหมัก เป็นต้น โดยจะปล่อยน้ำเสียและเศษของเสียจากการล้างชำแหละปลาดุกลงสู่พื้นดิน และไหลไปตามร่องน้ำเล็กๆ โดยไม่มีการบำบัดแต่อย่างใด ซึ่งของเสียเหล่านี้มีลักษณะเป็นสารอินทรีย์ ไม่มีการปนเปื้อนจากสารเคมีใดๆ ชาวบ้านที่ทำการผลิตปลาดุก ยังไม่มีวิธีการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น บางรายทิ้งของเสียและน้ำเสียลงบนพื้นดิน ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียไหลไปยังที่ดินใกล้เคียง เกิดกลิ่นเหม็นรบกวน และน้ำเสียมีโอกาสไหลหรือถูกชะลงสู่แหล่งน้ำ บางรายทิ้งน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ การทิ้งของเสียโดยไม่มีการจัดการที่ดี นอกจากจะก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อชุมชน เช่น การปนเปื้อนของน้ำเสียบนพื้นดิน การปนเปื้อนของน้ำเสียในแหล่งน้ำ ทั้งน้ำใต้ดินและน้ำผิวดินที่เป็นแหล่งน้ำในการอุปโภคและบริโภคในชุมชน เกิดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวน เกิดความสกปรก เป็นผลเสียต่อสุขภาพร่างกายและจิตใจของคนในชุมชน และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่แล้ว การย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ยังก่อให้เกิดก๊าซมีเทนและก๊าซอื่นๆ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก เมื่อระบายขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งของภาวะโลกร้อน

จากลักษณะของของเสียจากการผลิตปลาดุก ซึ่งมีส่วนประกอบของสารอินทรีย์สูง มีความสกปรกในรูปบีโอดี และ ซีโอดีสูง ไม่มีการปนเปื้อนสารเคมีใดๆ จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำไปใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นประกอบด้วย ก๊าซมีเทนเป็นส่วนใหญ่ โดยก๊าซมีเทนเป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการติดไฟ สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ เช่น ใช้เป็นพลังงานความร้อนทดแทนไม้ฟืนหรือก๊าซหุงต้ม ซึ่งเป็นระบบที่ให้ประโยชน์ทั้งในด้านการบำบัดน้ำเสีย และได้ก๊าซชีวภาพมาใช้สำหรับการหุงต้มในครัวเรือน ลดค่าใช้จ่ายและปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) หรือพลังงานในการหุงต้มอื่นๆ ในครัวเรือน และเพื่อหาแนวทางการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียที่เกิดจากการผลิตปลาดุก เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดและมีความสามารถในการผลิตก๊าซชีวภาพได้ดี เหมาะสมต่อการนำไปใช้จริงในพื้นที่ชุมชน จำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยทั้งในห้องปฏิบัติการและการปฏิบัติในสถานที่จริง เพื่อให้ได้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมที่สุด เพื่อการเผยแพร่ให้แก่ชุมชนได้นำไปใช้จริง

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อจัดทำแบบร่างระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมกับปริมาณและลักษณะน้ำเสียจากการผลิตปลา
คูกร้าในชุมชน และระบบนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์สำหรับชุมชนในพื้นที่จริง เผยแพร่และส่งเสริม
ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียจากการผลิตปลาคูกร้าเข้าสู่ชุมชน

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1) ออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และร่วมกับชุมชนในการพิจารณาปรับปรุงแบบแปลนให้
เหมาะสมต่อการจัดทำและเดินระบบฯ ในชุมชน
- 2) จัดทำระบบผลิตก๊าซชีวภาพในชุมชน เพื่อแก้ปัญหาการจัดการของเสียและเพื่อเป็นจุดเผยแพร่ความรู้
ให้แก่ชุมชน
- 3) ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบ และตรวจวัดอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพพร้อมทั้ง
องค์ประกอบหลักของก๊าซชีวภาพ ได้แก่ มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์
- 4) นำก๊าซชีวภาพที่เกิดจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพในชุมชน ไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทนในการ
หุงต้ม
- 5) จัดทำแบบแปลนและเอกสารการจัดทำระบบและเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่เข้าใจง่าย ชุมชน
สามารถนำไปใช้ได้จริง
- 6) จัดทำเอกสารและเผยแพร่ความรู้ให้แก่ชุมชน ทั้งด้านการจัดการของเสียจากการผลิตปลาคูกร้า และ
การนำก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากระบบไปใช้เป็นพลังงานทดแทน

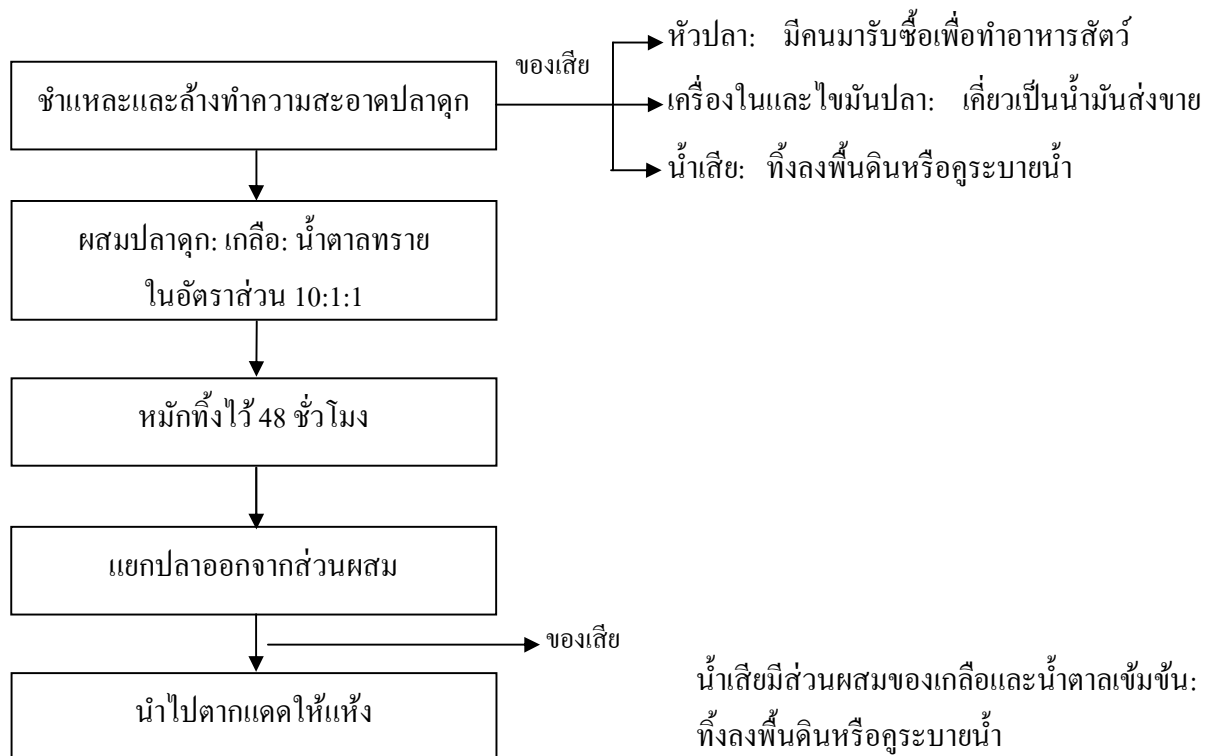
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กระบวนการผลิตปลาตุ๋น

การผลิตปลาตุ๋นมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

- 1) นำปลาดุกบิกุขมาตัดหัว ควักไส้ และล้างน้ำให้สะอาด นำปลาไปชั่งน้ำหนัก
 - 2) ผสมเกลือและน้ำตาลให้เข้ากัน ในอัตราส่วน ระหว่างปลาดุก: เกลือ: น้ำตาล เป็น 10:1:1 แล้วอัดส่วนผสมของเกลือและน้ำตาลในท้องปลาดุกจนเต็มและโรยบนตัวปลาดุกให้ทั่ว
 - 3) หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วแยกปลาออกจากส่วนผสม และนำไปตากหรืออบแห้ง
- วัสดุเศษเหลือของปลาตุ๋น ประกอบด้วยน้ำหมักประมาณ 10-15% หัวปลาและเครื่องใน 17-20% น้ำเสียจากการล้างปลาซึ่งใช้ประมาณ 1-3 เท่าของปลาดุกสด ของเสียเป็นประเภทเดียวกับอาหารทะเล ซึ่งมีเลือดและเมือกปลาในปริมาณที่สูง แต่ไม่มีการปนเปื้อนจากสารเคมีใดๆ



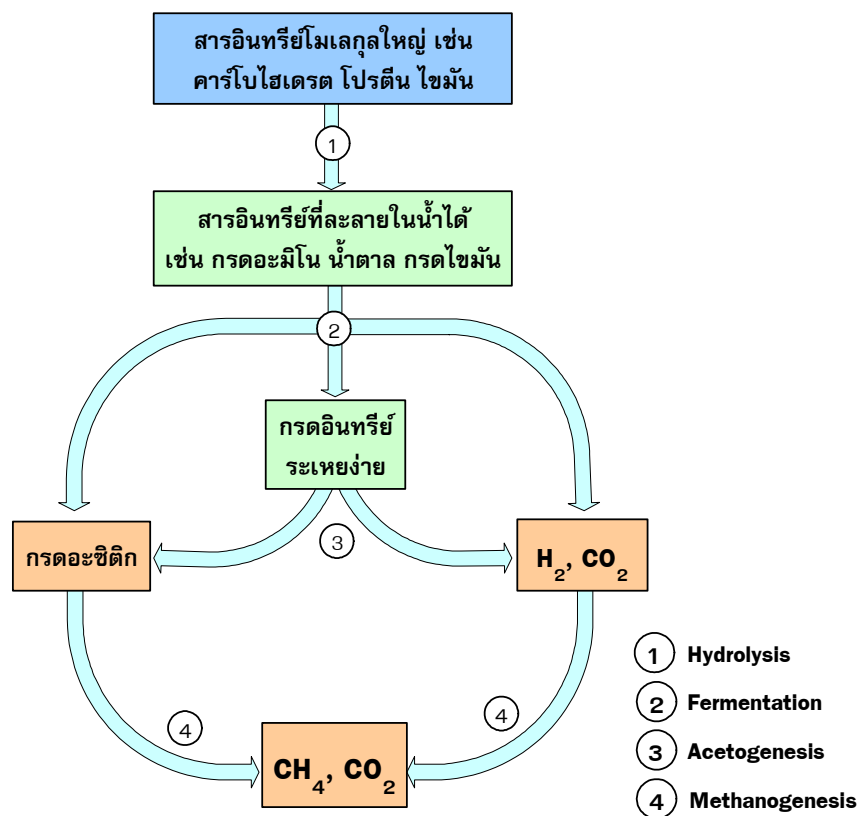
ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตและของเสียที่เกิดจากการผลิตปลาตุ๋น

2. ระบบก๊าซชีวภาพ

ระบบก๊าซชีวภาพ มีหน้าที่ในการบำบัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูง โดยอาศัยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และมีผลพลอยได้เป็นก๊าซชีวภาพ โดยก๊าซชีวภาพมีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบหลัก จึงสามารถจุดติดไฟได้ ในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ ในขั้นตอนสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน จะถูกย่อยสลายเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก ความเร็วในการย่อยสลายขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ปล่อยออกมาจากแบคทีเรีย รวมถึงความเข้มข้นของสารอินทรีย์ อุณหภูมิ เป็นต้น ต่อมาจะถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดอินทรีย์ชนิดโมเลกุลเล็ก เช่น กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก เป็นต้น โดยแบคทีเรียกลุ่มสร้างกรด (Acetogenic bacteria) และจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนเกิดขึ้นด้วย เรียกขั้นตอนนี้ว่า กระบวนการสร้างกรด (Acidogenesis) ต่อมาจะเกิดกระบวนการสร้างก๊าซมีเทน (Methanogenesis) ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสร้างกรดจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซมีเทน โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทน (Methanogenics) การสร้างก๊าซมีเทนมี 2 แบบ แบบแรกเกิดจากการเปลี่ยนกรดอะซิติกเป็นก๊าซมีเทน โดยคิดเป็นร้อยละ 70 ของก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในระบบ แบบที่สองเกิดจากการรวมตัวกันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไฮโดรเจนเป็นก๊าซมีเทน ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์และผลิตก๊าซชีวภาพแสดงดังภาพที่ 2

จุลินทรีย์กลุ่มสำคัญในระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ได้แก่

1. แบคทีเรียชนิดสร้างกรด (Acid Former Bacteria) เป็นแบคทีเรียในกลุ่ม Facultative Anaerobic Bacteria และแบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศ
2. จุลินทรีย์สร้างมีเทน (Methanogenics) เป็นแบคทีเรียชนิดที่ไม่ใช้อากาศอย่างแท้จริง
3. แบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต (Sulfate Reducing Bacteria, SRB) ปริมาณของแบคทีเรียชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของซัลเฟต (SO_4^{2-}) ในน้ำเสีย



ภาพที่ 2 กระบวนการย่อยสลายภายในระบบก๊าซชีวภาพ

ขั้นตอนการย่อยสลายภายในระบบก๊าซชีวภาพ

- **ขั้นตอนที่ 1 กระบวนการ Hydrolysis**

สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และ โปรตีน จะถูกแบคทีเรียย่อยสลายโดยใช้ เอนไซม์ที่ถูกปล่อยออกมาภายนอกเซลล์ (Extracellular Enzyme) ให้กลายเป็นสารประกอบเชิงเดี่ยว (Monomer)

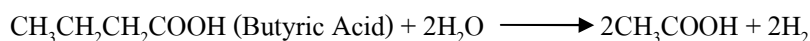
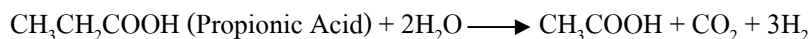
- **ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการ Acidogenesis**

ใช้สารที่ได้จากการย่อยสลายในขั้นตอนแรกเป็นสารตั้งต้น สำหรับแบคทีเรียประเภทสร้างกรด โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้จะเปลี่ยนสารอาหารดังกล่าวให้เป็นกรดอินทรีย์ชนิดโมเลกุลเล็ก เช่น กรดอะซิติก (Acetic acid) กรดโพรไพโอนิก (Propionic acid) กรดวาเลอริก (Valeric acid) และกรดแลคติก (Lactic acid)



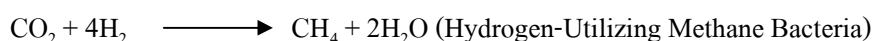
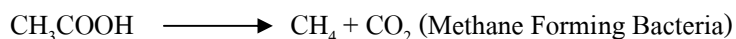
- **ขั้นตอนที่ 3 กระบวนการ Acetogenesis**

ย่อยสลายกรดไขมันระเหยง่ายที่มีคาร์บอนอะตอมมากกว่า 2 อะตอม เช่น กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทิริก ให้เป็นกรดอะซิติก



- **ขั้นตอนที่ 4 กระบวนการ Methanogenesis**

กรดอินทรีย์โมเลกุลเล็ก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ที่เกิดจากขั้นตอนการสร้างกรดจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดย 70% ของก๊าซมีเทน เกิดจากการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ไปเป็นก๊าซมีเทน อีกส่วนหนึ่งจะเกิดจากการรีดิวซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไฮโดรเจนให้กลายเป็นก๊าซมีเทน



จากข้อมูลของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า ก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบหลัก ดังนี้ ก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 60-70 % ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 28-38 % ก๊าซอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และไนโตรเจน (N_2) เป็นต้น ประมาณ 2 % ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร สามารถทดแทนพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้ดังนี้

ก๊าซหุงต้ม (LPG)	0.46 กิโลกรัม
น้ำมันดีเซล	0.60 ลิตร
น้ำมันเตา	0.55 ลิตร
ไฟฟ้า	1.20 กิโลวัตต์ ชั่วโมง

ก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบในก๊าซชีวภาพที่ทำให้ก๊าซชีวภาพมีคุณสมบัติติดไฟได้ เมื่อพิจารณาค่ามีเทนในก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียโรงงานประเภทต่างๆ พบว่า

โรงงานผลิตอาหารทะเล	ค่ามีเทน 81-85 %
โรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม	ค่ามีเทน 60-70%
โรงงานผลิตน้ำตาล	ค่ามีเทน 65-80%
โรงงานผลิตสุรา	ค่ามีเทน 80-90%
โรงงานผลิตอาหารจากพืช	ค่ามีเทน 65-70%
โรงเรือนเลี้ยงหมู	ค่ามีเทน 50-70%

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน รายงานว่าก๊าซชีวภาพ เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Process) โดยที่ก๊าซชีวภาพจะมี ก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นองค์ประกอบหลักอยู่ประมาณ 50 – 80 % นอกนั้นเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และมีก๊าซ H_2S , N_2 , H_2 อีกเล็กน้อย ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ ปัจจุบันสารอินทรีย์ที่ นิยมนำมาผ่านกระบวนการนี้แล้วให้ก๊าซชีวภาพ คือ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานแป้งมัน ลำปะห้าง โรงงานเบียร์ โรงงานผลไม้กระป๋อง เป็นต้น รวมทั้งน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ จากกระบวนการ ดังกล่าวมีค่า COD ลดลงมากกว่า 80 % และได้ก๊าซชีวภาพ 0.3 – 0.5 ลบ.ม./กิโลกรัม COD ที่ถูกกำจัด ทั้งนี้ ขึ้นกับคุณลักษณะของน้ำเสียแต่ละประเภท ก๊าซมีเทนมีค่าความร้อน 39.4 เมกะจูล/ลบ.ม. สามารถใช้ทดแทน น้ำมันเตาได้ 0.67 ลิตร ซึ่งเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า 9.7 kWh โดยวิธีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้มีอยู่หลายวิธี ด้วยกัน ได้แก่ การใช้เป็นเชื้อเพลิงหม้อไอน้ำ การเผาให้ความร้อนในกระบวนการผลิต การผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่น ใช้หุงต้มในโรงอาหารของโรงงาน หรือในครัวเรือน เป็นต้น ซึ่งสามารถทำ ได้ถ้าอยู่ไม่ห่างไกลจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพมากนัก (ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์ พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน <http://www.dede.go.th>)

ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ สามารถนำไปใช้ในการหุงต้ม โดยมีวิธีการหรือขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก เพียงแค่ เดินท่อพีวีซีส่งจ่ายก๊าซไปยังจุดใช้งาน ในการนำก๊าซไปใช้ อาจเลือกต่อเข้ากับหัวเตาก๊าซที่ใช้ตามครัวเรือน ทั่วไป แต่ต้องทำการขยายนมหนู (รูรับ-ส่งก๊าซ) ของเตาก๊าซให้ใหญ่ขึ้น เพื่อให้ก๊าซไหลผ่านได้ดี หรือ ต่อ ท่อพีวีซีส่งจ่ายก๊าซเข้ากับท่อเหล็ก ซึ่งจะให้เปลวไฟที่แรงกว่าแบบแรก

ภาวณิ ชัยประเสริฐ และคณะ ได้ร่วมกันพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียไร้อากาศประสิทธิภาพสูงแบบครึ่ง เซลล์สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร (High Rate Anaerobic Fixed Bed Reactor for Agro-Industrial Wastewater Treatment) เนื่องจาก โดยทั่วไประบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเป็นระบบบำบัดแบบบ่อเปิด ซึ่งเป็นบ่อดินขนาดใหญ่ติดต่อกันหลายๆ บ่อ นอกจากใช้พื้นที่มากแล้ว ระบบบ่อเปิดมักประสบปัญหาเรื่อง กลิ่นเหม็น ก่อให้เกิดมลภาวะทางกลิ่นกับประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง เนื่องจากระบบบำบัดแบบบ่อ เปิดมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ต่ำ นอกจากนั้นก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นไม่สามารถกักเก็บได้และ ปลปล่อยสู่บรรยากาศ ซึ่งจะก่อการทำให้เกิดปัญหาโลกร้อนได้ จากปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้กลุ่มวิจัยและพัฒนา (R & D Cluster) ของสถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี และ หน่วยปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมชีวเคมีและโรงงานต้นแบบ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ณ มหาวิทยาลัยเครือข่าย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขต บางขุนเทียน จึงได้มีการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียจากแบบดั้งเดิมที่เป็นระบบเปิดที่มีประสิทธิภาพต่ำมาเป็น ระบบปิดประสิทธิภาพสูง โดยการหมักน้ำเสียภายในถังปฏิกรณ์ เพื่อบำบัดน้ำเสีย ลดปัญหาเรื่องกลิ่น รวมทั้ง

ยังได้ก๊าซชีวภาพในกรณีที่น้ำเสียมีความสกปรกสูงและสามารถเก็บก๊าซชีวภาพมาใช้งานได้ ซึ่งนำไปใช้เป็นพลังงานไว้ใช้ภายในโรงงานได้ ทำให้การนำเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียนี้นี้มาใช้กับโรงงานมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์มากขึ้น ระบบบำบัดแบบตรึงฟิล์มจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศ มีข้อดี คือ มีความสามารถในการรักษาเซลล์จุลินทรีย์ไว้บนวัสดุตัวกลางที่เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์และผลิตก๊าซชีวภาพได้ภายในถังปฏิกรณ์ ซึ่งจุลินทรีย์ถูกชะออกจากระบบได้ยาก ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง ลดพื้นที่ที่ใช้ในการบำบัด ไม่มีกลิ่น และได้ก๊าซชีวภาพเก็บไว้ใช้เป็นพลังงานทดแทนในโรงงาน การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียไม่ใช้อากาศแบบตรึงเซลล์ ตั้งแต่ในระดับห้องปฏิบัติการ (Laboratory scale) ระดับโรงงานต้นแบบ (Pilot scale) และการถ่ายทอดเทคโนโลยีจนถึงระดับอุตสาหกรรม (Full scale หรือ Industrial scale) ซึ่งเทคโนโลยีที่พัฒนาเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นในประเทศ การก่อสร้างระบบใช้วัสดุภายในประเทศ ออกแบบและดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญภายในประเทศเช่นเดียวกัน เป็นการลดการสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศ

นิรนาถ นาคสุวรรณ และคณะ ศึกษาอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียกะทิ โดยการให้ระบบบำบัดน้ำเสียไร้ออกซิเจนในห้องปฏิบัติการขนาดความจุ 16.8 ลิตร ซึ่งเป็นระบบยูเอเอสบี น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษาเป็นน้ำเสียสังเคราะห์มีค่าเฉลี่ยน้ำเข้าระบบ ในรูปของ COD 963 mg/l ทำการศึกษาในช่วง 6 เดือน ที่ระยะเวลาเก็บกัก 4 ค่าระหว่าง 16-28 ชั่วโมง ลักษณะน้ำเสียที่เข้าระบบอื่นๆ ได้แก่ pH, อุณหภูมิ, COD, TS, SS, TDS, TP, TKN และไขมันและน้ำมันอยู่ในช่วง 6.6-7.3, 29-32°C, 636-1204 mg/l, 684-1372 mg/l, 352-653 mg/l, 210-428 mg/l, 4.47-4.90 mg/l, 10.64-47.6 mg/l และ 175-260 mg/l ตามลำดับ อัตราการเกิดก๊าซโดยเฉลี่ย 195 ml/kg COD ที่กำจัด ในส่วนขององค์ประกอบก๊าซพบว่า มีเทน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และอื่นๆ เฉลี่ย ร้อยละ 75.52, 14.08, 8.27 และ 2.13 ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดก๊าซและกรัมของ COD ที่บำบัดอยู่ในรูปของสมการ $Y = 1.565X^{0.265}$ (Y : การเกิดก๊าซ (ลิตรต่อวัน) X : g. COD ที่บำบัดต่อวัน) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.61

Goksel N. Dermirer and Shulin Chen. ศึกษาการใช้ระบบบ่อหมักไร้อากาศ (anaerobic hybrid reactor: AHR) แบบใช้ตัวกลาง ในการย่อยสลายมูลสัตว์แบบไม่ใช้อากาศ เติมน้ำขูดทดลองด้วยมูลสัตว์มีลักษณะเป็นของแข็งผสมกับของเหลว และไม่ได้ผ่านการบำบัดขั้นต้นแต่อย่างใด โดยทำการเดินระบบที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (OLR) 7.30 g VS/day และระยะเวลาเก็บกัก (HRT) 15 วัน พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัด COD, BOD, TS และ VS อยู่ในช่วง 48-63, 64-78, 55-65 และ 59-68% ตามลำดับ อัตราการผลิตก๊าซมีเทน โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.191 l/g VS

Stephanie Lansing, Raúl Botero Botero and Jay F. Martin ได้ทำการศึกษาศักยภาพของระบบบ่อหมักไร้อากาศแบบต้นทุนต่ำใน Costa Rica ในการบำบัดน้ำเสียจากการเลี้ยงสัตว์ และผลิตพลังงานทดแทนพบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบดังกล่าวมีค่า COD ลดลงจาก 2968 mg/l เหลือเพียง 472 mg/l และ

ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มีองค์ประกอบเป็นก๊าซมีเทนประมาณ 66% สอดคล้องกับก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากบ่อหมักไร้อากาศของโรงงานอุตสาหกรรม และจากการวิเคราะห์พารามิเตอร์อื่นๆ ในน้ำเสีย ได้แก่ COD ความเข้มข้น $\text{NH}_4\text{-N}$ TKN และ pH พบว่าระบบบ่อหมักไร้อากาศขนาดเล็กมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียจากการเลี้ยงสัตว์ และสามารถผลิตก๊าซชีวภาพที่มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนที่สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานในการหุงต้มได้ประมาณ 6 ชั่วโมงต่อวัน

Tarek Elmitwalli และคณะจาก Wageningen University ทำการทดลองนาระบบถังหมักไร้อากาศแบบ UASB-Septic Tank และแบบถังหมัก ไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ของเสียจากบ้านเรือน รวมทั้งมูลวัวของครัวเรือนในชนบท และเป็นการนำของเสียไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ ในการบำบัดของเสียจากครัวเรือน ซึ่งมีค่า COD ประมาณ 600 mg/l ทำการเดินระบบที่ระยะเวลาเก็บกัก (HRT) 2 วัน พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัด COD ประมาณ 65% ผลิตก๊าซชีวภาพได้ 14 ลิตร(มีเทน)/ครัวเรือน/วัน สำหรับการบำบัดมูลสัตว์ พบว่า สามารถเปลี่ยนสารอินทรีย์ในรูป COD ร้อยละ 41 ไปเป็นก๊าซมีเทน อัตราการผลิตก๊าซมีเทนอยู่ในช่วง 0.2-1.2 ลูกบาศก์เมตรของมีเทน/วัว 1 ตัว/วัน และสามารถนำน้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบไปใช้ในการเพาะปลูก นำกากตะกอนไปใช้เป็นปุ๋ย และก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ไปใช้ในการหุงต้ม

อรรถนพ นพรัตน์ นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) และคณะ ได้ร่วมกับกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและกระทรวงพลังงาน พัฒนาระบบบำบัดแบบตรึงฟิล์มจุลินทรีย์ชนิดไร้อากาศ (Anaerobic Fixed Film Reactor : AFFR) เพื่อบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้หลักการตรึงเซลล์จุลินทรีย์ไว้บนผิววัสดุตัวกลางที่เป็นตาข่าย ทำให้กักเก็บจุลินทรีย์ให้อยู่ในระบบได้เป็นระยะเวลานาน มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดของเสียได้ร้อยละ 80 ใช้กับน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยสูงได้โดยไม่ต้องปรับสภาพน้ำเสียก่อนเข้าระบบ ทนค่าสารเคมีและการดูแลไม่ซับซ้อน ที่สำคัญเป็นเทคโนโลยีที่คิดค้นและพัฒนาขึ้นเองในประเทศ ระบบดังกล่าว เป็นประเภทที่มีวัสดุตัวกลางอยู่ในถังปฏิกรณ์ เพื่อให้จุลินทรีย์เกาะบนตัวกลางในลักษณะของฟิล์มชีวะ โดยชนิดของวัสดุตัวกลางที่ใช้จะเป็นตาข่ายในลอนที่ขึงติดตั้งอย่างเป็นระเบียบภายในถังปฏิกรณ์ ซึ่งการที่จุลินทรีย์ยึดเกาะอยู่บนตัวกลางนั้น จะสามารถลดการสูญเสียจุลินทรีย์ไม่ให้หลุดออกไปจากระบบบำบัดพร้อมกับน้ำที่บำบัดแล้ว สำหรับข้อดีที่สามารถรักษามูลค่าของจุลินทรีย์ให้อยู่ในระบบได้จำนวนมากนั้น จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพดี มีเสถียรภาพสูง สามารถกำจัดสารอินทรีย์ได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถฟื้นตัวกลับเข้าสู่ภาวะทำงานปกติได้อย่างรวดเร็ว หากเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำเสียที่ไหลเข้าระบบหรือเกิดการสะสมของสารอินทรีย์สูงเกินไป ระบบตรึงฟิล์มจุลินทรีย์นี้สามารถรับสารอินทรีย์ได้ 6-8 กิโลกรัมชีโอดี ต่อ ลบ.ม.ของถังต่อวัน ที่ระยะเวลากักเก็บ (HRT) 3-4 วัน จะทำให้ได้ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น 0.4-0.5 ลบ.ม. ต่อกิโลกรัมชีโอดีที่กำจัด และ ยังได้ก๊าซชีวภาพที่มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนประมาณ 60-70% ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ได้ถึง 80%

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน (สวพ.) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภายใต้การสนับสนุนจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้ดำเนินงานวิจัยและประยุกต์ใช้ก๊าซชีวภาพในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน บริษัท ตรังน้ำมันปาล์ม จำกัด จากผลการศึกษาคูณสมบัติของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันพบว่า น้ำเสียที่เกิดจากการผลิตปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ถึง 25 ลูกบาศก์เมตร สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน ได้ปรับปรุงและออกแบบระบบก๊าซชีวภาพสำหรับน้ำเสียจากโรงงานปาล์มน้ำมัน ซึ่งก๊าซที่ผลิตได้ทั้งหมดจะถูกนำไปผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อขายคืนแก่การไฟฟ้า ซึ่งจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ถึง 1 MW ทางสถาบันยังได้ทำการวิจัยและประยุกต์ใช้ก๊าซชีวภาพในโรงงานสุรากลั่นชุมชนต้นแบบ เนื่องจากในกระบวนการผลิตสุรากลั่นชุมชนมีของเสียเกิดขึ้นประมาณ 1000 ลิตร/วัน ส่งกลิ่นเหม็นรบกวนบริเวณใกล้เคียง จากผลการศึกษาคูณสมบัติของน้ำเสียจากโรงงานสุรากลั่นชุมชนเบื้องต้นพบว่า ในแต่ละวันจะมีกากสำขี้ ประมาณ 1000 ลิตร/วัน มีค่าปริมาณสารอินทรีย์ในรูป COD ประมาณ 190,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อปรับสภาพของเสียให้มีความเหมาะสมต่อการหมักพบว่า มีความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางชีวภาพโดยไร้อากาศ 60% เกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 50 ลูกบาศก์เมตร/วัน สามารถทดแทนพลังงานความร้อนเทียบเท่าก๊าซหุงต้มได้ 23 กิโลกรัม/วัน มูลค่าประมาณวันละ 380 บาท ส่วนน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้ว สามารถนำไปใช้รดน้ำสวนลำไยภายในโรงงานได้ โดยไม่ต้องปล่อยทิ้งออกสู่ภายนอกโรงงาน ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นภายในบ่อบำบัดสามารถนำไปตากแห้งเป็นปุ๋ยหรือนำไปรดต้นไม้โดยตรงได้ สำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองขนาดเล็ก สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ดำเนินการวิจัยและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบก๊าซชีวภาพให้แก่ ประเสริฐอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งเป็นโรงงานผลิตเต้าหู้ถั่วเหลืองและเต้าหู้หลอด มีกำลังการผลิตรวม 2.92 ล้านหน่วยต่อปี ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวันประมาณ 20 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนชาวบ้านละแวกใกล้เคียง ระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ในโรงงานนี้เป็นแบบ Anaerobic Baffled Reactor (ABR) คือ บ่อหมักไร้อากาศแบบผนังกั้น จากการศึกษาพบว่าน้ำเสียจากการผลิตมีความเข้มข้นสารอินทรีย์ในรูป COD โดยเฉลี่ย 3,200 มิลลิกรัม/ลิตร ระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 20 ลูกบาศก์เมตร/วัน สามารถทดแทนการใช้เชื้อเพลิงได้ 38 กิโลกรัม หรือสามารถทดแทนก๊าซหุงต้มได้ 9 กิโลกรัมต่อวันหรือคิดเป็นมูลค่า 151 บาทต่อวัน ประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดน้ำเสียในรูป COD ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

น้ำเสียจากแปปลา มีสารอินทรีย์ย่อยสลายง่าย (COD ประมาณ 6,000-7,000 mg/L, BOD ประมาณ 4,000-5,000 mg/L, BOD: COD 0.67-0.71) จึงควรใช้ระบบบำบัดทางชีววิทยา ได้แก่ ระบบบำบัดแบบ Anaerobic จะสามารถลดค่า COD ในน้ำเสีย โดยเฉพาะน้ำเสียที่มีค่า COD สูงๆ

(http://www.marinepcd.org/fish_pier/fish_pier2.htm)

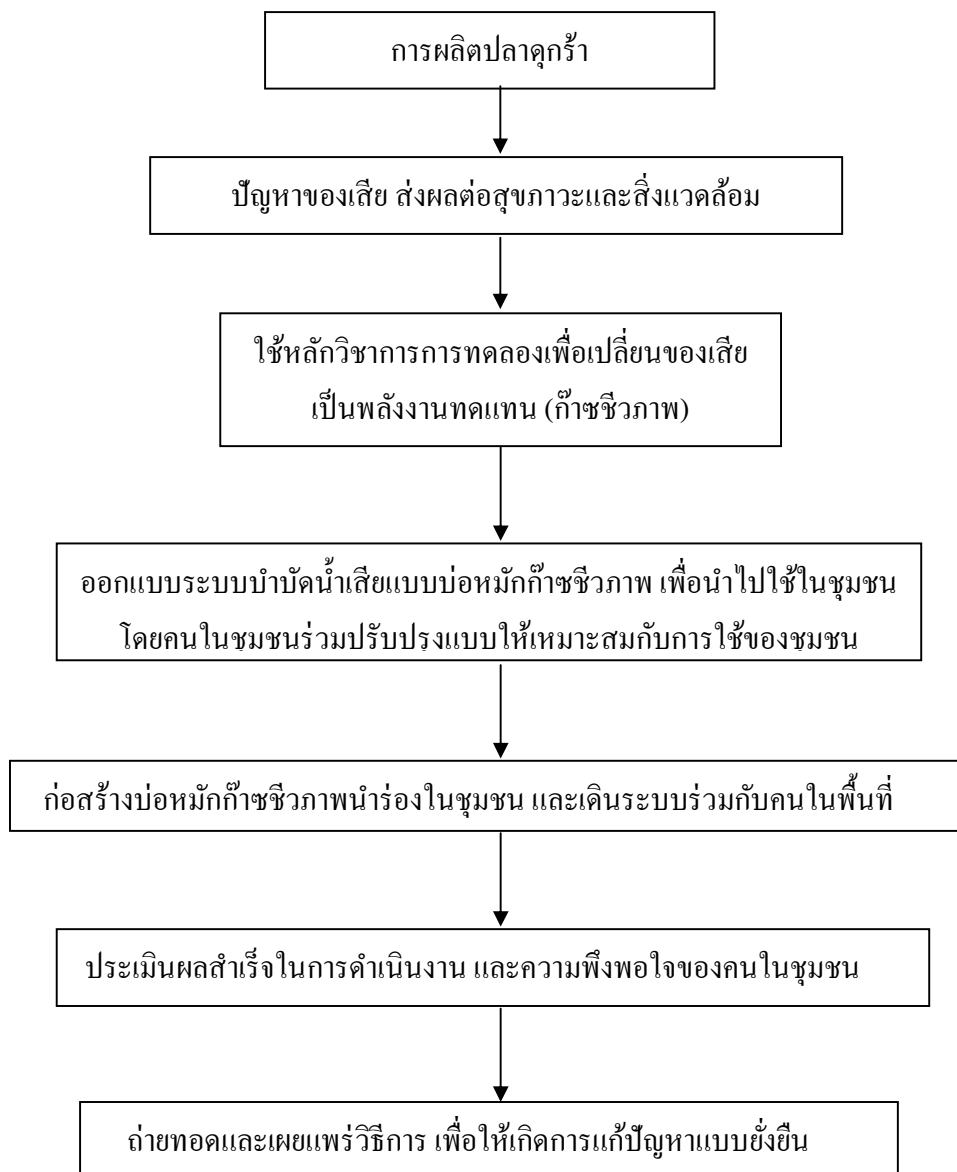
อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ (2545) ศึกษาการใช้ประโยชน์กากตะกอนของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเล สำหรับเป็นปุ๋ยอินทรีย์และสารปรับปรุงดิน โดยการทดลองปลูกข้าวโพดหวานในดินผสม (กากตะกอนของเสียและวัสดุปลูกด้วยอัตราส่วนต่างๆ กัน) พบว่าข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินหมืองแร่ร้างผสมขุยมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์ และกากตะกอนของเสียชนิดใช้อากาศ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีความสูงเฉลี่ยสูงสุดเป็น 141.75 เซนติเมตร ส่วนข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินหมืองแร่ร้าง ผสมขุยมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักมีความสูงเฉลี่ยต่ำสุดเป็น 35.00 เซนติเมตร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการวิจัยแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research) โดยการประชุมหารือ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและทัศนคติเกี่ยวกับปัญหาของเสียจากการทำปลาตุกร้าในชุมชน และสร้างความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับระบบบำบัดของเสียอินทรีย์ด้วยบ่อหมักก๊าซชีวภาพ รวมทั้งการออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และการพิจารณาปรับปรุงแบบร่างให้เหมาะสมต่อการจัดทำและเดินระบบฯ ในชุมชน หรือครัวเรือนนาร่อง ตามกรอบแนวคิดดังนี้

กรอบแนวคิด



ขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ร่วมประชุมหารือกับคนในชุมชนและผู้นำชุมชน เพื่อ
 - ชี้แจงข้อมูลซึ่งเป็นผลการศึกษาในการบำบัดน้ำเสียจากการล้างชำระปลา โดยการใช้ระบบการหมักก๊าซชีวภาพ ในระดับห้องปฏิบัติการ
 - ร่วมกันเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาในรูปแบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพเพื่อบำบัดน้ำเสียจากการล้างชำระปลาดุก และผลิตก๊าซชีวภาพใช้เป็นพลังงานทดแทนในครัวเรือ
 - ชุมชนร่วมคัดเลือกจุดนำร่องในการจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียจากการล้างชำระปลาดุก แบบผลิตก๊าซชีวภาพ ตามข้อเสนอแนะจากคนในชุมชน
2. ออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และร่วมกับชุมชนในการพิจารณาปรับปรุงแบบแปลนให้เหมาะสมต่อการจัดทำและเดินระบบฯ ในชุมชน
3. จัดทำระบบผลิตก๊าซชีวภาพในชุมชน เพื่อแก้ปัญหามลพิษและการจัดการของเสียและเพื่อเป็นจุดเผยแพร่ความรู้ให้แก่ชุมชน
4. ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบ และตรวจวัดอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพพร้อมทั้งองค์ประกอบหลักของก๊าซชีวภาพ ได้แก่ มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์
5. นำก๊าซชีวภาพที่เกิดจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพในชุมชน ไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทนในการหุงต้ม

บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากการผลการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตปลาอุกร้า และศึกษาศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า น้ำเสียจากการหมักปลาอุกร้าที่มีความเข้มข้นของเกลือในปริมาณมาก ไม่มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ ส่วนน้ำเสียจากการล้างชำแหละปลาเพื่อทำปลาอุกร้ามีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงเมื่อมีการออกแบบระบบโดยการเดินระบบด้วย HRT 30 วัน (มีการกวนผสม) มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียดีที่สุด โดยก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนร้อยละ 68.8 และมีองค์ประกอบของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เหลือร้อยละ 29.0 และจากข้อมูลอัตราการเกิดน้ำเสียและลักษณะน้ำเสียจากการผลิตปลาอุกร้าในลักษณะอุตสาหกรรมชุมชน มีดังนี้

การล้างชำแหละปลา 1 กิโลกรัม จะก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีความสกปรกสูง (น้ำเลือดผสมเมือกปลา) โดยเฉลี่ยประมาณ 1.5 ลิตร ซึ่งการประกอบอาชีพล้างชำแหละปลาในระดับอุตสาหกรรมชุมชนมีกำลังการผลิตตั้งแต่ 50 กิโลกรัม ถึง 3,000 กิโลกรัมต่อวัน จึงก่อให้เกิดน้ำเสียประมาณ 75-4,500 ลิตร และจากการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียจากการล้างชำแหละปลา พบว่าน้ำเสียมีค่าความสกปรกสูงมากดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยลักษณะน้ำเสียจากการชำแหละปลาเพื่อผลิตปลาอุกร้า

ดัชนีที่ทำการตรวจวัด	คุณภาพน้ำ
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	6.5
ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (mg/L)	2,136.5
ค่าบีโอดี (mg/L)	13,285.0
ค่าซีโอดี (mg/L)	23,500.4
ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (mg/L)	725.5

ทีมวิจัยได้ร่วมร่วมนำเสนอหารือกับคนในชุมชนและผู้นำชุมชน เพื่อ

- ชี้แจงข้อมูลซึ่งเป็นผลการศึกษาในการบำบัดน้ำเสียจากการล้างชำแหละปลา โดยการใช้ระบบการหมักก๊าซชีวภาพ ในระดับห้องปฏิบัติการ
- ร่วมกันเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาในรูปแบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพเพื่อบำบัดน้ำเสียจากการล้างชำแหละปลาอุกร้า และผลิตก๊าซชีวภาพใช้เป็นพลังงานทดแทนในครัวเรือน

- ชุมชนร่วมคัดเลือกจุดน้ำร่องในการจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียจากการล้างข้าวและปลาตาก แบบผลิตก๊าซชีวภาพ ตามข้อเสนอแนะจากคนในชุมชน

จากการสำรวจผู้ประกอบการการทำปลาตากพบว่า ปัญหาของน้ำเสียในบริเวณการทำปลาได้ถูกบ้าน มีกลิ่นเหม็น ซึ่งเจ้าของกิจการมีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยการจัดทำกรกเก็บน้ำเสีย และการสูบน้ำเสียนำไปทิ้งในบริเวณพื้นที่อื่นๆ เมื่อน้ำเสียมีปริมาณมากเกินไปจนล้นบ่อที่จัดทำไว้ (ดังภาพที่ 4) และจากข้อมูลการวิเคราะห์น้ำเสีย มีปริมาณสารอินทรีย์ในปริมาณที่มากพอในการหมักด้วยระบบไร้อากาศ และมีก๊าซมีเทนเป็นผลผลิต (ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ) จึงมีการหารือกับเจ้าของครัวเรือนในการจัดทำระบบการบำบัดน้ำเสียจริงในบริเวณที่เหมาะสม



ภาพที่ 3 สภาพปัญหาของน้ำเสียจากการทำปลาตาก



ภาพที่ 4 การแก้ไขปัญหาของเจ้าของกิจการในพื้นที่ชุมชนทะเลน้อย

ทีมวิจัยได้จัดเวทีในชุมชน ร่วมกับผู้นำชุมชน ในการชี้แจงข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียจากการผลิตปลาคุกกี้ ด้วยระบบบ่อบำบัดก๊าซชีวภาพ และร่วมกันเสนอแนะแนวทาง รวมทั้งการคัดเลือกครัวเรือนนำร่องในการจัดทำระบบดังกล่าว



ภาพที่ 5 ชี้แจงข้อมูลซึ่งเป็นผลการศึกษา และร่วมกันเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาในรูปแบบบ่อบำบัดก๊าซชีวภาพ

ออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และร่วมกับชุมชนในการพิจารณาปรับปรุงแบบแปลนให้เหมาะสมต่อการจัดทำและเดินระบบฯ ในชุมชน



ภาพที่ 6 เป็นภาพการติดตั้งถังหมักขนาด 2000 ลิตร

ก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพในชุมชน เพื่อแก้ปัญหาการจัดการของเสียและเพื่อเป็นจุดเผยแพร่ความรู้ให้แก่ชุมชน



ภาพที่ 7 การจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียจากการล้างชำระสัตว์



ภาพที่ 8 แสดงการลอยตัวของถังเมื่อเกิดก๊าซชีวภาพและการจุดติดไฟของระบบก๊าซชีวภาพ

ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบ และการเกิดก๊าซชีวภาพพร้อมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ในการเป็นพลังงานความร้อน จากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนและหลังผ่านการบำบัดจากระบบ บ่อหมักก๊าซชีวภาพ เพื่อติดตามตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และนำก๊าซชีวภาพที่เกิดจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพในชุมชน ไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทนในการหุงต้ม

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังการบำบัดด้วยระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพ

ครรรชนีตรวจวัด	ครั้งที่	น้ำก่อนการบำบัด	น้ำหลังการบำบัด
COD (mg/L)	1	17,200.00	6,523.00
	2	21,520.00	12,350.00
	3	19,645.00	9,150.00
	4	17,650.00	10,210.00
	5	18,230.00	9,230.00
TP (mg/L)	1	144.25	104.55
	2	148.45	112.25
	3	125.50	103.08
	4	135.56	103.52
	5	122.35	95.35
TKN (mg/L)	1	1,575.00	1,175.50
	2	1,748.00	1,278.00
	3	1,685.00	1,215.60
	4	1,743.40	1,310.20
	5	1,635.00	1150.00
Sulfide (mg/L)	1	45.52	20.30
	2	42.65	17.54
	3	59.97	37.55
	4	59.89	38.32
	5	50.43	28.35

ดำเนินการแก้ไขปัญหาและถ่ายทอดแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำเสียจากการล้างชำระสัตว์

จากการประชุมหารือกับชาวบ้าน และแกนนำชุมชน และการจัดทำระบบการบำบัดน้ำเสียจากการทำปลาตุ๋น ด้วยบ่อบำบัดน้ำเสียชีวภาพ จึงได้แนวทางการจัดการน้ำเสียดังกล่าว ที่ชาวบ้านส่วนใหญ่เห็นตรงกันว่ามีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสามารถส่งเสริมให้เกิดการปฏิบัติจริงได้อย่างแพร่หลายมากขึ้นในชุมชน คือ 1) การบำบัดน้ำเสียจากการล้างชำระสัตว์ ด้วยระบบบ่อบำบัดน้ำเสียชีวภาพ 2) การนำน้ำเสียจากการล้างชำระสัตว์ไปใช้ในการผลิตปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ และ 3) การใช้จุลินทรีย์ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินที่เป็นแหล่งรองรับน้ำเสียจากการล้างชำระสัตว์

ทีมวิจัยร่วมกับครัวเรือนนำร่อง ได้จัดเก็บข้อมูลจากการจัดทำระบบ ซึ่งเป็นครัวเรือนที่ทำการผลิตปลาตุ๋น มีกำลังการผลิตอยู่ในช่วง 500 – 1,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการมาใช้ในการออกแบบระบบรวมกับการปรับปรุงแบบให้เหมาะสมกับพื้นที่จริง โดยออกแบบเป็นถังหมักแบบ 2 ถัง ระยะเวลาพักเก็บน้ำเสียแต่ละ 7.5 วัน ซึ่งจัดทำถังหมักด้วยถังพลาสติกขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 2 ใบ และเก็บรวบรวมน้ำชีวภาพด้วยระบบถังคละบด โดยใช้อ่างพลาสติกขนาด 200 ลิตร ภายในบรรจุน้ำเต็มถัง และใช้อ่างพลาสติกฝาปิดขนาด 150 ลิตร ครอบลงในถัง 200 ลิตร เมื่อเดินระบบจนเกิดน้ำชีวภาพ อ่างพลาสติกขนาด 150 ลิตร จะลอยตัวขึ้น ในการก่อสร้างและเดินระบบฯ ชาวบ้านซึ่งเป็นครัวเรือนนำร่องมีส่วนร่วมในการดำเนินการทุกขั้นตอน ซึ่งสามารถใช้แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นเชื้อเพลิงความร้อนได้

บทที่ 5

อภิปรายผล สรุปและข้อเสนอแนะ

1. อภิปรายผล

การดำเนินการนำผลวิจัยเชิงทฤษฎีมาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ปัญหาจริง โดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนในการร่วมคิด ร่วมทำ เพื่อมุ่งไปสู่การแก้ไขปัญหา น้ำเสียที่เกิดจากการผลิตปลาอุกร้า ซึ่งเป็นอาชีพหนึ่งที่สำคัญของคนในชุมชนทะเลน้อย จากการดำเนินโครงการพบว่า น้ำเสียที่เกิดจากการล้างปลาอุกร้ามีความสกปรกมาก และน้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะถูกปล่อยลงสู่พื้นดินหรือแหล่งน้ำโดยไม่ผ่านการบำบัดแต่อย่างใด ทำให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเหม็น รบกวนเพื่อนบ้าน และอาจเป็นหนึ่งสาเหตุที่ทำให้คุณภาพน้ำในทะเลน้อยเสื่อมโทรมลง และและมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ จากการร่วมหารือหาทางออกกับคนในชุมชน ทำให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาทั้งหมดสามแนวทาง คือ 1. การจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพ เพื่อจัดการน้ำเสียก่อนระบายลงสู่สิ่งแวดล้อม 2. การนำน้ำเสียจากการล้างปลาอุกร้าไปใช้ประโยชน์ โดยการผลิตเป็นน้ำหมักชีวภาพ ลดการปล่อยน้ำเสียลงสู่สิ่งแวดล้อม 3. การใช้จุลินทรีย์ทั้งในรูปแบบของน้ำหมักจุลินทรีย์ และก้อนจุลินทรีย์ในการฟื้นฟูคุณภาพน้ำผิวดินซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่รองรับน้ำเสียจากการล้างปลาอุกร้า เมื่อได้แนวทางการแก้ปัญหาทั้งสามแนวทางแล้ว จึงดำเนินการให้ความรู้และส่งเสริมให้ผู้ประกอบการประชาชนทั่วไป และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ร่วมกันดำเนินกิจกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา น้ำเสียจากการล้างปลาอุกร้าและการฆ่าหอยสัตว์ โดยได้จัดทำและเดินระบบชุดทดลอง เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับน้ำเสียจากการล้างปลาอุกร้า พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมและได้นำไปประยุกต์ใช้จริงสำหรับครัวเรือนนาร่อง คือ ระบบบ่อหมักแบบ 2 ถัง แต่ละถังมีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 7.5 วัน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดความสกปรกในรูปบีโอดีเฉลี่ย 60% และมีประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 58.4% และได้ดำเนินการลงพื้นที่ในแต่ละครัวเรือนเพื่อให้ความรู้กับผู้ประกอบการอาชีพผลิตปลาอุกร้า และการล้างฆ่าหอยสัตว์ ถึงแนวทางการแก้ปัญหาน้ำเสียดังกล่าวทั้ง 3 แนวทาง เพื่อให้ผู้ประกอบการอาชีพได้เลือกใช้แนวทางที่เหมาะสมกับตน จากการลงพื้นที่ พบว่า ผู้ประกอบการอาชีพให้ความสนใจการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพ แต่เนื่องจากต้องมิงงบประมาณในการดำเนินการ จึงยังไม่พร้อมที่ลงทุนจัดทำเองทั้งหมด อยากให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องช่วยเหลือให้เงินทุนสนับสนุนบางส่วน ซึ่งทางเทศบาลตำบลพนางตุงต้องการขับเคลื่อนแนวทางการบำบัดน้ำเสียจากการผลิตปลาอุกร้า ด้วยระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพ จึงจัดทำโครงการส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการของเสียในชุมชนด้วยระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพ โดยได้บรรจุแผนการดำเนินงานไว้ในเทศบัญญัติตำบล ในส่วนของการนำน้ำเสียจากการล้างฆ่าหอยสัตว์ไปใช้ประโยชน์ ส่วนการผลิตเป็นน้ำหมักชีวภาพ ผู้ประกอบการล้างฆ่าหอยสัตว์ที่ประกอบอาชีพทำสวนด้วย เลือกที่จะใช้แนวทางนี้ เนื่องจากปัญหามักชีวภาพ

ที่ได้จากการหมักน้ำเล็ดปลา มีธาตุอาหารสูงมาก ช่วยลดต้นทุนในการซื้อปุ๋ย แต่ก็มีผู้ประกอบอาชีพล้าง
ชำและปลาน้อยมากที่ประกอบอาชีพทำสวนด้วย แนวทางนี้จึงขยายผลได้ยาก ในส่วนของการใช้จุลินทรีย์
ฟื้นฟูคุณภาพน้ำผิวดินซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียจากการล้างชำและปลา องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นและ
ชาวบ้านส่วนใหญ่เห็นด้วยกับแนวทางนี้ เนื่องจากเห็นว่าทำได้ง่าย สามารถจัดกิจกรรมสร้างการมีส่วนร่วม
ของชุมชนในการจัดทำก้อนจุลินทรีย์และโยนก้อนจุลินทรีย์ร่วมกับกิจกรรมอื่นๆ ในชุมชนได้ และทาง
เทศบาลตำบลพนางตุง ได้บรรจุแนวทางนี้ในแผนยุทธศาสตร์พัฒนาตำบล

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้จัดกิจกรรม เพื่อกระตุ้นให้คนในชุมชนตระหนักถึงปัญหาน้ำเสียจากการ
ล้างชำและปลา และร่วมกันแก้ไขปัญหา จำนวน 2 ครั้ง กิจกรรมในงาน ได้แก่ จัดฐานเรียนรู้เรื่องการกำจัด
ของเสียด้วยบ่อหมักก๊าซชีวภาพ และการทำน้ำหมักชีวภาพ เพื่อให้เกิดการดำเนินการแก้ไขปัญหาโดยชุมชน
เองอย่างต่อเนื่อง ทางเทศบาลตำบลพนางตุงจึงสานต่อกิจกรรมจากโครงการวิจัยครั้งนี้ จึงวางแผนจัดทำ
โครงการส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการของเสียในชุมชนด้วยระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพ และโครงการ
ฟื้นฟูคุณภาพน้ำทะเลน้อยด้วยจุลินทรีย์

ปัญหาน้ำเสียจากการล้างชำและสัตว์ในชุมชนทะเลน้อย เป็นปัญหาที่สะสมมาเป็นเวลานาน
ชาวบ้านเคยชินกับการที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำได้โดยตรง ไม่ต้องมีการระแคะและค่าใช้จ่ายในการจัดการกับน้ำ
เสีย การจะส่งเสริมให้ชาวบ้านเปลี่ยนพฤติกรรมและยอมจ่ายเงินเพื่อจัดการกับน้ำเสียจึงต้องอาศัยเวลาในการ
สร้างความเข้าใจ และต้องอาศัยความร่วมมือจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งมีหน้าที่และสามารถจัดสรร
งบประมาณเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาสุขภาวะและสิ่งแวดล้อมของชุมชน จากการดำเนินโครงการมาตลอด
ระยะเวลา 1 ปี โครงการได้ร่วมกับชุมชนในการสร้างต้นแบบระบบการบำบัดน้ำเสีย ด้วยบ่อหมักก๊าซชีวภาพ
และแนวทางในการจัดการปัญหาน้ำเสียจากการผลิตปลาคุกร้า และสร้างความรู้ความเข้าใจแก่คนในชุมชนใน
การร่วมกันแก้ปัญหาดังกล่าว และที่สำคัญได้ผลักดันให้เทศบาลเห็นความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น และเห็น
ถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการดำเนินการแก้ไขปัญหา

2. สรุปผล

การผลิตปลาคุกร้าในรูปแบบอุตสาหกรรมชุมชน ก่อให้เกิดน้ำเสียจาก 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการ
ชำและและล้างทำความสะอาดปลา และขั้นตอนการหมักปลาคุกร้า จากการทำสอศึกษาภาพการผลิตก๊าซ
ชีวภาพจากน้ำเสียทั้งสองขั้นตอนการผลิต พบว่า น้ำเสียน้ำเสียจากการหมักปลาคุกร้า ไม่สามารถผลิตก๊าซ
ชีวภาพได้ เนื่องจากเป็นน้ำเสียที่เกิดจากการผสมเกลือและน้ำตาลทรายเพื่อหมักปลาคุกร้า ซึ่งเกลือมี
คุณสมบัติยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ ส่วนน้ำเสียจากกระบวนการชำและและล้างทำความสะอาดปลา
สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ โดยก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพในปริมาณมากในช่วงเริ่มต้น (2-15 วันแรก) แต่เมื่อเดิน

ระบบไประยะเวลาหนึ่งอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจึงลดลงไป อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเป็น 0 mg/L ในวันที่ 29

อย่างไรก็ตามการบำบัดน้ำเสียจากการชำแหละและล้างทำความสะอาดปลาด้วยระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ยังไม่สามารถบำบัดน้ำเสียให้มีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม จึงจำเป็นต้องมีระบบบำบัดอื่นๆ รองรับก่อนระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำน้ำผ่านการบำบัดด้วยระบบก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพในการปลูกพืชหรือบำรุงดิน เนื่องจากมีองค์ประกอบของธาตุอาหารในโตรเจนในปริมาณที่สูง

ก๊าซชีวภาพที่เกิดจากระบบการหมักแบบไร้อากาศ มีองค์ประกอบของก๊าซ methane 60-70%, carbon dioxide 30-40%, nitrogen <1% and hydrogen sulfide 10-2,000 ppm. ดังนั้นกระบวนการให้ความรู้จากองค์ความรู้ทั้งหมด ได้สร้างความเข้าใจเป็นอย่างดีในกลุ่มของชุมชน พร้อมดำเนินการผ่านกระบวนการหลายวิธีการ เช่น การพูดคุย การจัดทำเอกสาร การเข้าร่วมให้ความรู้ในการจัดกิจกรรมอื่นๆ ของชุมชน การจัดทำชุดสาธิตในครัวเรือนนาร่อง เป็นต้น

ซึ่งการส่งเสริมให้ผู้ประกอบการการผลิตปลาสุกร้าและชำแหละสัตว์อื่นๆ ในชุมชน มีระบบการบำบัดน้ำเสีย ด้วยบ่อหมักก๊าซชีวภาพ ต้องอาศัยเวลา และสร้างความตระหนักเพื่อให้เกิดจิตสำนึกถึงความรับผิดชอบต่อผลกระทบจากน้ำเสียดังกล่าวต่อผู้อื่น รวมทั้งการจัดหาแหล่งทุนในการจัดทำระบบ และปัญหาเรื่องพื้นที่ในการจัดทำในแต่ละครัวเรือน มีความไม่สะดวกเนื่องจากแต่ละครัวเรือนมีพื้นที่จำกัด และมีน้ำท่วมขัง หรือมีน้ำหลากในบางฤดูกาล อาจจะต้องเป็นประเด็นที่หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่นต้องดำเนินการเป็นผู้ประสานและหาข้อสรุปของภาพรวมชุมชนต่อไป

3. ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ ออกแบบวิธีการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบแบบครั้งเดียวต่อวัน เพื่อให้มีลักษณะเช่นเดียวกับการเกิดน้ำเสียจากการล้างทำความสะอาดปลาเพื่อทำปลาสุกร้าในรูปแบบอุตสาหกรรมชุมชน เพื่อให้ชุมชนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนเครื่องสูบน้ำและค่าไฟฟ้าในการทำงานของเครื่องสูบน้ำเพื่อควบคุมให้น้ำเสียไหลเข้าระบบอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน อย่างไรก็ตามหาก ผู้ประกอบการรายใดมีกำลังการผลิตปลาสุกร้าสูง ซึ่งส่งผลให้เกิดน้ำเสียในปริมาณที่สูงตามไปด้วย และมีงบประมาณในการจัดทำและเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ผู้ประกอบการสามารถป้อนน้ำเสียเข้าระบบโดยใช้เครื่องสูบน้ำควบคุมให้มีการป้อนน้ำเสียในอัตราที่ต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และพื้นที่ในการจัดทำระบบในชุมชนเป็นพื้นที่น้ำท่วมขัง และมีปัญหาในช่วงฤดูการน้ำหลากซึ่งมีผลกระทบต่อระบบถูกน้ำชะพาหรือเกิดการทำลายระบบด้วยกระแสน้ำ รวมทั้งพื้นที่ๆ มีอย่างจำกัดในบางครัวเรือน จนไม่สามารถจัดวางระบบได้

บรรณานุกรม

- นิรันดร์ นาคสกุล ไกรชาติ ตันตระการอาภา และ สุเทพ ศิลปานันท์กุล วิทยาศาสตร์สุขภาพสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร
- ดวงพร คันธโชติ. 2530. จุลชีววิทยาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน และ สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เอกสารประกอบการประชุม “เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพและการส่งเสริมจากภาครัฐ”
- ภาวิณี ชัยประเสริฐ และคณะ. 2545. ระบบบำบัดน้ำเสียไร้อากาศประสิทธิภาพสูงแบบตรึงเซลล์สำหรับ โรงงานอุตสาหกรรมเกษตร.
- อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ. 2545. การใช้ประโยชน์กากตะกอนของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเล สำหรับเป็นปุ๋ยอินทรีย์และสารปรับปรุงดิน.
- อรรถนพ นพรัตน์. 2554. พัฒนาระบบบำบัดแบบตรึงฟิล์มจุลินทรีย์ชนิดไร้อากาศ (Anaerobic Fixed Film Reactor : AFFR) เพื่อบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง.
- Goksel N, Dermirer and Shulin Chen. Anaerobic digestion of dairy manure in a hybrid reactor with biogas recirculation. World Journal of Microbiology & Biotechnology (2005) 21. 1509-1514
- Stephanie Lansing, Raúl Botero Botero and Jay F. Martin. Waste treatment and biogas quality in small-scale agricultural digesters. Bioresource Technology, Volume 99, Issue 13, September 2008, Pages 5881-5890
- Tarek Elmitwalli, Hamed Elmashed, Adriaan Mels and Grietjie Zeeman. Sustainable Treatment of Waste (water) in Rural Areas of Egypt.
- <http://www.dede.go.th> กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน
- http://www.marinepcd.org/fish_pier/fish_pier2.htm การดำเนินการจัดทำโครงการพัฒนากระบวนการจัดการ น้ำเสียที่มีความเค็ม, ส่วนแหล่งน้ำทะเล

ภาคผนวก

มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
สีกลิ่นและรสของน้ำ	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่ได้กำหนด
อุณหภูมิ	ไม่เกิน 40°C	เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
ความเป็นกรดด่าง	5.5-9.0	pH Meter
บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล. หรือแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 60 มก./ล.	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน
ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล.หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 400 มก./ล.	Potassium Dichromate Digestion
ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 200 มก./ล.	Kjeldahl
ฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี 4-Aminoantipyrine

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 2.0 มก./ล.	Atomic Absorption Spectro Photometry ชนิด Direct Aspiration หรือ วิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
นิกเกิล (Ni)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	
แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	
สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	
แคดเมียม	ไม่เกิน 0.03 มก./ล.	
โครเมียม-ไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium)	ไม่เกิน 0.75 มก./ล.	
โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	
ตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	Atomic Absorption Cold Vapour Techique
ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.005 มก./ล.	
สารหนู (AS)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	Atomic Absorption Spectrophotometry ชนิด Hydride Generation หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
เซเลเนียม (Se)	ไม่เกิน 0.02 มก./ล.	
แบเรียม (Ba)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Atomic Absorption Spectro Photometry ชนิด Direct Aspiration หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัด ศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด	Gas-Chromatography
คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Iodometric Method
ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Spectrophotometry

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 15 มก./ล.	สกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี Pyridine Barbituric Acid
ซัลไฟด์ (Sulfide as H ₂ S)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Titrate
ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	ไม่เกิน 3,000 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล. - น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเลค่าทีดีเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอส ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก./ล.	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 150 มก./ล.	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)