รายงานการวิจัย

โครงการวิจัยเชิงประยุกต์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบ่อดักไขมันบริเวณรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง

Applied Research for Study the Performance of the Grease Traps Around Middle and Lower Songkhla Lake

กมลนาวิน อินทนูจิตร

นัดดา โปดำ

หิรัญวดี สุวิบูรณ์

ขวัญกมล ขุนพิทักษ์

สอแหละ บางูสัน

รายงานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. 2558

ชื่องานวิจัย โครงการวิจัยเชิงประยุกต์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบ่อดักไขมันบริเวณรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง

ผู้วิจัย นายกมลนาวิน อินทนูจิตร หัวหน้าโครงการวิจัย
นางสาวนัดดา โปดำ
นางสาวหิรัญวดี สุวิบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ขวัญกมล ขุนพิทักษ์
นายสอแหละ บางูสัน

คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปี 2558

บทคัดย่อ

จากการศึกษาลักษณะของน้ำเข้าและน้ำออก ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากครัว ร้านอาหาร และวัด ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง พบว่า ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของบ่อดักไขมันทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง มีค่าใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณไขมันก่อนเข้าระบบสำหรับปริมาณไขมันก่อนเข้าระบบบำบัดทั้งสี่แบบ ได้แก่ ถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจาน ถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหาร บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร และ บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 400 ลิตรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.1 1443.5 831 และ 1009 mg/Lซึ่งเป็นค่าที่แตกต่างกันมากเทียบปริมาณน้ำทิ้งกับมาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบุให้ค่าน้ำมันและไขมันไม่เกิน 100 mg/l แล้วพบว่า ปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำออกของถังดักไขมันจากครัวและวัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่น้ำทิ้งจากตลาดสดและร้านอาหารยังมีค่าเกินมาตรฐาน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดแต่ละรูปแบบของถังดักไขมันทั้งสี่รูปแบบ พบว่า ถังดักไขมันแบบดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร และ 400 ลิตรให้ประสิทธิภาพการบำบัดที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับถังดักไขมันประเภทอื่น การนำกากไขมันไปใช้ประโยชน์ มีความเป็นไปได้ที่จะไปทำปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกระบบได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม เท่ากับ 5.47 1.54 และ 4.57 จะเห็นได้ว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียมนั้นมีค่าที่เหมาะสม แต่ในส่วนของฟอสฟอรัสอาจจะจำเป็นต้องเติมฟอสฟอรัสโดยตรงหรือธาตุอาหารเช่น กระดูกป่น หรือ เถ้ากระดูก เป็นต้น สำหรับการ ทำอาหารสัตว์ พบว่าปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้นั้นเพียงพอสำหรับการ ทำอาหารปลาและหมูคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14-36 % เพราะฉะนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการ เป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับอาหารสัตว์ แต่มีปริมาณไขมันจะมีมากจึงอาจจะจำเป็นต้องลดปริมาณไขมันลง แต่จำเป็นต้องคำนวณปริมาณไขมันให้พอดีกับความต้องการของสัตว์ โดยอาจจะต้องเพิ่มวัตถุดิบที่มีโปรตีนให้อยู่ในระดับมาตรฐาน

Research Title Applied Research for Study the Performance of the Grease Traps around middle and lower Songkhla Lake

Researcher Mr. KamonnawinInthanuchit Project Leader
Miss HirunwadeeSuwibul
Miss NaddaPodam
Assist. Prof. KwankamonKunpitak
Mr.SolhaeBangusan

Faculty Seience and technology

Year 2015

Abstract

The study characteristics of influent and effluent wastewater and the efficiency of oil and grease removal in kitchen wastewater, restaurants and temples in the lower and middle part of Songkhla Lake Basin was found that the average efficiency both of rainy season and dry season show similar and no significant differences. The total oil and grease content of all four treatments was Grease traps are installed in homes with sinks, grease trap installed at the food store, the 200 liter pilot grease trap and the 400 liter pilot grease trap were 58.1 1443.5 831 and 1009 mg/l, respectively. Which was significantly different. When compare the effluent standard oil and grease on effluent wastewater not exceeding 100 mg/l. The amount of effluent wastewater of the kitchen and temples in under the standard. However, the effluent from the bazaars and restaurants also exceeds the standard. Comparing the efficiency of each of the four grease traps types, the pilot grease tank on 200L and 400L showed the highest efficiency compared to other grease traps types. For applying oil and grease to use. It is possible to make organic fertilizer because of the nutrients necessary for plant growth and the average values of all systems were nitrogen, phosphorus, and potassium of 5.47, 1.54 and 4.57, respectively.The nitrogen and potassium were found to be suitable but phosphorus is too low which be necessary to add phosphorus directly or nutrients such as bone or ash. For animal feeds, the amount of protein analyzed is sufficient for fish and pork is an average of 14-36%, so it is possible to a source of raw materials for animal feed but with a high fat content, it may be necessary to reduce the amount of fat but it is necessary to calculate the amount of fat to fit the needs of the animals. It may be necessary to add raw material containing protein to the standard level.

กิตติกรรมประกาศ

การทำรายงานวิจัย เรื่องโครงการวิจัยเชิงประยุกต์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบ่อดักไขมันบริเวณรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง โดยได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สัญญาเลขที่ 29/2558

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษาโครงการวิจัยให้คำแนะนำการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาที่กรุณาให้ข้อมูลและเก็บตัวอย่างน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่

ขอขอบคุณอาจารย์บรรจง ทองสร้าง ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา นักวิชาการและเจ้าหน้าที่สำนักงานสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ทุกท่าน ที่ช่วยให้คำแนะนำอำนวยความสะดวกตลอดจนให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัยจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดียิ่ง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบคุณเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับความช่วยเหลือจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เกี่ยวข้องหลายท่านในการทำงานวิจัยจนประสบผลสำเร็จ จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสงขลา ที่ให้โอกาสในการร่วมออกแบบและติดตั้งระบบบ่อดักไขมัน รวมถึงการลงพื้นที่เพื่อชี้แจงชุมชน การใช้ประโยชน์ระบบบ่อดักไขมันทั้งก่อนและหลังการติดตั้งตลอดโครงการ

สำหรับประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบให้แก่ผู้สนใจข้อมูลปริมาณภาระสารอินทรีย์ น้ำมันและไขมันของชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง โดยเฉพาะ โรงครัวขนาดใหญ่ของวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลไปสู่การปรับปรุงแนวทางการลดปริมาณสารอินทรีย์ ไขมันและน้ำมัน โดยอาศัยการประเมินและวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำเสีย ก่อนและหลังการบำบัดโดยบ่อดักไขมันที่ติดตั้งรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง

นายกมลนาวิน อินทนูจิตร
นางสาวนัดดา โปดำ
นางสาวหิรัญวดี สุวิบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ขวัญกมล ขุนพิทักษ์
นายสอแหละ บางูสัน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
พฤษภาคม 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1ความสำคัญ และที่มาของหัวข้องานวิจัย	1
1.2วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
1.5 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	3
1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย	3
บทที่ 2 ทฤษฎี	4
2.1 ทฤษฎีของไขมันและน้ำมัน	4
2.1.1 องค์ประกอบและพื้นฐานของน้ำมัน	4
2.2 การจำแนกประเภทของน้ำมันและไขมัน	7
2.2.1 ลิปิดอย่างง่าย	7
2.2.2 ลิปิดเชิงประกอบ	7
2.2.3 อนุพันธ์ของลิปิด	7
2.2.4 ลิปิดเบ็ดเตล็ด	7
2.3 ลักษณะสมบัติของไขมันและน้ำมัน	7
2.3.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพ	7
2.3.2 ลักษณะสมบัติทางเคมี	8
2.3.3 ลักษณะสมบัติทางฟิสิกส์	8
2.4 ผลกระทบของน้ำมันที่ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม	10
2.4.1 ผลกระทบทางด้านกายภาพ	10

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.2 ผลกระทบด้านชีวภาพ 10
2.4.3 ผลกระทบด้านเศรษฐกิจสังคม 11
2.5 ทฤษฎีการกำจัดน้ำมันและไขมัน 11
2.5.1 วิธีการทางกายภาพ 11
2.5.2 วิธีการทางเคมี 12
2.5.3 วิธีการทางชีววิทยา 12
2.6 สมบัติของน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ 13
2.7 มาตรฐานน้ำมันและไขมันบริโภค 13
2.8 การลดปริมาณน้ำมันและไขมัน ณ แหล่งกำเนิด 15
2.9 บ่อดักไขมัน 16
2.9.1 พัฒนาการของถังดักไขมัน 16
2.9.2 ส่วนประกอบของถังดักไขมัน 18
2.9.3 หลักการทำงานของถังดักไขมัน 18
2.9.4 การใช้งานและดูแลรักษาถังดักไขมัน 19
2.10 การจัดการน้ำมันและไขมัน 19
2.11 ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา 21
2.12 สภาวะบ่งชี้การเกิดปัญหายูโทรฟิเคชั่นในทะเลสาบสงขลา 24
2.13 สถานการณ์การจัดการไขมันและน้ำมันของชุมชนรอบทะเลสาบ สงขลาตอนกลางและตอนล่าง 25
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27
บทที่ 3วิธีดำเนินการวิจัย 29
3.1 ขั้นตอนการวิจัย 29
3.1.1 วิธีการดำเนินการวิจัย 29
3.1.2 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล 35
บทที่ 4ผลการทดลองและวิจารณ์ผล 36
4.1 การสำรวจระบบบ่อดักไขมันในชุมชนรอบทะเลสาบสงขลา ตอนกลางและตอนล่าง 36
4.1.1. พื้นที่ SK1 สะพานบ้านปากพล อ.บางแก้ว จ.พัทลุง 36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.2. พื้นที่ SK2 สะพานปากคลองป่าบอน อ.ปากพะยูน จ.พัทลุง	38
4.1.3 พื้นที่ SK3 ต.ปากรอ อ.สิงหนคร จ.สงขลา	39
4.1.4 พื้นที่ SK4 แหลมโพธิ์ ต.คูเต่า อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	43
4.1.5 SK5 ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา	45
4.2รายงานผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและกากตะกอน	49
4.3 องค์ประกอบต่างๆ ในกากไขมัน	56
4.4 การมีส่วนร่วมและการยอมรับบ่อดักไขมันของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง	57
4.4.1 สภาพการณ์ก่อนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	57
4.4.2 กระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น	58
4.4.3 ความรู้ ความเชี่ยวชาญที่ใช้ในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น	59
4.4.4 การประเมินผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	60
4.4.5 แนวทางการติดตามและธำรงรักษาพัฒนาการที่เกิดขึ้นในคงอยู่ต่อไป	60
บทที่ 5สรุปและข้อเสนอแนะ	62
5.1 สรุปผลการศึกษา	62
5.2 ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารอ้างอิง	64
ประวัติคณะผู้วิจัย	65

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกากไขมัน 15
รูปที่ 2.2 การจัดการน้ำเสียจากบ้านเรือนสำหรับชุมชนที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวม 15
รูปที่ 2.3 ถังดักไขมันแบบเทคอนกรีตในที่ 16
รูปที่ 2.4 แสดงถังดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์ 17
รูปที่ 2.5 ถังดักไขมันสำเร็จรูป 18
รูปที่ 2.6 ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา 23
รูปที่ 2.7 สภาวะบ่งชี้การเกิดยูโทรฟิเคชั่นในทะเลสาบ 25
รูปที่ 2.8 สภาวะบ่งชี้การเกิดยูโทรฟิเคชั่นในทะเลสาบสงขลา 25
รูปที่ 3.1 การสำรวจระบบบำบัดบ่อดักไขมันแบบนำร่องในการตรวจสอบ จำนวน 5 พื้นที่ๆ รวม 16 แห่งได้แก่ 1.พื้นที่ SK1 สะพานบ้านปากพล อ.บางแก้ว จ.พัทลุง 2.พื้นที่ SK2 สะพานคากคลองป่าบอน อ.ปากพะยูน จ.พัทลุง 3.พื้นที่ SK3 ต.ปากรอ อ.สิงหนคร จ.สงขลา 4.พื้นที่ SK4 แหลมโพธิ์ ต.คูเต่า อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 5. พื้นที่ SK5 ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา 30
รูปที่ 3.2 รายละเอียดระบบบ่อดักไขมันขนาดเล็กสำหรับวางใต้ซิงค์ 31
รูปที่ 3.3 รายละเอียดระบบบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร (GT-200) และ 400 ลิตร (GT-400) 33-34
รูปที่ 4.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ SK1 จากบ่อดักไขมันครัวเรือน บริเวณ อ.บางแก้ว จ.พัทลุง 36
รูปที่ 4.2 ลักษณะชุมชนและจุดเก็บตัวอย่าง SK1 จากถังดักไขมัน บริเวณ อ.บางแก้ว จ.พัทลุง 37
รูปที่ 4.3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อดักไขมันตลาดสดและชุมชน บริเวณ อ.ปากพะยูน จ.พัทลุง 38
รูปที่ 4.4 พื้นที่ SK2 บริเวณตลาดสดและบ่อดักไขมันแบบซีเมนต์บริเวณตลาดสด อำเภอปากพะยูน 38-39
รูปที่ 4.5 จุดเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อดักไขมันจากโรงครัววัดขนาดใหญ่ บริเวณปากรอ จ.สงขลา 40
รูปที่ 4.6 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ SK31 จากบ่อดักไขมันจากโรงครัววัดบ่อหว้า 40-41
รูปที่ 4.7 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ SK32 จากบ่อดักไขมันจากโรงครัววัดแหลมจาก 41-42
รูปที่ 4.8 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ SK33 จากบ่อดักไขมันจากโรงครัววัดป่าขาด 42-43
รูปที่ 4.9 จุดเก็บตัวอย่างน้ำจากจากบ่อดักไขมันในร้านอาหารและบ้านเรือน SK4 บริเวณแหลมโพธิ์ จ.สงขลา 44
รูปที่ 4.10 จุดเก็บตัวอย่าง SK4 จากบ่อดักไขมันจากครัวเรือนและร้านอาหารบริเวณแหลมโพธิ์ 44-45

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.11 จุดเก็บตัวอย่าง SK5 จากบ่อดักไขมันจากวัด บริเวณเกาะยอ 46
รูปที่ 4.12 บริเวณบ่อดักไขมัน SK51 วัดแหลมพ้อ 46
รูปที่ 4.13 บริเวณบ่อดักไขมัน SK52 วัดโคกเปี้ยว 47
รูปที่ 4.14 บริเวณบ่อดักไขมัน SK53 และ SK54 วัดท้ายยอ 48-49
รูปที่ 4.15 ภาพถ่ายด้วยโดรนบริเวณ ปลากะพงตายเฉียบพลัน 57
รูปที่4.16 สภาพการก่อนติดตั้งบ่อดักไขมันบริเวณลานครัววัดในพื้นที่เกาะยอ 58
รูปที่ 4.17 โครงการความเชื่อมโยงกับพฤติกรรมเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา (พื้นที่เกาะยอ) 58
รูปที่ 4.18 การติดตั้งบ่อดักไขมันนำร่อง ณ พื้นที่ทะเลสาบตอนกลางและตอนล่าง 59
รูปที่ 4.19 ลงพื้นที่บรรยายการดูแลและใช้ประโยชน์จากบ่อดักไขมัน ณ ชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง 61

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 กรดไขมันอิ่มตัว 9
ตารางที่ 2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 1 บอนด์คู่ 9
ตารางที่ 2.3 กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีมากกว่า 1 บอนด์คู่ 9
ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบน้ำมันและไขมันจากร้านอาหาร 14
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดระบบบ่อดักไขมันขนาดเล็กสำหรับวางใต้ซิงค์ 31
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดระบบบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร (GT-200) และ 400 ลิตร (GT-400) 32
ตารางที่ 3.3 อุปกรณ์และวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (APHA/AWWA/WEF, 2005) 34
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์น้ำเสีย ในระบบบ่อดักไขมันบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างในฤดูแล้ง 50
ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์น้ำเสีย ในระบบบ่อดักไขมันบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างในฤดูฝน 51
ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการบำบัดในระบบบ่อดักไขมันบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างในฤดูแล้ง 52
ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพการบำบัดในระบบบ่อดักไขมันบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างในฤดูฝน 53
ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบการบำบัดไขมันตามรูปแบบถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจาน ถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหาร และ บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร (GT-200) และ 400 ลิตร (GT-400) 55
ตารางที่ 4.6 สรุปค่าปริมาณสารอาหารและองค์ประกอบที่สำคัญที่มีอยู่ในกากไขมัน (Scum) 56

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความสำคัญ และที่มาของหัวข้องานวิจัย

ทะเลสาบสงขลาเป็นระบบทะเลสาบแบบลากูน (Lagoon) แห่งเดียวของประเทศไทย มีพื้นที่ประมาณ 1,046 ตร.กม. โดยเป็นแอ่งรองรับน้ำจืดขนาดใหญ่ทั้งจากน้ำฝน น้ำจืดจากลำคลองธรรมชาติ และน้ำหลากจากแผ่นดิน และมีน้ำเค็มจากทะเลอ่าวไทยไหลเข้ามาผสมผสาน ลักษณะทางกายภาพของทะเลสาบสงขลาจะมีลักษณะคอดเป็นตอนๆ แบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน คือ 1.ทะเลน้อย 2.ทะเลสาบตอนบนหรือทะเลหลวง 3.ทะเลสาบตอนกลางหรือทะเลสาบ 4.ทะเลสาบตอนล่างหรือทะเลสาบสงขลา สภาพปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติในทะเลสาบสงขลามีประเด็นปัญหาที่สำคัญ 3 ด้าน คือ ปัญหาตะกอนและการตื้นเขินของทะเลสาบสงขลา ปัญหาการรุกตัวของน้ำเค็ม และปัญหาคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาด้านการจัดการคุณภาพน้ำของชุมชนบริเวณรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง

สภาพทางกายภาพของทะเลสาบสงขลาเป็นระบบทะเลสาบตื้นมีทางเปิดออกทะเลเพียงทางเดียว การไหลเวียนของน้ำในทะเลสาบสงขลาเกิดจากอิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลงและน้ำท่าเป็นหลัก โดยน้ำขึ้นน้ำลงจะทำให้กระแสน้ำไหลแรงโดยเฉพาะช่วงทะเลสาบตอนล่างบริเวณปากรอ ส่วนกระแสน้ำในทะเลน้อยและทะเลสาบตอนบนค่อนข้างนิ่งเนื่องจากเป็นกระแสน้ำที่เกิดจากน้ำท่าที่ไหลออกจากลำคลอง เมื่อคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลาเสื่อมลงโทรมลง การฟื้นตัวโดยธรรมชาติจึงเป็นไปได้ช้า ซึ่งผลจากการตรวจวัดคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลาของกรมควบคุมมลพิษระหว่าง พ.ศ.2534-2547 พบว่า คุณภาพน้ำโดยทั่วไปจัดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พอใช้ตลอดปีและบริเวณตอนกลางทะเลสาบสงขลาจัดอยู่ในเกณฑ์ดีถึงพอใช้ แต่บริเวณปากรอจัดอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมตลอดทั้งปี ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณโดยรอบเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ส่วนใหญ่มีการระบายโคลนเลนและสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง แหล่งกำเนิดที่สำคัญของมลพิษที่ระบายลงสู่ทะเลสาบสงขลา ได้แก่ น้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์มเลี้ยงสุกรนากุ้ง และพื้นที่เกษตรกรรมโดยรอบซึ่งไม่สามารถระบุแหล่งได้ชัดเจน สารอินทรีย์เหล่านี้ไม่สามารถถูกชะพาออกสู่อ่าวไทยได้หมดในรอบน้ำขึ้นน้ำลงหนึ่งๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะตกตะกอนบนพื้นท้องน้ำและถูกย่อยสลายเปลี่ยนรูปจากสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์โดยแบคทีเรีย ทำให้เกิดปัญหายูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) โดยพืชน้ำจะเจริญเติบโตแพร่ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว และส่งผลกระทบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำต่อไป

เนื่องจากน้ำเสียมีแหล่งที่มาแตกต่างกันจึงทำให้มีปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียแตกต่างกันไปด้วยในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำเสียจำเป็นจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับกรรมวิธีในการปรับปรุงซึ่งน้ำเสียแบบแหล่งกำเนิดแบบทราบที่ของน้ำเสียจากชุมชน ได้แก่น้ำเสียจากห้องน้ำและน้ำเสียจากครัวเรือน โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นจากครัวเรือน คือ การลดปริมาณน้ำมันและไขมัน

จากครัวเรือนก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำหากน้ำมันและไขมันปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำย่อมก่อให้เกิดปัญหามากมายทั้งทำให้ท่อระบายน้ำอุดตัน เกิดกลิ่นเน่าเหม็นภายในท่อและน้ำเน่าเสียและเมื่อไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาสามารถครอบคลุมผิวหน้าน้ำก่อให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและพืชน้ำในทะเลสาบสงขลาอย่างยิ่ง

ในปัจจุบันมีการขยายของชุมชนบริเวณรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและเด่นชันอย่างเด่นชัด ทั้งในด้านของเกษตรกรรม ชุมชน รวมถึงวัดขนาดใหญ่ริมทะเลสาบสงขลาซึ่งมีโรงครัวขนาดใหญ่แต่ยังขาดระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่ทะเลสาบสงขลา ซึ่งทางหน่วยงานรัฐได้แก่ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสงขลา องค์การบริหารการปกครองส่วนท้องถิ่นได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกของผลกระทบที่เกิดขึ้นในทะเลสาบสงขลา อาทิเช่น ปัญหาการจัดการน้ำเสียชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัญหาด้านการจัดการไขมันและน้ำมันลงสู่แหล่งน้ำ โดยได้ดำเนินร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ซึ่งผู้วิจัยได้ส่วนร่วมในการออกแบบและติดตั้งตลอดจนการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านการจัดการไขมันและน้ำมันแก่ชุมชนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างได้แก่ วัดแหลมพ้อ วัดโคกเปรี้ยว และวัดท้ายยอ ในปี พ.ศ.2557 และชุมชนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลางได้แก่ วัดแหลมจาก วัดป่าขาด และ วัดบ่อหว้า ในปี พ.ศ. 2558 ตลอดโครงการดังกล่าว

ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาประสิทธิภาพของบ่อดักไขมันบริเวณรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างตลอดจนการประเมินศักยภาพการรองรับสารอินทรีย์ ไขมันและน้ำมันของทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างเพื่อเป็นข้อมูลให้สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสงขลาและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างได้อย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาวิจัยเชิงประยุกต์นี้มีเป้าหมายให้เกิดองค์ความรู้ที่บูรณาการภายใต้การวิเคราะห์องค์ประกอบและปัจจัย ตัวแปรต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยการมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1.2.1สำรวจระบบบ่อดักไขมันซึ่งปรากฏในปัจจุบันในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

1.2.2 ตรวจสอบปริมาณภาระสารอินทรีย์ น้ำมันและไขมันของชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง โดยเฉพาะ โรงครัวขนาดใหญ่ของวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

1.2.3นำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์จากกากไขมันโดยอาศัยการประเมินและวิเคราะห์องค์ประกอบกากไขมันในบ่อดักไขมันที่ติดตั้งรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างทุกรูปแบบ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ถ่ายองค์ความรู้ผ่านวิชาที่เกี่ยวข้องการการเรียนการสอนในหลักสูตรในรายวิชา 4453207 การจัดการทะเลสาบสงขลา รายวิชา 4453205 การจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง รายวิชา 4453310 เทคโนโลยีสะอาดทั้งในส่วนของการจัดและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

1.3.2 สามารถนำผลวิจัยนำเสนอต่อชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาเพื่อระดมความเห็นในการช่วยป้องกันการระบายน้ำเสีย ไขมัน น้ำมัน ลงทะเลสาบ ซึ่งจะส่งผลให้ทะเลสาบตื้นเขินได้

1.3.3. นำเสนอผลผลงานวิจัยในรูปแบบเอกสารวิขาการเพื่อให้ส่วนร่วมเข้าบริบทของการจัดการน้ำเสียรอบทะเลสาบสงขลาและพัฒนาเป็นโครงการสร้างความร่วมกับองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นและหน่วยงานรัฐต่อไป

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ โดยเน้นพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เป็นหลัก มีกรอบการวิจัย มุ่งเน้นเพื่อศึกษาถึงภาระสารอินทรีย์ น้ำมันและไขมันของชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง

1.5 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

บ่อดักไขมันบริเวณชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาและศักยภาพการรองรับสารอินทรีย์ไขมันและน้ำมันของทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างที่แตกต่างกัน โดยกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามดังนี้

1.5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ระบบบ่อดักไขมันของโรงครัววัดร อบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง

1.5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์ ไขมันและน้ำมันจากระบบบ่อดักไขมัน ศักยภาพการรองรับสารอินทรีย์ ไขมันและน้ำมันของทะเลสาบสงขลา

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

1.6.1 การถ่ายทอดความรู้แก่สถานศึกษาต่างๆ ที่ตั้งอยู่รอบทะเลสาบสงขลา

1.6.2 การถ่ายทอดความรู้แก่ชุมชนและองค์การบริหารส่วยท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสียและการใช้ประโยชน์จากของเสียรอบทะเลสาบ

1.6.3 การถ่ายทอดความรู้แก่กรมทรัพยากรน้ำและสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1.6.4 การถ่ายทอดความรู้แก่รีสอร์ท ตลาดสด ร้านอาหาร วัด โรงเรียน หน่วยงานราชการ ชุมชนที่ตั้งอยู่รอบทะเลสาบสงขลา

บทที่ 2
ทฤษฎี

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งจากเอกสารตำราและงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์และเป็นไปตามความมุ่งหมายของงานวิจัยที่ตั้งไว้ โดยคณะผู้วิจัยขอเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น ทฤษฎีของน้ำมันและไขมัน องค์ประกอบและพื้นฐานของน้ำมันและไขมัน การจำแนกประเภทของน้ำมันและไขมัน ลักษณะสมบัติของน้ำมันและไขมัน ผลกระทบของน้ำมันและไขมัน ทฤษฎีการกำจัดน้ำมันและไขมัน สมบัติของน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ การลดปริมาณน้ำมันและไขมัน ณ แหล่งกำเนิดบ่อดักไขมัน ลักษณะน้ำเสียจากอาคารและภัตตาคาร การนำกากไขมันไปใช้ประโยชน์ ชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง ศักยภาพการรองรับสารอินทรีย์ ไขมันและน้ำมันของทะเลสาบสงขลา และเอกสารการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

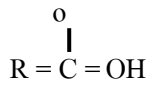
2.1 ทฤษฎีของไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมัน (oil & grease) หมายถึง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เอสเทอร์น้ำมัน ไขมัน ขี้ผึ้ง กรดไขมันที่มีโมเลกุลสูง ๆ และสารอื่น ๆ ที่สามารถละลายได้ในตัวทำละลาย (นุรฮายา ตี แมเราะ, 2540) น้ำมันและไขมัน หรือ ลิปิด (lipid) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ได้จากสิ่งมีชีวิตที่มี สมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) เช่น คลอโรฟอร์ม เบนซิน อีเทอร์ แอลกอฮอล์ และคาร์บอนเตตระคลอไรด์ เป็นต้น ลิปิดทำหน้าที่เป็น โครงสร้างของเยื่อเซลล์ เป็นสารที่สะสมพลังงาน และทำหน้าที่อื่น ๆ ที่สำคัญในการดำรงชีวิต วิตามินที่ละลายในไขมัน 4 ชนิด คือ วิตามิน A D E และ K ต่างก็เป็นอนุพันธ์ของลิปิด ลิปิดบางชนิดอยู่ร่วมกับโปรตีน ได้แก่ ไลโปรโปรตีนในน้ำเลือด ซึ่งทำหน้าที่ขนส่งลิปิดทางกระแสโลหิตไปสู่ ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ลิปิดเป็นชื่อของกลุ่มชีวะโมเลกุลที่มีสมบัติร่วมกัน คือ การไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดี ในตัวทำละลายอินทรีย์ เมื่อพิจารณาโครงสร้างโมเลกุลของลิปิด พบว่า ส่วนใหญ่ของโครงสร้าง เป็นไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ซึ่งมีสมบัติสำคัญ คือ ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) ด้วยเหตุนี้ ลิ ปิดจึงไม่ละลายน้ำ ลิปิดบางชนิดมีโครงสร้างบางส่วนที่แสดงถึงประจุ หรือความมีขั้ว (polarity) หมู่เหล่านี้มีความชอบน้ำ(hydrophilic)ทำให้ลิปิดกลุ่มนี้มีทั้งชอบน้ำและไม่ชอบน้ำอยู่ในโมเลกุล เดียวกัน เรียกโมเลกุลประเภทนี้ไว้ว่า แอมฟิไลท์ (amphilite)

2.1.1 องค์ประกอบและพื้นฐานของน้ำมัน

น้ำมันและไขมันประกอบด้วยไขมันเป็นหลัก น้ำมันและไขมันบางชนิดประกอบด้วยสารอื่นที่ทำให้โมเลกุลของไขมันและน้ำมันมีสมบัติแตกต่างกันไป (นรินทร์ ทองสิริ, 2539) คือ กรดไขมัน (fatty acid) กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมัน และไขมันเป็นกรด อินทรีย์ที่มีไฮโดรคาร์บอนสายตรงและประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอน 4 – 24 อะตอม เรียงต่อ กัน ด้วยพันธะคาร์บอนและมีหมู่คาร์บอกซิล

1 หมู่ เป็นหมู่ฟังก์ชันอยู่ที่ปลายด้านหนึ่งในธรรมชาติ พบกรดไขมันอิสระได้น้อยมาก เพราะส่วนใหญ่กรดไขมันจะรวมตัวตัวด้วยพันธะเอสเทอร์



สูตรโครงสร้างทั่วไปของกรดไขมันที่มา: นรินทร์ทองสิริ, 2539

กรดไขมันสามารถจำแนกตามสมบัติของสายไฮโดรคาร์บอนเป็น 2 ชนิด คือ กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) หมายถึง กรดไขมันที่สายไฮโดรคาร์บอนเป็นอัลเคน(alkane) ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนที่จับกันด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด เช่น กรดลอริก และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) หมายถึง กรดไขมันที่สายคาร์บอนเป็นอัลเคน ซึ่งมีอะตอมของ คาร์บอนบางอะตอมที่จับกันด้วยพันธะคู่ จำแนกย่อยออกตามลักษณะโครงสร้างและจำนวนพันธะคู่ ในโมเลกุลเป็น 3 พวก คือ กรดไขมันที่มีพันธะคู่ 1 คู่ กรดไขมันที่พันธะคู่มากกว่า 1 คู่ และสารพวกไอโคซานอยด์ (eicosanoid)

- กลีเซอรอลหรือกลีเซอรีน (glycerol) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของน้ำมันและไขมัน ควบคู่กับกรดไขมันกลีเซอรอลเป็นแอลกอฮอล์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล 3 หมู่ หมายความว่าน้ำมันและ ไขมันเป็นเอสเทอร์ของแอลกอฮอล์ชนิดนี้ จึงเรียกน้ำมันและไขมันว่า กลีเซอไรด์ (glyceride) ซึ่ง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามจำนวนโมเลกุลของกรดไขมัน ดังนี้

- โมโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) คือ กลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมัน1โมเลกุล จับอยู่ที่หมู่ไฮดรอกซิลของกลีเซอรอลตำแหน่งใดก็ได้เพียง 1 หมู่

- ไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) คือ กลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมัน 2 โมเลกุล จับ อยู่ที่หมู่ไฮดรอกซิลของกลีเซอรอลตำแหน่งใดก็ได้เพียง 2 หมู่

- ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) คือ กลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมัน 3 โมเลกุล จับ อยู่ที่หมู่ไฮดรอกซิลของกลีเซอรอลตำแหน่งใดก็ได้เพียง 3 หมู่

- สารประกอบอื่นๆ ไขมันธรรมดาอาจมีสารประกอบอื่นๆ อยู่ด้วย เช่นไกลโคไลปิด หรือเซเลโบไซต์

- อนุพันธ์ของไขมันเป็นสารประกอบที่ได้จากการไฮโดรไลซ์ไขมัน

-ไขมันอื่น ๆ เช่น สารประกอบคาโรทีน

น้ำมันและไขมันเป็นเอสเทอร์ที่เกิดจากกรดไขมันทำปฏิกิริยากับกลีเซอรอลน้ำมันที่เกิดจากกรดไขมันเข้าทำปฏิกิริยากับไฮดรอกซิล (-OH) ในกลีเซอรอลทั้ง 3 กลุ่ม เรียกว่าTriglyceride น้ำมันบางชนิดเกิดจากกรดไขมันเข้าทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิลในกลีเซอรอล1 หมู่ หรือ 2 หมู่ เรียกว่า

Monoglycerideและ Diglyceride ตามลำดับ แต่น้ำมันที่พบมากที่สุดในธรรมชาติเป็น Triglyceride ถ้ามีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า ไขมัน (Fat) แต่หากมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องจะเรียกว่า น้ำมัน (Oil) ทั้งไขมันและน้ำมันมีสมบัติเป็นไฮโดรโฟบิก (Hydrophobic) คือไม่ชอบน้ำกรดไขมันเป็นกรดอินทรีย์สายตรงที่มีหมู่คาร์บอกซิล 1 หมู่ (Straight chainaliphatic monocarboxylic acid) มีสูตรโมเลกุลเป็น R-COOH โดย R- คือ หมู่แอลคิล (Alkyl) ในโมเลกุลของกรดไขมัน มีสมบัติไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) แต่จะละลายได้ในน้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดที่ไม่มีโพลาร์ และหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) มีสมบัติชอบน้ำ (Hydrophilic)สามารถแตกตัวออกได้เป็นประจุลบ (Anionic carboxylate) จึงทำให้โมเลกุลของกรดไขมันมีทั้งส่วนที่ละลายได้ในน้ำและน้ำมัน

กรดไขมันที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่ มีจำนวนคาร์บอน 4-24 อะตอม ซึ่งอาจเป็นโซ่ยาวที่อิ่มตัว ซึ่งมักพบจำนวนคาร์บอนอะตอมเป็นเลขคู่ หรือเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยมีพันธะคู่อย่างน้อย 1 คู่ กรดไขมันแต่ละชนิดมีความยาวของสายไฮโดรคาร์บอน ตำแหน่ง และจำนวนของพันธะไม่อิ่มตัวไม่เท่ากัน จึงจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid) คือ กรดไขมันชนิดนี้มีสูตรทั่วไปเป็น CnH2O2 หรือ CnH2n+1COOH เป็นกรดไขมันที่ในโมเลกุลมีจำนวนไฮโดรเจนอะตอมอยู่เต็มที่ไม่สามารถรับไฮโดรเจนอะตอมได้อีก หรือพันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด(ภาพที่ 2.1 ก) กรดไขมันชนิดอิ่มตัวที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยที่สุด คือ กรดบิวทิริก (คาร์บอน4 อะตอม) เป็นกรดไขมันที่ละลายได้ดีในน้ำและระเหยได้ง่าย กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่6-10 อะตอม ละลายน้ำได้เพียงเล็กน้อยและยังระเหยได้ ส่วนกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่12 อะตอม ขึ้นไปไม่ละลายน้ำ กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลต่ำกว่า 10 อะตอม จะเป็นของเหลวที่อุณภูมิห้อง ส่วนกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 10 อะตอม ขึ้นไปจะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง

- กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) คือ กรดไขมันที่โมเลกุลไฮโดรเจนอะตอมน้อยกว่าปกติ หรือพันธะในโมเลกุลระหว่างคาร์บอนอะตอมมีพันธะคู่อยู่อย่างน้อย 1 พันธะ กรดไขมันนี้มีจำนวนไฮโดรเจนอะตอมไม่เป็นไปตามสูตร CnH2n+1COOH กรดไขมันที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่มีจำนวนคาร์บอนเป็นเลขคู่ คือ ประมาณ14-22 อะตอม ที่พบมากเป็นกรดไขมันที่มีคาร์บอน 16 หรือ 18 กรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ คือ กรดพาล์มิติก (Palmitic acid, C16:0) และกรดลอริก (Lauric acid, C12:0) ตามลำดับส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบมากที่สุด คือ กรดไลโนลีอิก (Linoleic acid, C18:2) ระดับความไม่อิ่มตัวขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะคู่ในสายไฮโดรคาร์บอนของกรดไขมันนั้น กรดไขมันไม่อิ่มตัวมีเสถียรภาพต่ำและเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างรวดเร็ว ในกรดไขมันที่มีจำนวนพันธะคู่เพียงหนึ่งพันธะ (Mono-unsaturated fatty acid) จะไม่มีบทบาทอะไรกับปริมาณคอเลส เทอรอลในเลือด แต่ถ้าเป็นกรดไขมันชนิดที่มีพันธะคู่มากกว่า 2 พันธะ จัดเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (Polyunsaturated fatty acid) หากพันธะคู่ในสายไฮโดรคาร์บอนนั้นถูกคั่นด้วยคาร์บอนอะตอมมากกว่า 2 อะตอมขึ้นไป จัดเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวแบบ

Non conjugated และถ้าพันธะคู่ถูกคั่นด้วยคาร์บอนเพียงหนึ่งอะตอมอย่างสม่ำเสมอในสายคาร์บอน จัดเป็น Conjugatedfatty acid ส่วน Configuration ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นไปได้ทั้งแบบซีสและทรานส์

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง มีความสำคัญต่อร่างกายมากที่สุด คือช่วยลดปริมาณคอเลสเทอรอลในเลือด ช่วยการทำงานของอวัยวะสำคัญของร่างกาย ช่วยสร้างเซลล์ขึ้นใหม่ เป็นกรดไขมันที่ส่วนใหญ่ได้จากพืชและปลา กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่สำคัญและจำเป็นต่อร่างกาย คือกรดไลโนลีอิก กรดไลโนลีนิก (Linolenic acid, C18:3) และกรดอราชิโดนิก (Arachidonic acid,C20:4) (สมพงศ์, 2536)

2.2 การจำแนกประเภทของน้ำมันและไขมัน

2.2.1 ลิปิดอย่างง่าย (sample lipid) ลิปิดกลุ่มนี้เป็นเอสเทอร์ที่เกิดจากการรวมตัวกันระหว่างกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ จำแนกย่อยตามชนิดของแอลกอฮอล์ได้ 2 ชนิด คือ น้ำมันและไขมันกับไขมันและน้ำมันที่เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับกลีเซอรอลซึ่งมีอยู่เพียงชนิดเดียว คือ ไทรแอซิลกลีเซอรอล มักเรียกว่าไขมันหรือน้ำมันนั้นเป็นการเรียกไทรแอซิลกลีเซอรอลตามสถานะทางกายภาพ โดยจะเรียกว่าไขมันเมื่อไทรเอซิลกลีเซอรอลเป็นของแข็งในอุณหภูมิปกติ จะเรียกว่าน้ำมัน เมื่อไทรเอซิลกลีเซอรอลอยู่ในสถานะของเหลวที่อุณหภูมิปกติ ไทรเอซิลกลีเซอรอล เป็นลิปิดที่พบมากในธรรมชาติ ส่วนไข หมายถึงสารประกอบของเอสเทอร์ของกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ๆ ชนิดอื่นที่ไม่ใช่กลีเซอรอล ลิปิดพวกนี้พบได้น้อยในธรรมชาติ

2.2.2 ลิปิดเชิงประกอบ (compound lipid) ลิปิดพวกนี้นอกจากประกอบขึ้นจากกรดไขมันและแอลกอฮอล์แล้ว ยังมีหมู่สารประกอบอื่นๆ มาร่วมด้วย ตัวอย่างเช่น ฟอสฟอไลปิด (phospholipid)ไกลโคไลปิด (glycolypid) เป็นต้น

2.2.3 อนุพันธ์ของลิปิด (derived lipid) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสลายลิปิดอย่างง่าย หรือลิปิดเชิงประกอบที่ยังมีสมบัติความเป็นลิปิดอยู่ ตัวอย่างเช่น ไดเอซิลกลีเซอรอล(diacylglycerol) เป็นอนุพันธ์ที่ได้จากการย่อยไทรเอซิลกลีเซอรอล

2.2.4 ลิปิดเบ็ดเตล็ด (miscellaneous lipid) หมายถึง ลิปิดที่ไม่สามารถจำแนกเข้ากลุ่มใดๆในสามกลุ่มข้างต้นได้ ลิปิดกลุ่มเหล่านี้ ได้แก่ อลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (aliphatic hydrocarbon)สารประกอบเทอร์ฟีน (terpene) และสเตอรอยด์ (steroid)

2.3 ลักษณะสมบัติของไขมันและน้ำมัน

2.3.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพ

-ไขมันที่บริสุทธิ์จะมีสีขาวแต่น้ำมันที่บริสุทธิ์ไม่มีสี ส่วนไขมันที่มีสีเหลืองสีส้มเนื่องจากแคโรทีนและสารอื่นๆ ที่คล้ายกันเล็กน้อยมีปะปนอยู่ด้วย

- มีลักษณะเหนียวและลื่นเหนอะเมื่อจับต้อง

- ไม่ละลายในน้ำและแอลกอฮอล์ที่เย็น แต่สามารถทำละลายได้เพียงเล็กน้อยในแอลกอฮอล์ที่ร้อน ละลายได้ดีในคลอโรฟอร์ม อีเทอร์ คาร์บอนเตตระคลอไรด์และ ปิโตอีเทอร์

-ไขมันจะหลอมละลายเมื่อได้รับความร้อน ไขมันจะค่อยๆ อ่อนตัวหลอมละลาย ทั้งนี้เพราะไขมันประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิดจุดหลอมเหลวของไขมันขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่อยู่ในไขมัน กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะมีจุดหลอมเหลวต่ำ ยิ่งมีจำนวนพันธะมากในโมเลกุล จุดหลอมเหลวก็ยิ่งต่ำ กรดไขมันอิ่มตัวมีโมเลกุลยาวจะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่า กรดไขมันชนิดอิ่มตัวโมเลกุลสั้น (สมเดช ใจเพ็ชร์, 2543)

2.3.2 ลักษณะสมบัติทางเคมี

ไขมันเป็นสารประกอบของอินทรีย์สาร (organic) ซึ่งประกอบด้วย คาร์บอนไฮโดรเจนและออกซิเจนคล้ายกับคาร์โบไฮเดรต แต่สัดส่วนต่างกัน คือ ออกซิเจนต่ำหรือมีคาร์บอนและไฮโดรเจนสูงกว่าที่มีอยู่ในคาร์โบไฮเดรต โมเลกุลของไขมันเป็นเอสเทอร์และกลีเซอรอล (glycerol)ที่โดยทั่วๆ ไปเรียกว่า กลีเซอไรด์ (glyceride) หรือกลีเซอรีน (glycerine) โดยไขมันในแต่ละโมเลกุลประกอบด้วย กลีเซอรอล ($C_3H_5(OH)_3$) 1 โมเลกุล และ กรดไขมัน (fatty acid) 3 โมเลกุลกรดไขมันนั้นอาจจะเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างกันก็ได้ในการรวมตัวของกลีเซอรอลกับกรดไขมันนั้นเกิดขึ้นโดยหมู่ไฮดรอกซิลแต่ละหมู่ในโมเลกุลของกลีเซอรอล จะควบแน่นกับหมู่คาร์บอกซิลของกรดไขมัน แล้วได้โมเลกุลของไขมัน กรดไขมันที่มาควบแน่นด้วยนั้นอาจมีคาร์บอนในโมเลกุลเพียง4 อะตอม หรืออาจมีคาร์บอนมากกว่านั้นไปจนถึง 24 อะตอมก็ได้ และอาจเป็นกรดไขมันที่อิ่มตัวเต็มที่หรืออาจมีคาร์บอนคู่ตั้งแต่ 1-5 แห่งอยู่ที่ตำแหน่งไหนก็ได้ และโดยธรรมชาติแล้วโมเลกุลที่มีการจัดชุดของกรดไขมันในแบบหนึ่ง ก็จะต่างจากโมเลกุลที่มีการจัดชุดของกรดไขมันอีกแบบหนึ่งออกไปเล็กน้อยเสมอ ดังนั้น ไขมันและน้ำมัน จึงเป็นของผสมกับกลีเซอไรด์ต่าง ๆ ชนิดที่ซับซ้อน(สมเดช ใจเพ็ชร, 2543)

2.3.3ลักษณะสมบัติทางฟิสิกส์

- จุดหลอมเหลว (melting point) จุดหลอมเหลวของไขมันอิสระขึ้นอยู่กับความยาวของโมเลกุลหรือจำนวนคาร์บอนอะตอมและจำนวนพันธะคู่ จำนวนคาร์บอนอะตอมเพิ่มขึ้น จุดหลอมเหลวก็เพิ่มสูงขึ้นด้วยและจุดหลอมเหลวจะต่ำลง เมื่อกรดไขมันมีจำนวนพันธะคู่เพิ่ม

- การละลายน้ำสบู่ซึ่งเป็นเกลือโซเดียม หรือเกลือของโปตัสเซียมของกรดไขมันจะละลายในน้ำได้ดี แต่กรดไขมันอิสระ หรือกลีเซอร์ไรด์ของไขมันจะไม่ละลายน้ำ ยิ่งกรดไขมันมีความยาวของโมเลกุลเพิ่มขึ้นก็ยิ่งละลายน้ำได้น้อยลง

-ไอโซเมอร์ของกรดไขมันซึ่งจะมีพันธะคู่จะมีไอโซเมอร์ (isomer) มีได้สองอย่าง คือ แบบซิส (cis) และแบบทรานส์ (trans)

ตารางที่ 2.1 กรดไขมันอิ่มตัว

ชื่อกรดไขมัน	สูตรโครงสร้าง	สัญลักษณ์ย่อ	จุดหลอมเหลว
butyric acid	$CH_3(CH_2)_2COOH$	C_2	-5
caproic acid	$CH_3(CH_2)_4COOH$	C_6	-2
caprylic acid	$CH_3(CH_2)_6COOH$	C_8	16
capric acid	$CH_3(CH_2)_8COOH$	C_{10}	31
lauric acid	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	C_{12}	44
myristic acid	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	C_{14}	54
palmitic acid	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	C_{16}	63
stearic acid	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	C_{18}	70
arachidic acid	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	C_{20}	76

ตารางที่ 2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 1 บอนด์คู่

ชื่อกรดไขมัน	สูตรโครงสร้างย่อ	สัญลักษณ์	จุดหลอมเหลว C0
palmitolaic acid	$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7COOH$	C_{16} : 1	-0.5
oleic acid	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$	C_{18} : 1	13

ตารางที่ 2.3 กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีมากกว่า 1 บอนด์คู่

ชื่อกรดไขมัน	สูตรโครงสร้าง	สัญลักษณ์ย่อ	จุดหลอมเหลว
linoleic acid	$CH_3(CH_2)_4CH=CH_2CH$	C_{18} : 2	-5
linolenic acid	$CH=CH(CH_2)_7COOH$	C_{18} : 3	-11
arachidonic acid	$CH_3CH_2(CH=CH\text{-}CH_2)^{2-}$ $CH=CH(CH_2)_7COOH$ $CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)$ $CH=CH(CH_2)_3COOH$ C_0	C_{20} : 4	-50

ที่มา: สรรเสริญ ทรัพย์โตษก.โภชนาการเชิงชีวเคมีคณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,(2531)

2.4 ผลกระทบของน้ำมันที่ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม

แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้ดังนี้

2.4.1 ผลกระทบทางด้านกายภาพ

- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงเพราะน้ำมันจะเป็นเหมือนแผ่นหรือเกราะกำบัง (physical barrier) ระหว่างน้ำกับอากาศ ซึ่งจะมีผลทำให้ออกซิเจนจากอากาศไม่สามารถละลายลงไปในน้ำได้

- แสงแดดส่องผ่านลงสู่ท้องน้ำไม่ได้ เพราะน้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ จะบดบังหรือกั้นแสงอาทิตย์ไม่ให้ส่องผ่านลงสู่ใต้น้ำ โดยสะดวกซึ่งจะมีผลต่อการสังเคราะห์สารของพืชในน้ำ

- อุณหภูมิความร้อนในน้ำสูงขึ้น เนื่องจากน้ำมันสามารถดูดความร้อน (heatabsorption) ทำให้น้ำในบริเวณนั้นสูงขึ้น

- คราบน้ำมันเกาะติดและซึมเข้าไปในตะกอน เมื่อน้ำมันหกลงในแหล่งน้ำจะมีน้ำมันบางส่วนที่จมลงสู่ท้องน้ำแล้วลงไปปนเปื้อนอยู่ในตะกอนในน้ำ และมีบางที่สามารถซึมเข้าไปในตะกอนได้ จึงทำให้น้ำมันคงตัวอยู่ในน้ำได้เป็นเวลานาน

- ผลกระทบต่อทัศนียภาพ คราบน้ำมันที่ปนเปื้อนตามแหล่งน้ำ รวมทั้งที่ลอยอยู่บนผิวน้ำทำให้ความสวยงามของสถานที่ ระบบนิเวศลดน้อยลงหรือหมดไป นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความสกปรก และส่งผลกระทบต่อการใช้น้ำเพื่อประโยชน์ต่าง ๆ จากแหล่งน้ำนั้นอีกด้วย เช่นการนำน้ำไปใช้ในโรงงานผลิตพลังงานไฟฟ้า กระบวนการกลั่นน้ำจืด

2.4.2 ผลกระทบด้านชีวภาพ

สารต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมัน เช่น ไฮโดรคาร์บอน เมื่อละลายในน้ำจะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ทำให้ธรรมชาติเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลานานในการที่ธรรมชาติจะสามารถฟื้นฟูสภาพกลับมาดังเดิม สิ่งเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำเหล่านี้ คือ

- แพลงก์ตอน เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กทั้งพืชและสัตว์แขวนลอยอยู่ในน้ำซึ่งจะรวมทั้งไข่และตัวอ่อนของกุ้ง ปู ปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ ซึ่งมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารอย่างมากเมื่อมีการปนเปื้อนของน้ำมันลงในแหล่งน้ำอาจมีสารบางชนิดละลายลงไปในแหล่งน้ำ แล้วเกิดความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ จนทำให้แพลงก์ตอนมีอัตราการตายสูงขึ้น หรือมีการตีแผ่กระจายของแพลงก์ตอนผิดไปจากภาวะปกติ

- ปลาและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยสัตว์เหล่านี้อาจจะต้องได้รับอันตรายจากการปนเปื้อนของน้ำมัน คือ ปลาที่มีขนาดเล็ก เช่น ลูกปลา โดยเฉพาะหากว่าเกิดในบริเวณน้ำตื้นก็จะได้รับอันตรายมากยิ่งขึ้นจนตายทันที

2.4.3 ผลกระทบด้านเศรษฐกิจสังคม

การเกิดผลกระทบจากน้ำมันทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพ จะส่งผลต่อเนื่องให้เกิดความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ดังต่อไปนี้

- ผลกระทบต่อแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากน้ำมัน จะทำให้คุณภาพน้ำต่ำลง และสารพิษที่มีอยู่ในน้ำจะทำให้สัตว์น้ำไม่สามารถดำรงชีวิตและเพิ่มผลผลิตต่อไปได้หรือทำให้ผลผลิตที่ได้รับต่ำลง จึงทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจของประเทศ

- ผลกระทบเกี่ยวกับความเดือดร้อน รำคาญ เมื่อคราบน้ำมันลอยไปติดตามบ้านเรือน และทรัพย์สินของประชาชนจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สิน

- ผลกระทบต่อความงดงามของบริเวณแหล่งท่องเที่ยวและทัศนียภาพ ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการท่องเที่ยว ซึ่งจะมีผลทางอ้อมต่อการสูญเสียของระบบเศรษฐกิจ และรายได้ของท้องถิ่นส่วนรวม

- ผลกระทบต่อภาวะเศรษฐกิจ เนื่องจากคราบน้ำมันทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรต่าง ๆ จึงทำให้เกิดการสูญเสียรายได้จากทรัพยากรและการบริการเพื่อใช้ในการขจัดคราบน้ำมันและระยะเวลาฟื้นฟูสภาพแวดล้อม ต้องใช้ทรัพยากรทั้งกำลังคน เงิน และเวลาเป็นจำนวนมากมายมหาศาล

2.5 ทฤษฎีการกำจัดน้ำมันและไขมัน

การกำจัดไขมันและน้ำมันออกจากน้ำเสียนั้นสามารถทำได้หลายวิธีการ ซึ่งการเลือกใช้วิธีใดนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ปริมาณ สภาพและชนิดของไขมัน เป็นต้น วิธีการในการกำจัดไขมันและน้ำมันสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.5.1 วิธีการทางกายภาพ

วิธีการทางด้านกายภาพเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากและแพร่หลายที่สุด เนื่องจากทำได้รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการดำเนินการต่ำ กระบวนการไม่ซ้ำซ้อน ระบบบำบัดมีขนาดไม่ใหญ่เกินไปและค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆวิธีการทางกายภาพมีหลายวิธี เช่น

- การทำให้ลอยตัวตามธรรมชาติ

วิธีการนี้จะอาศัยสมบัติในด้านความถ่วงจำเพาะของไขมันและน้ำมัน จะมีความถ่วงจำเพาะที่น้อยกว่าน้ำ เมื่อมีระยะเวลากักพักภายในถังเพียงพอ จะทำให้ไขมันและน้ำมันลอยตัว ขึ้นมาอยู่ที่ผิวน้ำได้ วิธีการนี้จะใช้ถังดักไขมัน (grease trap) และเครื่องแยกไขมัน(grease interceptors) วิธีการนี้เหมาะสำหรับแหล่งกำเนิดน้ำเสีย และปริมาณไขมัน และน้ำมันไม่มากนัก เช่น ร้านอาหาร บ้านเรือน โรงแรมขนาดเล็ก เป็นต้น

-การเติมอากาศภายใต้ภาวะความดันปกติ (aeration or air floatation)

วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ง่ายๆ โดยการเป่าอากาศลงไปในน้ำเสียโดยตรงเพื่อให้ฟองอากาศพาไขมันและน้ำมันลอยขึ้นมาสู่ผิวน้ำ วิธีการนี้เหมาะสมสำหรับแยกไขมัน และน้ำมันที่มีแนวโน้มจะลอยขึ้นสู่

ผิวน้ำได้เอง ฟองอากาศเพียงแต่ช่วยพาให้ลอยขึ้นได้เร็วยิ่งขึ้นโดยเฉพาะไขมัน ที่ไม่สามารถแยกได้ด้วยถังดักไขมัน (ผดุง คำยอด, 2542)

- การทำให้เกิดสุญญากาศ (vacuum floatation)

วิธีการนี้จะทำการดูดอากาศภายในถังพักน้ำเสียออกไป ทำให้สภาพภายในถังมีความดันต่ำกว่าบรรยากาศ จะทำให้อากาศที่ละลายอยู่ในน้ำ (dissolved air) แยกตัวลอยขึ้นมา ทำให้ช่วยยกและช่วยพาเอาโมเลกุลของไขมันและน้ำมันลอยขึ้นมาสู่ผิวน้ำด้วย วิธีการนี้ใช้ได้ดีกับไขมันและน้ำมันที่มีขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี เป็นวิธีที่สิ้นเปลืองพลังงานมาก เพราะต้องทำระบบให้มีพื้นผิวมาก ต้องใช้ปั๊มดูดอากาศที่มีขนาดใหญ่พอที่จะสร้างระบบสุญญากาศได้ทั่วถึงต้องออกแบบ ถังกักพักโดยเฉพาะ สามารถใช้ได้ดีกับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของไขมันและน้ำมันมาก ๆ

-การอัดอากาศปะปนกับน้ำในสภาพความดันสูง (dissolved air floatation)

หลักการของวิธีการนี้ คือ การใช้ปั๊มอัดอากาศและน้ำให้เข้ากันที่ความดัน40-50 ปอนด์ต่อตารางนิ้วในถังควบคุมความดัน โดยใช้เวลา 2 - 3 นาที เพื่อให้อากาศละลายน้ำได้ จากนั้นลดความดันลงให้เข้าสู่สภาวะความดันปกติ เพื่อให้อากาศละลายน้ำได้น้อยลงอากาศส่วนเกินจะแยกออกจากน้ำเป็นฟองอากาศเล็กๆ และช่วยพาเอาโมเลกุลของไขมัน และน้ำมันลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ซึ่งวิธีการนี้จะใช้ได้กับการแยกไขมันและน้ำมันที่มีโมเลกุลเล็กๆ ในรูปของคอลลอยด์ และอิมัลชั่นออกจากน้ำทิ้งได้ดี ระบบ DAF นี้ในปัจจุบันใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานปลากระป๋อง เป็นต้น (ผดุง คำยอด, 2542)

2.5.2 วิธีการทางเคมี

วิธีการทางกายภาพนั้น ไม่สามารถกำจัดไขมันและน้ำมันที่ละลายในน้ำ จนเป็นเนื้อเดียวกันได้ ดังนั้นบางกรณีจึงต้องอาศัยวิธีการทางเคมี เพื่อให้ไขมันและน้ำมันแยกออกจากน้ำก่อน จากนั้นจึงใช้วิธีการทางกายภาพต่อไป สารเคมีที่ใช้สำหรับแยกไขมันและน้ำมัน ออกจากน้ำมัน ได้แก่ สารอนินทรีย์ เช่น กรดกำมะถัน สารส้ม คลอรีน เป็นต้น และสารอินทรีย์สังเคราะห์ ซึ่งมี ประสิทธิภาพมากกว่าสารอนินทรีย์

2.5.3 วิธีการทางชีววิทยา

วิธีการทางด้านกายภาพและทางด้านเคมีจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงสภาพของไขมันและน้ำมันได้ เป็นเพียงแต่การแยกเอาไขมันและน้ำมัน แยกตัวออกจากน้ำเสียเท่านั้น จึงจำเป็นที่ต้องนำไปกำจัดหรือนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นต่อไป เช่น เป็นวัตถุดิบในการทำสบู่ ผสมในอาหารสัตว์ เป็นต้น หรือนำไปกำจัดโดยวิธีการทางชีววิทยา วิธีการนี้จะใช้แบคทีเรียสายพันธุ์ที่สามารถย่อยสลายไขมันและน้ำมันได้โดยกระบวนการย่อยสลายในกระบวนการย่อยสลายขั้นสุดท้ายจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ แบคทีเรียที่ใช้ย่อยสลายนั้นในปัจจุบันมีการพัฒนาไปมากจนสามารถผลิตเป็นแบคทีเรียสำเร็จรูป เช่น bi - chem DC2000 GL สำหรับย่อยสลายไขมันที่จุดรวบรวมน้ำเสีย และบ่อพัก เป็นต้น

2.6 สมบัติของน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ

- น้ำมันถั่วเหลืองผสม

น้ำมันถั่วเหลืองผสมเป็นน้ำมันที่ผลิตน้ำมันถั่วเหลืองผสมเมล็ดฝ้าย หรือน้ำมันปาล์มโอเลอินจากเนื้อปาล์มในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้มีสมบัติที่ดีในการปรุงอาหารต่างๆและการทอดอาหารซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงโดยไม่เกิดควันและรสชาดของอาหารที่เปลี่ยนแปลง

- น้ำมันถั่วเหลือง

น้ำมันถั่วเหลืองปราศจากโคเลสเตอรอลมีองค์ประกอบของไขมันอิ่มตัวสูง85%ประกอบด้วยไขมันไม่อิ่มตัว (กรดโอเลอิก) 24% และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (54% กรดไลโนเลอิก, 7% กรดไลโนเลนิก) น้ำมันถั่วเหลืองนี้เป็นน้ำมันที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มของน้ำมันที่ได้จากปลาทะเลมีปริมาณกรดไลโนเลนิกสูงซึ่งมีส่วนช่วยในการป้องกันโรคน้ำมันถั่วเหลืองเหมาะสำหรับปรุงอาหารผัด, ใช้ทำน้ำสลัด

- น้ำมันข้าวโพด

น้ำมันข้าวโพดปราศจากโคเลสเตอรอลมีองค์ประกอบของไขมันไม่อิ่มตัวสูง87%ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (กรดโอลิอิก) 25% และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (60% กรดไลโนเลอิก, 2% กรดไลโนเลนิก) น้ำมันข้าวโพดนี้เหมาะสำหรับปรุงอาหารผัดและทอด ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิได้ดี เนื่องจากมีอุณหภูมิจุดที่เกิดควันสูง 450 องศาฟาเรนไฮต์ และไม่ทำให้กลิ่นของอาหารเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังทำมาการีน มายองเนส ได้ดี

- น้ำมันสลัด

น้ำมันสลัดปราศจากโคเลสเตอรอล สกัดจากเมล็ดถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดี ผ่านกระบวนการมิสเซลลา รีไฟน์นิ่ง (miscella refining) ไม่ก่อให้เกิดทรานแฟตตี้ แอสิด ซึ่งจะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตที่มีการเติมก๊าซไฮโดรเจนเข้าไป ซึ่งสารดังกล่าวมีผลกระทบต่อสุขภาพน้ำมันสลัดมีลักษณะใสเป็นประกายแม้ว่าจะเก็บในอุณหภูมิต่ำ ไม่มีกลิ่นหืน หรือกลิ่นอื่นใดที่ไม่พึงประสงค์ เหมาะสำหรับทำน้ำสลัด มายองเนส และใช้ในการปรุงอาหารประเภทผัดและทอดได้เป็นอย่างดี

- น้ำมันทานตะวัน

น้ำมันทานตะวันปราศจากโคเลสเตอรอล มีองค์ประกอบของไขมันไม่อิ่มตัวสูง 89% ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (กรดโอเลอิก) 20% และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน 69% มีปริมาณวิตามินอีสูงกว่าน้ำมันพืชประเภทช่วยบำรุงผิวพรรณน้ำมันทานตะวันเหมาะสำหรับปรุงอาหารผัดและทอดซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงได้ดีเนื่องจากมีอุณหภูมิควันสูง 450 องศาฟาเรนไฮต์

2.7 มาตรฐานน้ำมันและไขมันบริโภค

การผลิตน้ำมันและไขมันบริโภค เป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญยิ่งอย่างหนึ่งของประเทศ กระทรวงอุตสาหกรรมจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการผลิต

และเพื่อประโยชน์ของผู้บริโภค แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ น้ำมันและไขมันบริโภคธรรมชาติ และน้ำมันและไขมันบริโภครีไฟน์ ซึ่งมีคุณลักษณะที่ต้องการดังตารางที่ 2.4

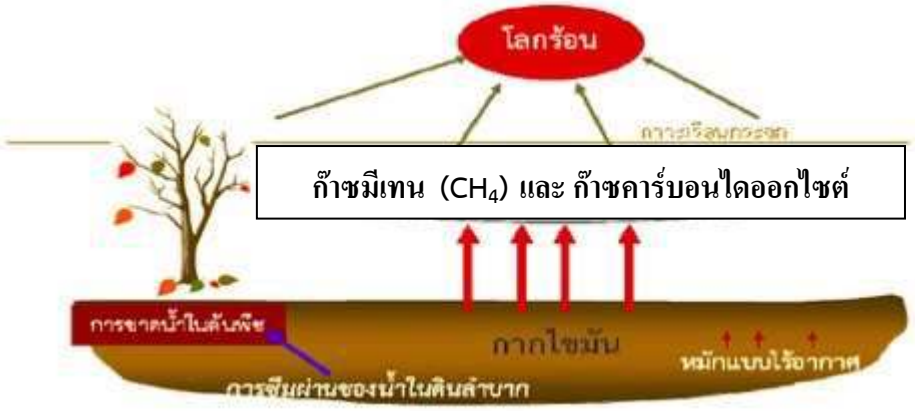
ตารางที่ 2.4องค์ประกอบน้ำมันและไขมันจากร้านอาหาร

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น
ความเป็นกรดด่าง (pH)	-	5-7
สภาพนำไฟฟ้า (Conductivity)	uS/cm	300-2,500
สี (Color)	ADMI	60-700
ไนโตรเจนทั้งหมด (TKN)	mg/L	9-106
กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid)	%	0.02-85
ไขมันและน้ำมัน* (Grease and Oil)	g/kg wet	140-850
ไขมันและน้ำมัน** (Grease and Oil)	mg/L	14-38,000
ฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus)	mg/L	0.13-100

ที่มา: ตัวอย่างน้ำเสีย ทำการวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT), (2557) หมายเหตุ: *กรณีตัวอย่างกากไขมัน มีลักษณะเป็นตะกอน (Sludge) **กรณีตัวอย่างกากไขมัน มีลักษณะเป็นของเหลว (Liquid)

น้ำมันและไขมันที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียจากร้านอาหารมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) ค่าความเข้มข้นของน้ำมันและไขมันเพิ่มขึ้นตามขนาดพื้นที่ร้านอาหาร โดยค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของน้ำมันและไขมันในบ่อดักไขมันสำหรับร้านอาหารขนาดเล็ก (น้อยกว่า 100 ตารางเมตร) ขนาดกลาง (100-200 ตารางเมตร)และขนาดใหญ่ (มากกว่า 200 ตารางเมตร) เท่ากับ 1,300 2,400 และ 6,400 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (ประสิทธิ์ เหลืองรุ่งเกียรติ, 2545) ดังนั้นมวลแห้งเฉลี่ยของน้ำมันและไขมันจากร้านอาหารขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ เท่ากับ 1.5 4.2 และ 19.2 กิโลกรัม/วัน-ร้านตามลำดับ

กรดไขมันมักจะอยู่ในรูปของ Ca และ Mg สารพวกนี้ไม่สามารถละลายในเฮกเซน ไขมันและน้ำมันจะย่อยสลายได้ยากในกระบวนการ anaerobic digestion ไขมันจะมีสเถียรมากในสารประกอบอินทรีย์ และย่อยสลายได้ยากด้วยแบคทีเรีย ไขมันในน้ำเสียจะมีปัญหามากในแหล่งน้ำธรรมชาติ ถ้าไขมันไม่ถูกกำจัดก่อนปล่อยออก จะไปรบกวนสิ่งมีชีวิตในผิวหน้าน้ำและทำให้เกิดฝ้าลอยขึ้น



รูปที่ 2.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกากไขมัน

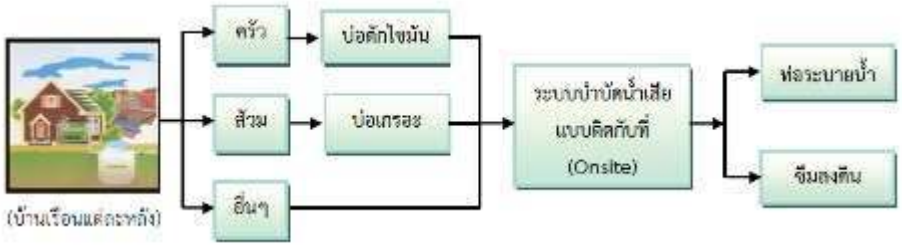
ที่มา: ส่วนน้ำเสียชุมชน การจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, (2555)

2.8 การลดปริมาณน้ำมันและไขมัน ณ แหล่งกำเนิด

การลดปริมาณน้ำมันและไขมัน ณ แหล่งกำเนิด และการส่งเสริมให้มีการใช้เทคโนโลยีในการจัดการน้ำมันและไขมันจะช่วยลดปัญหาและผลกระทบต่อแหล่งน้ำ โดยมีหลักการดังนี้

- ลดการใช้น้ำมันในการปรุงอาหาร
- กวาดเศษอาหารออกจากภาชนะก่อนนำไปล้าง
- แยกน้ำมันใช้แล้วใส่ภาชนะเพื่อนำไปกำจัด
- ไม่เทน้ำมันใช้แล้วลงน้ำทิ้งหรือท่อระบายน้ำ

แนวทางการจัดการน้ำเสียจากบ้านเรือน ที่เหมาะสมสำหรับชุมชนที่ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน โดยบ้านเรือนแต่ละหลังควรมีการบำบัดน้ำเสียของตัวเองด้วยการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นด้วย”บ่อดักไขมัน”และบ่อเกรอะ และตามด้วยระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก เพื่อให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้นก่อนปล่อยเข้าบ่อซึมลงดินหรือท่อระบายน้ำสาธารณะ



รูปที่ 2.2 การจัดการน้ำเสียจากบ้านเรือนสำหรับชุมชนที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวม

ที่มา: ส่วนน้ำเสียชุมชน การจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, (2555)

2.9 บ่อดักไขมัน

บ่อดักไขมันเป็นอุปกรณ์สำหรับแยกไขมันไม่ให้ไหลปนไปกับน้ำทิ้งช่วยรักษาสภาพน้ำในขั้นต้นก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหรือท่อระบายน้ำทิ้งการจัดการน้ำมันและไขมันโดยใช้บ่อดักไขมันเป็นวิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากร้านอาหารและภัตตาคาร

หลักการทำงานของบ่อดักไขมัน

1) น้ำเสียจะผ่านเข้ามาที่ตะแกรงดักเศษอาหารทำหน้าที่แยกเศษอาหารที่ปะปนมากับน้ำเสีย

2) น้ำเสียจากขั้นตอนแรกจะไหลผ่านมายังส่วนดักไขมันโดยไขมันที่แยกตัวออกจากน้ำเสียจะลอยขึ้นเป็นชั้นเหนือน้ำซึ่งเราสามารถตักไขมันส่วนนี้ออกไปได้

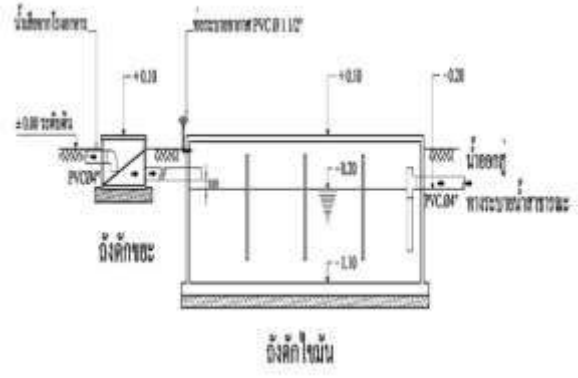
3) น้ำเสียที่อยู่ใต้ชั้นไขมันจะไหลเข้าสู่ถังบำบัดขั้นต่อไปก่อนปล่อยน้ำเสียออกสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ

โดยทั่วไปบ่อดักไขมันจะเป็นบ่อทรงกลมหรือสี่เหลี่ยมประกอบด้วยแผ่นกั้นหรือระบบท่อเพื่อแยกชั้นไขมันและน้ำออกจากกันสำหรับสภาพอากาศของประเทศไทยซึ่งมีอากาศร้อนการจับตัวของไขมันจะช้าดังนั้นบ่อดักไขมันควรมีเวลาเก็บกักไม่น้อยกว่า 6ชั่วโมงซึ่งบ่อดักไขมันจะสามารถกำจัดไขมันได้ประมาณร้อยละ60หากมีการดูแลที่ดี

2.9.1 พัฒนาการของถังดักไขมัน

- ถังดักไขมันแบบเทคอนกรีตในที่

ถังดักไขมันแบบเทคอนกรีตในที่ ดังแสดงในภาพที่ 2.3 เป็นถังดักไขมันที่ต้องทำการสร้างในพื้นที่โดยใช้แบบหล่อคอนกรีต ถังดักไขมันชนิดนี้จะมีขนาดใหญ่มากอาจจะมีขนาดถึง 5,000 ลิตร การออกแบบถังดักไขมันชนิดนี้ต้องให้ความสำคัญกับฝาปิดถังด้วย เพราะฝาปิดถัง ดักไขมันจะต้องมีการเปิดออกเพื่อตักไขมัน และทำความสะอาด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องออกแบบฝาปิด ให้มีน้ำหนักเบา กะทัดรัด ถังดักไขมันชนิดนี้เหมาะสำหรับแหล่งกำเนิดน้ำเสียปริมาณมาก เช่น ร้านอาหารขนาดใหญ่ โรงพยาบาล



รูปที่ 2.3ถังดักไขมันแบบเทคอนกรีตในที่

ที่มา : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, (2540)

- ถังดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์

ถังดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์ ดังแสดงใน ภาพที่ 2.4 จะใช้วงขอบซีเมนต์มาประกอบเป็นตัวถัง ซึ่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงขอบซีเมนต์มีตั้งแต่ 0.8-1.2 เมตร แต่ที่ขายตามท้องตลาดทั่วไปมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 เมตร เมื่อนำวงขอบซีเมนต์มาซ้อนกันหลาย ๆ อันก็จะได้ปริมาตรถังดักไขมันตามที่ต้องการ และถ้าต้องการถังดักไขมันที่มีปริมาณมาก ๆ ก็สามารถทำโดยการเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหรือเพิ่มจำนวนถังดักไขมัน ซึ่งแต่ละบ่ออาจจะต่อกันแบบอนุกรมหรือขนานก็ได้

รูปที่ 2.4 แสดงถังดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์
ที่มา: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, (2540)

- ถังดักไขมันแบบถังหินขัด

ถังดักไขมันแบบถังหินขัดเป็นถังดักไขมันที่นำถังหินมาขัดดัดแปลง โดยต่อท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออกทางด้านข้างของถังหินขัดทั้ง 2 ด้าน ถังดักไขมันชนิดนี้เหมาะสำหรับแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มีปริมาณน้ำเสียน้อยหรือมีจุดปล่อยน้ำเสียหลายจุดไม่ต้องการต่อท่อเพื่อรวบรวมน้ำเสียเช่นร้านอาหารขนาดเล็ก โรงอาหารที่มีอ่างล้างภาชนะหลายจุด เป็นต้น(กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2540)

- ถังดักไขมันสำเร็จรูป

ถังดักไขมันสำเร็จรูปเป็นถังดักไขมันที่ทำจากไฟเบอร์กลาส มีน้ำหนักเบาสามารถออกแบบให้มีรูปร่าง และขนาดที่เหมาะกับพื้นที่ว่างได้ง่าย ทนทาน มีอายุการใช้งานนานมีหลายขนาดให้เลือกใช้ เช่น 30 ลิตร, 60 ลิตร และ 120 ลิตร เป็นต้น ลักษณะโดยทั่วไปประกอบด้วยตะแกรงดักเศษอาหารทำหน้าที่ดักเศษอาหารก่อนที่จะไหลลงไปในถังดักไขมัน สร้างจากเหล็กสามารถถอดออกเพื่อทำความสะอาดได้ ส่วนแยกไขมันออกแบบให้มีความเหมาะสมทางด้านชลศาสตร์ โดยมีแผงกั้นและพื้นที่ผิว

สามารถทำการแยกไขมันให้ลอยตัวสู่ผิวน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและส่วนระบายไขมัน ทำหน้าที่ในการระบายไขมันออกเมื่อมีไขมันมากขึ้น ซึ่งส่วนนี้มีหลายแบบ เช่น แบบใช้เครื่องกลทำการตักไขมัน เป็นต้น

รูปที่ 2.5 ถังดักไขมันสำเร็จรูป
ที่มา: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2540)

2.9.2 ส่วนประกอบของถังดักไขมัน

- ตะแกรงดักเศษอาหาร ทำหน้าที่กรองเศษอาหารออกจากน้ำทิ้งให้ค้างไว้ในตะแกรงที่สามารถถอดชิ้นล้างทำความสะอาดได้ง่าย

- ส่วนแยกไขมันถูกออกแบบให้มีรูปร่างเหมาะสม พื้นผิวภาชนะและแผงกั้นน้ำภายในบ่ออำนวยต่อการแยกไขมันที่ลอยตัวอยู่บริเวณพื้นผิวของน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (วิทยา ทานุมา, 2538)

2.9.3 หลักการทำงานของถังดักไขมัน

- ควรติดตั้งใกล้กับแหล่งกำเนิดน้ำเสียมากที่สุด ซึ่งก็คืออ่างล้างจาน

- น้ำเสียควรผ่านตะแกรงดักเศษอาหารก่อนเข้าสู่ถังดักไขมัน เพื่อป้องกันไม่ให้เศษอาหารไปขัดขวางการลอยตัวของไขมันและน้ำมัน

- ถังดักไขมันอาศัยหลักการที่น้ำมันและไขมันมีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าน้ำดังนั้นเมื่อมีระยะเวลากักพักที่เพียงพอ จะทำให้ไขมันและน้ำมันลอยตัวขึ้นมาสู่ผิวน้ำได้ ส่วนน้ำก็จะไหลล้นออกจากถังตามทางออกที่อยู่ใต้น้ำ ลักษณะสำคัญโดยทั่วไปจะเป็นถังทรงกลม หรือสี่เหลี่ยมภายในถัง ประกอบด้วยแผ่นกั้น เพื่อแบ่งถังดักไขมันออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนน้ำเข้า ส่วนไขมันลอยตัวและส่วนน้ำออก หรือใช้ท่อสามทางเป็นทางน้ำเข้าและออก โดยท่อต้องอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำไม่ต่ำกว่า 6 นิ้ว และท่อน้ำออกต้องอยู่ใกล้กับก้นถัง

2.9.4 การใช้งานและดูแลรักษาถังดักไขมัน

- ต้องทำการดักเศษอาหาร เศษมูลฝอยออกจากน้ำเสียก่อนที่จะไหลลงสู่ถังดักไขมัน เพื่อลดความสกปรกและลดปัญหาการอุดตัน

- ต้องทำความสะอาดส่วนที่ดักเศษอาหาร เศษมูลฝอยสม่ำเสมอ

- ต้องทำการตักหรือระบายไขมันออกจากถังสม่ำเสมอ

- ต้องทำการตรวจสอบและแก้ไข ท่อระบายน้ำเข้า และน้ำออกไม่ให้เกิดการอุดตัน หรือชำรุด

- ไม่ควรระบายน้ำจากส่วนอื่นๆที่ไม่มีไขมันและน้ำมันปนเปื้อนลงสู่ถังดักไขมันเช่น น้ำจากอ่างล้างมือ น้ำอาบ น้ำซักผ้า น้ำฝน เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อลดปริมาณน้ำเสียที่จะเข้าถังดักไขมัน ทำให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในถังดักไขมันไม่น้อยเกินไปในการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยสร้างถังดักไขมันชนิดถังดักไขมันคู่ จากแนวคิดของถังดักไขมันเทคอนกรีตในที่ ซึ่งส่วนมากจะมีขนาดใหญ่ มีราคาแพงประมาณหลักแสนบาท แต่มีประสิทธิภาพสูงมาก เหมาะสำหรับร้านอาหารระดับโรงแรมใหญ่ ๆ ที่มีตึกสูงมากกว่า 10 ชั้นขึ้นไปแต่สำหรับร้านอาหารขนาดเล็กควรสร้างถังดักไขมัน โดยคำนึงในเรื่องสภาพแวดล้อมและการใช้พื้นที่ในการสร้างการดักเก็บเศษอาหารและคำนึงถึงการใช้น้ำที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ประโยชน์อิงไปที่ประสิทธิภาพสูงแต่ราคาถูกทั้งการดักเก็บและปาดไขมัน ประสิทธิภาพน่าจะสูงกว่าถังดักไขมันขนาดใหญ่ดังกล่าวได้ (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2540)

2.10การจัดการน้ำมันและไขมัน

เพื่อให้การจัดการน้ำมันและไขมันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพครอบคลุมและมีความสอดคล้องกันจึงควรมีการดำเนินการจัดการในลักษณะต่างๆที่สอดคล้องกันดังนี้

1) การรวบรวมกากไขมันจากบ่อดักไขมัน

การรวบรวมกากไขมันจากแหล่งกำเนิดมลพิษในกลุ่มชุมชน มีแนวทางที่เหมาะสมของการจัดการรวบรวมในรูปแบบเดียวกัน คือ ควรให้เอกชนเข้ามาดำเนินการ เนื่องจากเป็นองค์กรที่มีความคล่องตัวสูงสามารถเข้าดำเนินการในพื้นที่ได้ทันที ทั้งนี้บริษัทเอกชนที่จะเข้ามาดำเนินการควรได้รับการขึ้นทะเบียนไว้กับเทศบาล เพื่อยืนยันการดำเนินการอย่างถูกต้องตามกฎหมาย อันรวมถึงการดำเนินงานที่ถูกสุขลักษณะของการรวบรวมกากไขมันของแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภทหน่วยงานที่มีความเหมาะสมรองลงมาได้แก่ หน่วยงานของเทศบาลเนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการจัดเตรียมแผนอัตรากำลังคนรวมถึงงบประมาณที่ต้องใช้ทั้งหมดด้วย โดยจะสามารถเข้าดำเนินการเก็บรวบรวมขนกากไขมันจากบ่อดักไขมันที่จะนำไปแปรรูป และจัดส่งไปยังหน่วยแปรรูปได้โดยตรง

2) การแปรรูปกากไขมันจากบ่อดักไขมัน

แบ่งออกเป็นการแปรรูป ณ แหล่งกำเนิดและการจัดตั้งศูนย์รวมเพื่อการแปรรูป

- การแปรรูป ณ แหล่งกำเนิด

-บ้านเรือนและร้านอาหารทั่วไป

การแปรรูป ณ แหล่งกำเนิดไม่เหมาะสมกับแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทบ้านเรือนและร้านอาหารทั่วๆ ไปซึ่งมีขนาดค่อนข้างเล็ก เนื่องจากปริมาณกากไขมันที่ได้จากบ่อดักไขมันโดยเฉลี่ยมีปริมาณน้อยมากคือ เฉลี่ย 200 กรัม/วัน-ครัวเรือนสำหรับบ้านเรือน และเฉลี่ย2.6 กิโลกรัม/วัน - ร้านอาหารจึงจำเป็นต้องมีการรวบรวมน้ำมันและไขมันร่วมกัน

- ร้านอาหารในโรงแรม

ร้านอาหารในโรงแรม มีศักยภาพเพียงพอต่อการดำเนินการเองเนื่องจากมีแรงงานและพื้นที่เพียงพอ อีกทั้งปริมาณกากไขมันที่จะนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ก็มีปริมาณมากพอที่จะก่อให้เกิดความคุ้มทุนได้ภายในระยะเวลาสั้นๆการจัดตั้งศูนย์รวมเพื่อการแปรรูป

- บ้านเรือน แนวทางการจัดตั้งศูนย์รวมเพื่อการแปรรูปน้ำมันและไขมันที่เหมาะสมมากที่สุดคือ การดำเนินการโดยบริษัทเอกชน และสถานศึกษาเป็นลำดับรองลงมา

-ร้านอาหาร แบ่งออกเป็นสองประเภท ได้แก่

- ร้านอาหารทั่วไป แนวทางการจัดตั้งศูนย์รวมเพื่อการแปรรูปที่เหมาะสมเช่นเดียวกับบ้านเรือนคือ ดำเนินการโดยบริษัทเอกชน และสถานศึกษาเป็นลำดับรองลงมา

- ร้านอาหารในโรงแรม แนวทางการจัดตั้งศูนย์รวมเพื่อแปรรูปกากไขมันที่เหมาะสมมากที่สุดคือดำเนินการโดยเอกชนเช่นเดียวกัน ในขณะที่การดำเนินการโดยโรงแรมเองก็มีความเหมาะสมในลำดับรองลงมา

-สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จะมีลักษณะที่แตกต่างจากแหล่งกำเนิดประเภทอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว เนื่องจากเป็นน้ำมันและไขมันที่เกิดจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งเป็นสารเคมีที่มีพิษ และจัดเป็นของเสียอันตรายชนิดที่ 3 ตาม พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 ไม่สามารถนำไปแปรรูปได้ ซึ่งต้องเก็บไว้ในภาชนะแยกจากขยะอื่นๆ ก่อนดำเนินการจัดส่งไปยังโรงงานปรับปรุงคุณภาพของเสียรวมที่ได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

3) การกำจัดกากไขมันที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

การรวบรวมกากไขมันจากแหล่งกำเนิดไปยังจุดแปรรูปผลิตภัณฑ์อาจเกิดการปนเปื้อนของสารเคมี สารพิษ หรือความสกปรกอื่นๆ จนไม่สามารถนำกากไขมันเหล่านี้ไปแปรรูปได้ จึงต้องมีกระบวนการกำจัดกากไขมันด้วยวิธีการดังนี้

- การฝังกลบในหลุมฝังกลบที่ถูกหลักสุขาภิบาล

โดยการนำกากไขมันไปฝังกลบด้วยกระบวนการตามหลักสุขาภิบาลในพื้นที่ที่ได้คัดเลือกอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เช่น การปนเปื้อนของน้ำชะกากไขมันไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน

ทั้งนี้ ไม่ควรขุดหลุมฝังกากไขมันลงในดินอย่างไม่ถูกหลักสุขาภิบาล เพราะเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการหมักแบบไร้อากาศ และส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ดังนี้ (Nosrat.et al., 2004 และAngelidaki and Ahring,1992)ต้นพืชขาดน้ำตาย เนื่องจากน้ำและอากาศไม่สามารถซึมผ่านลงสู่ดินได้

- เกิดก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กระจายสู่อากาศ(Fugitive source) ยากต่อการควบคุม และก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Green house effect) ซึ่งทำให้โลกร้อน• การเผาทำลายในเตาที่ถูกสุขลักษณะในกรณีที่พื้นที่นั้นๆ มีการกำจัดขยะแบบใช้เตาเผา และมีการติดตั้งส่วนดักจับควันพิษจากเตาเผาด้วย เนื่องจากกากไขมันมีสารระเหยปริมาณสูง

- ส่งไปกำจัดยังโรงงานที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันและไขมันจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงต้องส่งไปกำจัดยังโรงงานที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม โดยสามารถดูรายละเอียดในเวปไซต์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้ที่ http://www2.diw.go.th/iwmb/index.asp หรือติดต่อที่สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม กรมโรงงานอุตสาหกรรม

4) การมีส่วนร่วมและประชาสัมพันธ์

-หน่วยงานราชการ ทำหน้าที่ส่งเสริม สนับสนุนและสร้างจิตสำนึก รวมทั้งให้ความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชนและหน่วยงาน องค์กรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การดำเนินงานในส่วนของการรวบรวมและการแปรรูปกากไขมันสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

-กลุ่มชุมชน มีความรู้ ความเข้าใจ และตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการทั้งระบบรวมถึงความสำคัญของการลดมลพิษ ณ แหล่งกำเนิด

2.11ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

“ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา” เป็นระบบนิเวศผสมผสาน ทั้งป่าดิบชื้นซึ่งเป็นป่าต้นน้ำ ป่าชายเลน ป่าพรุ แหล่งน้ำจืดและทะเลสาบ ในส่วนที่เป็นทะเลสาบมีทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม

ที่ตั้ง :ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ พัทลุง (ทั้งจังหวัด) สงขลา (12 อำเภอ) และนครศรีธรรมราช (2 อำเภอ)

ทิศเหนือ : ติดกับอำเภอปากพนัง อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ทิศใต้ : ติดต่อกับประเทศมาเลเซีย

ทิศตะวันออก : ติดต่อกับอำเภอจะนะ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา และอ่าวไทย

ทิศตะวันตก : ติดต่อกับเทือกเขาบรรทัด

พื้นที่ :8,729 ตารางกิโลเมตร (แผ่นดิน 7,687 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ทะเลสาบ 1,042 ตารางกิโลเมตร)

สภาพภูมิอากาศ :ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จึงแบ่งฤดูได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูร้อนและฤดูฝน

ประชากร : ประมาณ 1.6 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2547

พื้นที่ป่าต้นน้ำที่สำคัญของทะเลสาบสงขลา ส่วนใหญ่อยู่ในแนวเทือกเขา 2 เทือกเขาที่สำคัญคือแนวเทือกเขาบรรทัด กับแนวเขาเตี้ยๆ ที่เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาสันกาลาคีรี ซึ่งทั้งสองเทือกเขามีพื้นที่เป็นป่าดิบชื้น พื้นที่ภูเขาส่วนใหญ่จัดเป็นเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่าหรืออุทยานแห่งชาติ ถัดจากพื้นที่ป่าต้นน้ำเป็นบริเวณชายเขาและที่ราบลุ่มซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของ “คนลุ่มน้ำ” และทำการเกษตร มีลำคลองหลายสายไหลผ่านลงสู่ทะเลสาบสงขลา บริเวณโดยรอบทะเลสาบสงขลามีทั้งแหล่งชุมชน ทั้งชุมชนชนบทและชุมชนเมือง พื้นที่พรุ พื้นที่การเกษตร พื้นที่อุตสาหกรรมและป่าชายเลน

ทะเลสาบสงขลา : 4 ตอน 3 น้ำ

ทะเลสาบสงขลาเป็นที่รับน้ำจากต้นน้ำ แม่น้ำ และลำคลองต่างๆ แล้วไหลไปออกทะเลอ่าวไทย สภาพทางกายภาพของทะเลสาบซึ่งคลอบคลุมพื้นที่จำนวนมากและเชื่อมต่อกับทะเลนี้ ทำให้มีความแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ โดยเฉพาะสภาพที่มีลักษณะเป็น“ทะเลสาบ” จึงสามารถแบ่งออกได้ เป็น 4 ตอนใหญ่ๆ คือ

ทะเลน้อย อยู่ตอนบนสุดมีพื้นที่ประมาณ28ตารางกิโลเมตร ความลึกเฉลี่ยประมาณ1.5เมตร เป็นทะเลสาบน้ำจืดโดยแยกส่วนกับทะเลสาบโดย มีคลองนางเรียมเชื่อมต่อระหว่างทะเลน้อยกับทะเลหลวง ทิศตะวันตกของทะเลน้อย เป็นส่วนของจังหวัดพัทลุงทิศเหนือเป็นส่วนของ จังหวัดนครศรีธรรมราชและทิศตะวันออกจรดอำเภอระโนด จังหวัดสงขลาทะเลน้อยเป็นทะเลสาบน้ำจืดที่มีพืชน้ำนานา ชนิดขึ้นอยู่โดยรอบ มีป่าพรุขนาดใหญ่มีวัชพืชพวกผักตบชวา กกจูดและยังเป็นแหล่งของนกน้ำนานาพันธุ์ทั้งที่ประจำถิ่น และที่อพยพมาจาก แหล่งอื่น

ทะเลหลวง (ทะเลสาบสงขลาตอนบน)

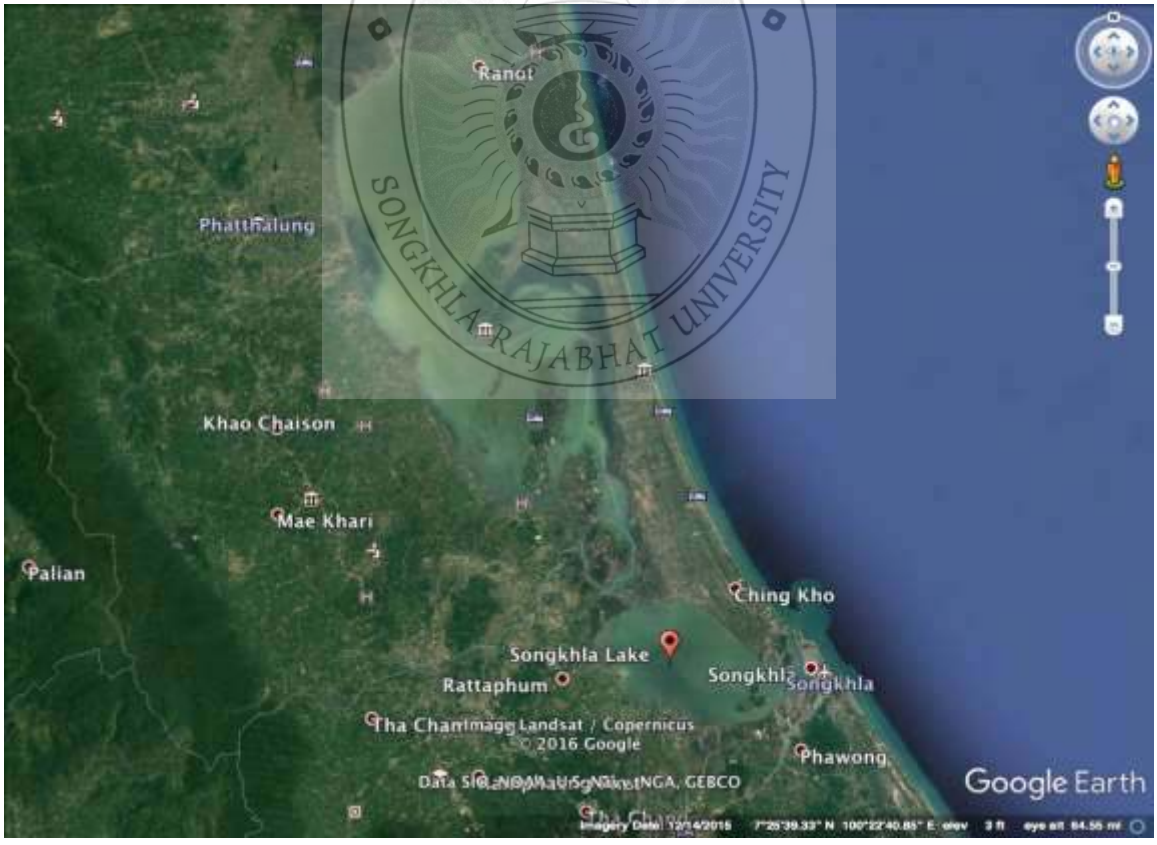
เป็นส่วนของทะเลสาบสงขลาถัดจากทะเลน้อยลงมาจนถึงเกาะใหญ่ อำเภอกระแสสินธุ์ เป็นห้วงน้ำกว้างใหญ่ที่สุดมีพื้นที่ ประมาณ 458.80ตร.กม. ความลึกประมาณ2เมตรในอดีตเป็นท้องน้ำจืดขนาดใหญ่แต่ในบางปีมีการรุกตัวของ น้ำเค็มค่อนข้างสูงในช่วงฤดูแล้ง

ทะเลสาบ(ทะเลสาบตอนกลาง)

อยู่ถัดจากทะเลหลวงลงมาตั้งแต่บริเวณแนวเกาะใหญ่ทางใต้ไปบรรจบกับเขตอำเภอ ปากพะยูน จังหวัดพัทลุงอำเภอสทิงพระจน ถึงบริเวณ ปากรอ อำเภอสิงหนครจังหวัดสงขลามีพื้นที่ประมาณ 377.20ตร.กม. ความลึกประมาณ 2 เมตร เป็นส่วนของทะเลสาบที่มี เกาะมากมาย เช่น เกาะสี่ เกาะห้า เกาะหมากเกาะนางคำพื้นที่ส่วนนี้เป็นการผสมผสานของน้ำเค็มและน้ำจืดจึงทำให้ มี สภาพเป็นทั้ง น้ำจืดและน้ำกร่อยในช่วงที่เป็นน้ำจืดจะมีพืชปกคลุมโดยทั่วไป

ทะเลสาบสงขลา(ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง)

เป็นส่วนของทะเลสาบตอนนอกสุดที่เชื่อมต่อกับอ่าวไทยมีพื้นที่ประมาณ182ตร. กม. ความลึกประมาณ1.5 เมตร ยกเว้นช่องแคบที่ ติดต่อกับทะเลอ่าวไทย ซึ่งเป็นช่องเดินเรือมีความลึกประมาณ 12-14 เมตร ทะเลสาบส่วนนี้เป็นบริเวณที่มีน้ำเค็ม แต่บางส่วนในช่วง ฤดูฝนจะเป็นน้ำกร่อยและได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น น้ำลงบริเวณทางตอนใต้มีพื้นที่ป่าชายเลนปกคลุมโดย ทั่วไปแต่ปัจจุบันถูกเปลี่ยน ไปเป็นพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งนักท่องเที่ยวสามารถหาเรือ ท่องเที่ยวในทะเลสาบได้ บริเวณท่าเรืออยู่หลังที่ทำการ ไปรษณีย์โทรเลข หรือบริเวณตลาดสดจะมีเรือหางยาวรับส่งตลอดวัน



รูปที่ 2.6ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

ที่มา:Google Earth, 2559

2.12สภาวะบ่งชี้การเกิดปัญหายูโทรฟิเคชั่นในทะเลสาบสงขลา

ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) เป็นปัญหาหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในน้ำอย่างมาก ทำให้ปริมาณน้ำและอาณาเขตของแหล่งน้ำลดลง ซึ่งบ่งบอกว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในแหล่งน้ำมีมากขึ้น เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งจะก่อให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน เช่น สาหร่ายและวัชพืชในน้ำเจริญเติบโตมากกว่าปกติ ดังนั้นเมื่อพืชเหล่านี้ได้รับธาตุอาหารดังกล่าว ก็ทำให้มีพืชปกคลุมทั่วบริเวณหน้าผิวน้ำทำให้พืชบางชนิดเจริญเติบโตไม่ได้ ส่งผลกระทบอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศ และชุมชนริมน้ำ ในแหล่งน้ำที่ได้รับการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์และธาตุอาหาร ยูโทรฟิเคชันก็จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นเหตุให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของจุลินทรีย์บางชนิดจนเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า "กระแสน้ำแดง”ซึ่งจะสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ในทะเลหรือทะเลสาบ (นิคม ละอองศิริวงศ์และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, 2548; สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์และคณะ, 2553). ในปัจจุบันทะเลสาบสงขลามีปัญหาต่างๆ มากมายที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและประชาชน อาทิเช่น ปัญหาทรัพยากรสัตว์น้ำลดลง ปัญหาน้ำเสียและอีกปัญหาหนึ่งคือ ยูโทรฟิเคชันในทะเลสาบสงขลาได้เกิดขึ้นมาเกือบสิบมาแล้วในทะเลสาบสงขลาตอนล่างและในปัจจุบันยูโทรฟิเคชันได้ลุกลามไปยังทะเลสาบตอนกลาง ดังช่วงประมาณปี 2544 ระดับยูโทรฟิเคชันในทะเลสาบตอนล่างนั้นเกิดรุนแรงมาก เป็นเหตุทำให้สัตว์น้ำตายเป็นจำนวนมาก ยูโทรฟิเคชันสามารถใช้ปริมาณสารคลอโรฟิลล์เอเป็นตัวบ่งชี้ได้ เพราะเนื่องจากคลอโรฟิลล์เอเป็นรงควัตถุสังเคราะห์แสงที่พบในแพลงก์ตอนพืชทุกชนิด คลอโรฟิลล์เอจึงเป็นดัชนีหนึ่งที่บอกถึงยูโทรฟิเคชัน ซึ่งในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารคลอโรฟิลล์เอมากกว่า 10 μg/L จัดได้ว่าเกิดปัญหายูโทรฟิเคชัน และจากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เอในทะเลสาบสงขลาปี 2544 มีค่าอยู่ในช่วง 12.6-37.0 μg/L และปี 2545 มีค่าอยู่ในช่วง 6.0-44.5 μg/L และในปี 2546 ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์เอในทะเลสาบสงขลา 5.4–21.3 μg/L แสดงให้เห็นว่าทะเลสาบสงขลามีแนวโน้มที่จะประสบกับปัญหายูโทรฟิเคชัน (กมลนาวิน อินทนูจิตร, 2556) เช่นเดียวกันจากการสำรวจและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา (นิคม ละอองศิริวงศ์และ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, 2548; กมลนาวิน อินทนูจิตร, 2556) พบสาหร่ายหนามบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลาง สาหร่ายขนาดใหญ่บริเวณต.เกาะยอ อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา และปลาตายเนื่องจากภาวะยูโทรฟิเคชัน

แสดงว่ามีผู้ผลิตอยู่หนาแน่นซึ่งอาจเป็นสาหร่ายขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ตลอดจนถึงพืชน้ำ วัดจากมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์เอ สาหร่ายขนาดใหญ่หรือพืชน้ำที่ปกคลุมตามผิวน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับสภาวะการดำรงอยู่ของทะเลสาบในระยะสุดท้าย นั้นคือ สภาวะยูโทฟิค (Eutropic) ดังแสดงในรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 สภาวะบ่งชี้การเกิดยูโทรฟิเคชั่นในทะเลสาบ
ดัดแปลงจาก เอกสารประกอบการสอนวิชาการจัดการทะเลสาบ ในหัวข้อ สภาวะบ่งชี้การเกิดยูโทรฟิเคชั่นในทะเลสาบ. (กมลนาวิน อินทนูจิตร, 2556)

การเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายในทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง

รูปที่ 2.8 สภาวะบ่งชี้การเกิดยูโทรฟิเคชั่นในทะเลสาบสงขลา
ดัดแปลงจาก เอกสารประกอบการสอนวิชาการจัดการทะเลสาบ ในหัวข้อ สภาวะบ่งชี้การเกิดยูโทรฟิเคชั่นในทะเลสาบ. (กมลนาวิน อินทนูจิตร, 2556)

2.13 สถานการณ์การจัดการไขมันและน้ำมันของชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง

ในปัจจุบันมีการขยายของชุมชนบริเวณรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและเด่นชันอย่างเด่นชัด ทั้งในด้านของเกษตรกรรม ชุมชน รวมถึงวัดขนาดใหญ่ริมทะเลสาบสงขลาซึ่งมีโรงครัวขนาดใหญ่ แต่ยังขาดระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่ทะเลสาบสงขลา ซึ่งทางหน่วยงานรัฐ ได้แก่ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสงขลา องค์การบริหารการปกครองส่วนท้องถิ่นได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกของผลกระทบที่เกิดขึ้นในทะเลสาบสงขลา อาทิเช่น ปัญหาการจัดการน้ำเสียชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัญหาด้านการจัดการไขมัน

และน้ำมันลงสู่แหล่งน้ำ โดยได้ดำเนินร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ซึ่งผู้วิจัยได้ส่วนร่วมในการออกแบบและติดตั้ง ตลอดจนการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านการจัดการไขมันและน้ำมันแก่ชุมชนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ได้แก่ วัดแหลมพ้อ วัดโคกเปรี้ยว และวัดท้ายยอ ในปี พ.ศ.2557 และชุมชนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลาง ได้แก่ วัดแหลมจาก วัดป่าขาด และ วัดบ่อหว้า ในปี พ.ศ. 2558 ตลอดโครงการดังกล่าว

ด้วยในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีคลองสาขาไหลเข้าสู่ทะเลสาบสงขลา ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน ทะเลสาบสงขลาประสบกับสภาวะเสื่อมโทรม โดยสาเหตุสำคัญมาจากการระบายน้ำเสียของแหล่งกำเนิดแบบทราบที่มาและไม่ทราบที่มาในหลายพื้นที่ อีกทั้งในส่วนพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง มีลำคลองสาขาเข้าไปยังพื้นที่การเกษตรและที่พักอาศัยของประชาชน ซึ่งประชาชนได้มีการทิ้งน้ำใช้จากครัวเรือนลงสู่ลำคลองสาขาโดยยังมิได้ผ่านขั้นตอนการบำบัดประกอบกับรัฐบาลและกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น มีนโยบายในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม โครงการเร่งรัดการควบคุมมลพิษจากน้ำเสีย ซึ่งให้ความสำคัญการจัดระบบบำบัดน้ำเสียในครัวเรือนและชุมชนและเป็นการช่วยลดปริมาณน้ำเสียและเป็นการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น ซึ่งสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสงขลา และองค์การบริหารส่วนตำบลและพิจารณาแล้วเห็นว่าการจัดระบบบำบัดน้ำเสียในอาคารและครัวเรือน เป็นการแก้ไขปัญหาที่ต้นทางและเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำประกอบกับ พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ.2542กำหนดให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีหน้าที่และเป็นหน่วยงานหลักในการกำจัดขยะมูลฝอยสิ่งปฏิกูลและน้ำเสีย สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสงขลา และองค์การบริหารส่วนตำบลจึงได้จัดทำข้อบัญญัติว่าด้วยเรื่องการติดตั้งบ่อดักไขมันบำบัดน้ำเสียในอาคาร พ.ศ. 2549การติดตั้งบ่อดักไขมันบำบัดน้ำเสียในอาคารช่วงแรกยังเป็นเรื่องใหม่สำหรับพนักงานเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานและประชาชนทั่วไป ในการติดตั้งบ่อดักไขมันบำบัดน้ำเสียในอาคาร จึงต้องมีการกำหนดแผนงาน/ โครงการเพื่อให้การดำเนินงานปรากฏเป็นรูปธรรม โดยได้แต่งตั้งคณะทำงานเกี่ยวกับเรื่องบ่อดักไขมัน จัดทำโครงการอบรมเรื่องบ่อดักไขมันให้แก่พนักงาน เจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบล คณะกรรมการบ่อดักไขมันและประชาชน เมื่อมีการอบรมให้ความรู้แก่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานแล้ว ปัญหาที่ตามมาก็คือทำอย่างไรให้ประชาชนได้มีความรู้และเห็นประโยชน์ของการติดตั้งบ่อดักไขมันในอาคาร เพื่อเป็นการทำงานเชิงรุกในพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง จึงได้กำหนดกิจกรรมและโครงการต่างๆ ขึ้นและดำเนินงานให้เป็นรูปธรรม ดังนี้

-การสร้างเครือข่ายภาคประชาชนในการติดตั้งบ่อดักไขมัน

- การจัดบอร์ดประชาสัมพันธ์และการบรรยายความรู้ ในเรื่องขั้นตอนและประโยชน์ของการติดตั้งบ่อดักไขมัน

- การแต่งตั้งอาสาสมัครพิทักษ์สิ่งแวดล้อม

- จัดทำแบบการก่อสร้างไว้บริการประชาชน

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Thawikun (2007, p. 45) ออกแบบถังดักไขมันประดิษฐ์สำหรับใช้ในครัวเรือน โดยทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังดักไขมันประดิษฐ์กับถังดักไขมันสำเร็จรูป และเปรียบเทียบราคาถังดักไขมันสำเร็จรูป และถังดักไขมันประดิษฐ์ ซึ่งถังดักไขมันประดิษฐ์นี้สร้างจากถังน้ำพลาสติก ขนาด 15 ลิตร จำนวน 2 ใบ ประกอบกัน ซึ่งมีระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง โดยน้ำที่เข้าสู่ถังดักไขมันเป็นน้ำเสียจากครัวเรือนที่มีปริมาณไขมันและน้ำมัน 25 mg/l ผลการศึกษาพบว่า ถังดักไขมันสำเร็จรูปและถังดักไขมันประดิษฐ์มีประสิทธิภาพในการบำบัดปริมาณไขมันเท่ากับ ร้อยละ 74.41 และ 74.21 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบราคาพบว่าถังดักไขมันประดิษฐ์มีราคาถูกกว่าถังดักไขมันสำเร็จรูปประมาณ 3 - 4 เท่า คือ ดักไขมันสำเร็จรูปจะมีราคาอยู่ที่ 2,000 – 5,000 บาท ขึ้นอยู่กับขนาดของถังดักไขมัน ส่วนถังดักไขมันประดิษฐ์มีราคาประมาณ 500 – 700 บาท

Wianmana (2007, p. 67) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงถังดักไขมันของเครื่องอัดอากาศจากโรงงานกระจกโฟลต ถังดักไขมันที่ใช้ ทำจากคอนกรีต มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร และสูง 60 เซนติเมตร ซึ่งมีระยะเวลาเก็บกัก 6 ชั่วโมง โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าถังและออกจากถังดักไขมันที่ใช้ในปัจจุบัน เพื่อตรวจวัดปริมาณน้ำมันและไขมัน ปรากฏว่ามีปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำเข้าเท่ากับ 465.47 mg/l น้ำออกเท่ากับ 30.08 mg/l ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันและไขมันเท่ากับร้อยละ 93.54

Luangrungkiat (2002, p. 2) ศึกษาประสิทธิภาพการดักไขมันของบ่อดักไขมัน จากงานวิจัยเรื่อง “ความรู้ ความเข้าใจ และทัศนคติของผู้ประกอบการที่จำหน่ายอาหาร และปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของบ่อดักไขมัน ในเขตกรุงเทพมหานคร” พบว่า มีประสิทธิภาพในการลดความสกปรก ในรูปบีโอดี น้ำมันและไขมันมีประสิทธิภาพอยู่ในช่วงร้อยละ 12 - 46 และร้อยละ 7 - 65 ตามลำดับ และพบว่าค่าบีโอดีค่าน้ำมัน และไขมันที่ผ่านถังดักไขมันแล้วส่วนใหญ่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ทางราชการกำหนด

Sisenphila&Thongkham (2001, p. 10) ได้จัดทำโครงการติดตามตรวจสอบประสิทธิภาพถังดักไขมันในร้านจำหน่ายอาหารในเขตดุสิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากถังดักไขมันและศึกษาประสิทธิภาพในการลดความสกปรกของน้ำทิ้งโดยการบำบัดด้วยถังดักไขมันที่ติดตั้งในร้านจำหน่ายอาหารในพื้นที่เขตดุสิต ผลการศึกษาพบว่าน้ำทิ้งที่เข้าสู่ถังดักไขมันของร้านก๋วยเตี๋ยว มีค่าไขมันและน้ำมันเฉลี่ย 7,691.33 mg/l น้ำทิ้งที่ออกจากถังดักไขมัน มีค่าไขมันและน้ำมัน 1,441.33 mg/l น้ำทิ้งที่เข้าสู่ถังดักไขมันของร้านอาหารตามสั่ง มีค่าไขมันและน้ำมัน 10,489.5 mg/l น้ำทิ้งที่ออกจากถังดักไขมัน มีค่าไขมันและน้ำมัน 2,063.38 mg/l และน้ำทิ้งที่เข้าสู่ถังดักไขมันของร้านฟาสต์ฟู้ด มีค่าไขมันและน้ำมัน 20,637.66 mg/l น้ำทิ้งที่ออกจากถังดักไขมัน มีค่าไขมันและน้ำมัน 17,977.1 mg/l และประสิทธิภาพในการ

บำบัดไขมันและน้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 69.27, 47.79 และ 51.5 mg/l ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำผลของคุณภาพน้ำที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่าร้านจำหน่ายอาหารแต่ละประเภทในการบำบัดไขมันและน้ำมันของถังดักไขมันต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied research) เพื่อศึกษภาพการรองรับสารอินทรีย์ไขมันและน้ำมันของทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างที่แตกต่างกันในระยะสั้น (Short-term) หรือภายในระยะเวลา 24 ชม. โดยแบ่งเป็นสามขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจระบบบ่อดักไขมันในชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างเพื่อเลือกระบบบำบัดบ่อดักไขมันแบบนำร่องในการตรวจสอบ จำนวน 5 พื้นที่รวม 16 แห่งได้แก่

1.พื้นที่ SK1 สะพานบ้านปากพล อ.บางแก้ว จ.พัทลุง 3 จุด ได้แก่ SK 11 วัดปากพล 7°27'29.63"N 100°13'35.31"E SK 12 โรงเรียนบ้านหาดไข่เต่า อ.บางแก้ว จ.พัทลุง 7°26'15.70"N 100°13'59.31"E SK13 ชุมชมริมคลองถนนบางเมือง 7°21'48.78"N 100°16'34.85"E

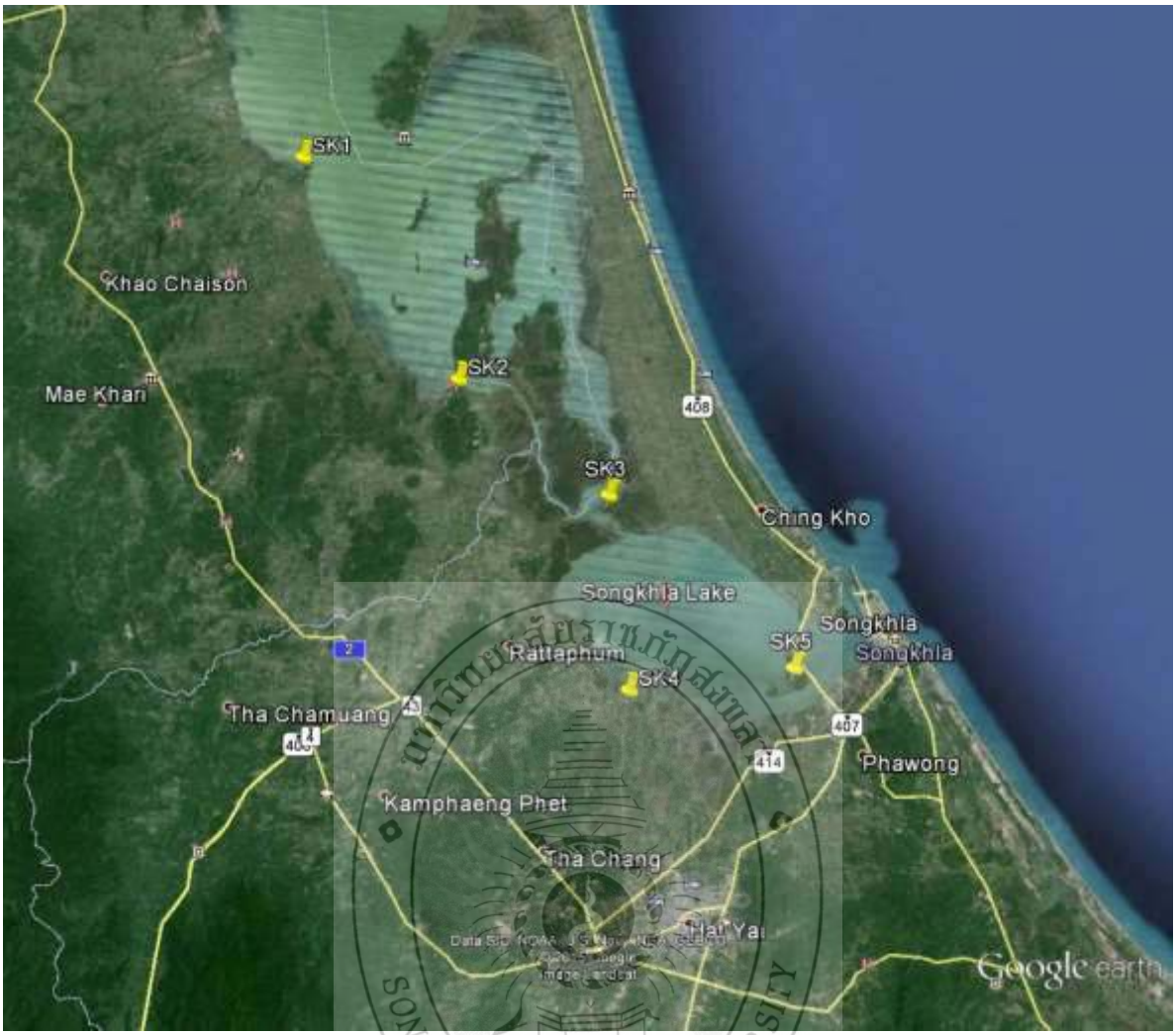
2.พื้นที่ SK2 สะพานคากคลองป่าบอน อ.ปากพะยูน จ.พัทลุง3 จุด ได้แก่ SK21 พื้นที่บริเวณตลาดสด อำเภอปากพะยูน 7°21'11.10"N 100°19'23.29"E SK22 พื้นที่บริเวณตลาดสดและบ่อดักไขมันแบบซีเมนต์บริเวณตลาดสด อำเภอปากพะยูน 7°21'12.26"N 100°19'26.68"E SK23 ชุมชนริมคลองปากพะยูน 7°21'11.09"N 100°19'43.45"E

3.พื้นที่ SK3 ต.ปากรอ อ.สิงหนคร จ.สงขลา 3 จุดได้แก่ SK31 วัดบ่อหว้า 7°15'44.55"N 100°24'32.92"E SK32 วัดแหลมจาก 7°16'0.26"N 100°24'47.77"E SK33 วัดป่าขาด 7°15'15.91"N 100°28'47.29"E

4.พื้นที่ SK4 แหลมโพธิ์ ต.คูเต่า อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 3 จุดได้แก่ SK41 หมู่บ้านสงขลาลากูน่า 7° 7'51.93"N 100°27'14.43"E SK42 ร้านอาหารบริเวณแหลมโพธิ์ 1 7° 9'15.57"N 100°28'14.64"E SK43 ร้านอาหารแหลมโพธิ์ 2 7° 9'9.90"N 100°28'15.75"E

5. พื้นที่ SK5 ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา4 จุดได้แก่SK51 วัดแหลมพ้อ 7° 9'27.56"N 100°33'20.34"E SK52 วัดโคกเปี้ยว 7° 8'56.00"N 100°32'24.88"E SK53 วัดท้ายยอ 1 7° 9'19.80"N 100°31'57.67"E SK54 วัดท้ายยอ 2 7° 9'19.94"N 100°31'55.66"E

โดยรายละเอียดดังในรูปที่ 3.1

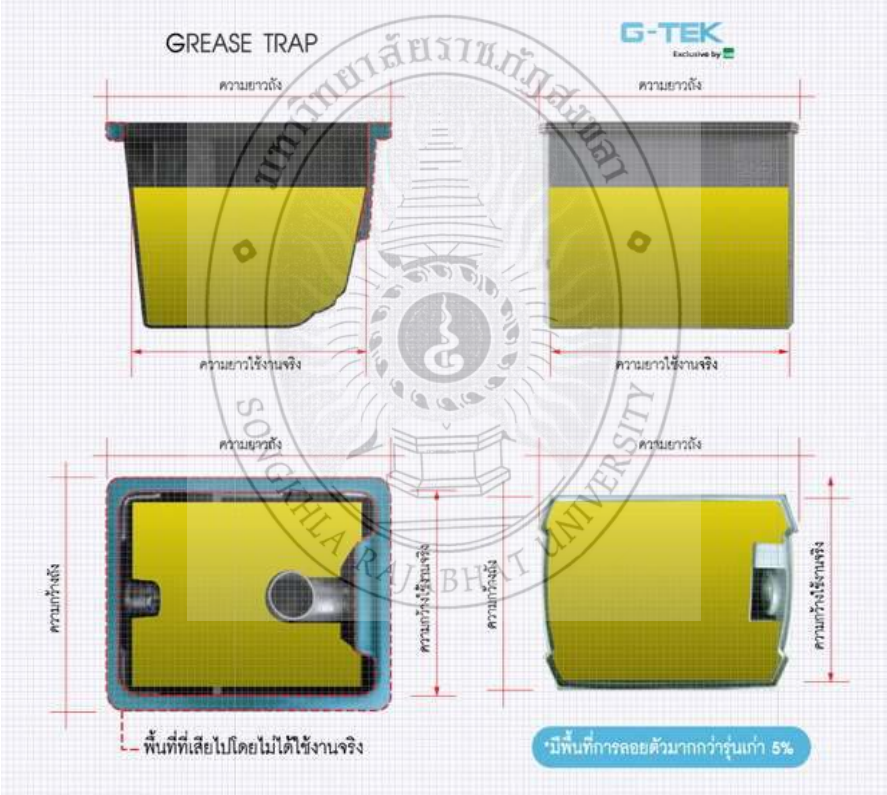


รูปที่ 3.1 การสำรวจระบบบำบัดบ่อดักไขมันแบบนำร่องในการตรวจสอบ จำนวน 5 พื้นที่ๆ รวม 16 แห่ง ได้แก่ 1.พื้นที่ SK1 สะพานบ้านปากพล อ.บางแก้ว จ.พัทลุง 2.พื้นที่ SK2 สะพานคากคลองป่าบอน อ.ปากพะยูน จ.พัทลุง 3.พื้นที่ SK3ต.ปากรอ อ.สิงหนคร จ.สงขลา 4.พื้นที่ SK4 แหลมโพธิ์ ต.คูเต่า อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 5. พื้นที่ SK5 ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา

โดยวัดอัตราการไหลเข้าของน้ำเสีย อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ ไขมันและน้ำมันก่อนและหลังผ่านระบบบ่อดักไขมันแบบนำร่องในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างโดยมีถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจาน ถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหารแสดงในตารางที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2และรูปที่ 3.3 บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร (GT-200) และรูปที่ 3.3 400 ลิตร (GT-400)แสดงในตารางที่ 3.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดระบบบ่อดักไขมันขนาดเล็กสำหรับวางใต้ซิงค์

รุ่น	จำนวนโต๊ะ	จำนวนคน/มื้อ	กว้าง W: cm.	ยาว L:cm.	สูง H:cm.	ท่อเข้า a:cm.	ท่อออก b: cm.	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ			
								ท่อเข้า	ท่อออก	ท่อระบายไขมัน	ท่อระบายตะกอน
GTK-15	1	1-5	29	39.5	33	20.5	19.8	2”	2”	1”	¾”
F-40	5	6-10	38.8	56.3	41.5	28	26	2”	2”	2”	¾”

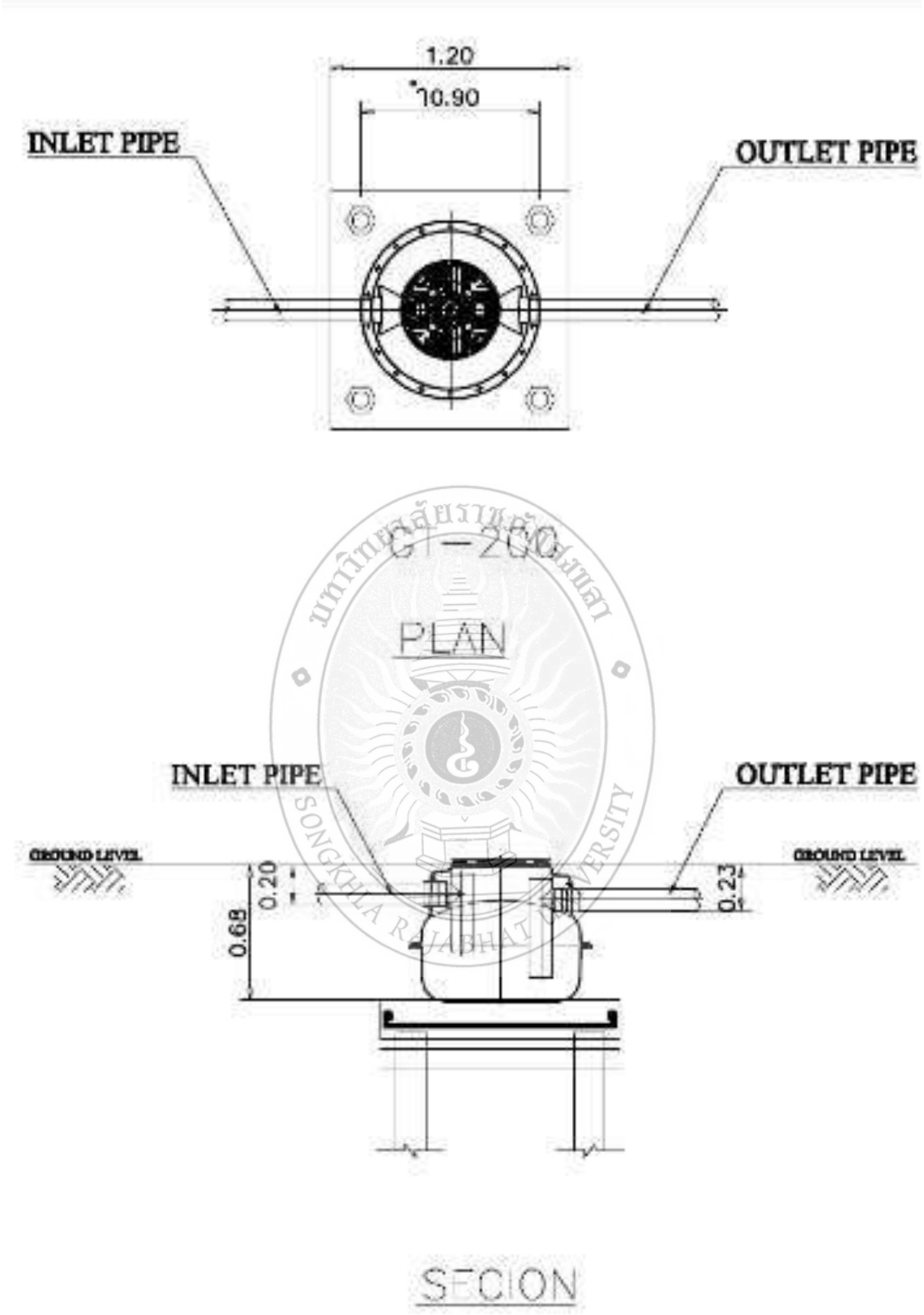


รูปที่ 3.2รายละเอียดระบบบ่อดักไขมันขนาดเล็กสำหรับวางใต้ซิงค์

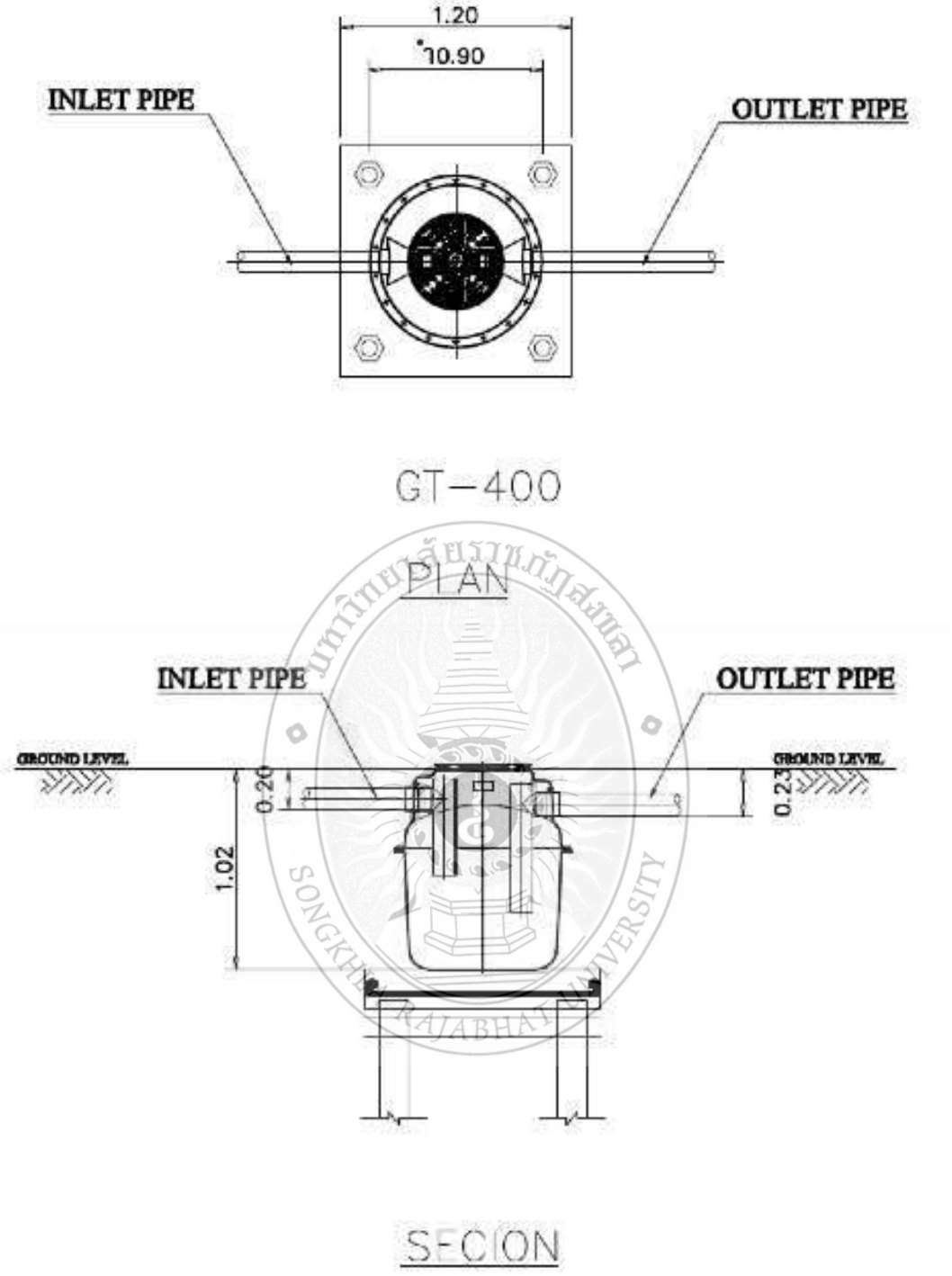
ที่มา:DOS G-TEK, (2551)

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดระบบบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร (GT-200) และ 400 ลิตร (GT-400)

MODEL	ϕ	H	INLET	OUTLET	IN-OUT PIPE
GT-200	0.90	0.68	0.20	0.23	4”
GT-400	0.90	1.02	0.20	0.23	4”



รูปที่ 3.3 รายละเอียดระบบบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร (GT-200)



รูปที่ 3.4 รายละเอียดระบบบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด400 ลิตร (GT-400)

ขั้นตอนที่ 2

เก็บตัวอย่างน้ำจากครัวและบ่อดักไขมันจากชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างโดยวิธี Grap Sampling ทั้งน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าปริมาณน้ำมันและ

ไขมัน (Oil and Grease) เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าบีโอดีรวม บีโอดีละลายน้ำไขมันและน้ำมัน SS NO_3^- NO_2^- TKN ศักยภาพการรองรับสารอินทรีย์ ไขมันและน้ำมันในทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างโดยเปรียบเทียบตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 6 ครั้ง โดยแต่ละครั้งเก็บครั้งละ 9 ตัวอย่าง กล่าวคือเก็บ 3 ช่วงเวลาคือช่วงเช้า กลางวัน และเย็น โดยทำการเก็บตัวอย่างแบบวันเว้นวัน รูปแบบการติดตั้งถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจานถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหารและบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร (GT-200) และ 400 ลิตร (GT-400)

โดยเปรียบเทียบตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินและสภาวะบ่งชี้การเกิดยูโทรฟิเคชั่นโดยวัดจากมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์เอหรือจากผลผลิตขั้นต้นจึงเป็นสิ่งบอกเหตุของการเกิดสภาวะยูโทรฟิเคชันในทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง ทั้งในฤดูฝน (พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 – มีนาคม พ.ศ.2560) และฤดูแล้ง (เมษายน พ.ศ.2559- ตุลาคม พ.ศ.2559)โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยวิธีวิเคราะห์มาตรฐาน (American Public Health Association (APHA), 2005) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่3.3อุปกรณ์และวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (APHA/AWWA/WEF, 2005)

พารามิเตอร์	**วิธีการวิเคราะห์**
BOD_5*	5-day *BOD* Test (5210 B)
Oil and grease*	The Soxhlet extraction method (5520 D)
Grease and Oil**	The Soxhlet extraction method (5520 D)
TKN	Macro-Kjeldahl method (4500-N_{org};B)
NO_3-N	Cadmium reduction method (4500-NO_3^-;E)
NO_2-N	Colorimetric method (4500-NO2-;B)
SS*	Total suspended solids dried at 103-105°C (2540;D)
pH	Electrometric method (4500-H+;B)
DO, ORP	Membrane electrode method (4500-O;G)
Chlorophyll a	Spectrophotometric Method (Hexane extraction 90%) (10200H)
Conductivity	ConductivityMeter, YSIModel33S-C-TMeter
Color	ADMI Tristimulus Filter
Free Fatty Acid	DL 50 : Compact endpoint titrator : METTLER TOLEDO
Total Phosphorus	Acorbic acid Method

*0.45 μm filter paper (GF/C) to remove suspended solids before analysis for soluble parameter

*กรณีตัวอย่างกากไขมัน มีลักษณะเป็นตะกอน (Sludge) **กรณีตัวอย่างกากไขมัน มีลักษณะเป็นของเหลว (Liquid)

ขั้นตอนที่ 3รายงานผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและกากตะกอนเพื่อหาปริมาณสารอินทรีย์ไขมันและน้ำมันและประสิทธิภาพของระบบบ่อดักไขมันของชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง รวมถึงศักยภาพการรองรับสารอินทรีย์ ไขมันและน้ำมันในทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง โดยเปรียบเทียบตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินและสภาวะบ่งชี้การเกิดยูโทรฟิเคชั่นโดยวัดจากมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์เอหรือจากผลผลิตขั้นต้นจึงเป็นสิ่งบอกเหตุของการเกิดสภาวะยูโทรฟิเคชัน

ข้อมูลที่ได้นำมาแปลผลและเปรียบเทียบทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้แก่โปรแกรม Origin Pro และโปรแกรมSigmaPlot

ขั้นตอนที่ 4สรุปผลการดำเนินการและจัดทำรูปเล่มและเผยแพร่ตีผลงานวิจัยระดับชาติหรือนานาชาติ และการมีส่วนร่วมในการออกแบบและติดตั้งบ่อดักไขมัน ตลอดจนการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านการจัดการไขมันและน้ำมันแก่ชุมชนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ได้แก่ วัดแหลมพ้อ วัดโคกเปรี้ยว และวัดท้ายยอ ในปี พ.ศ.2557 และชุมชนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลาง ได้แก่ วัดแหลมจาก วัดป่าขาด และ วัดบ่อหว้า ในปี พ.ศ. 2558 ตลอดโครงการดังกล่าว

3.1.2 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

ระบบบ่อดักไขมันรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างและห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

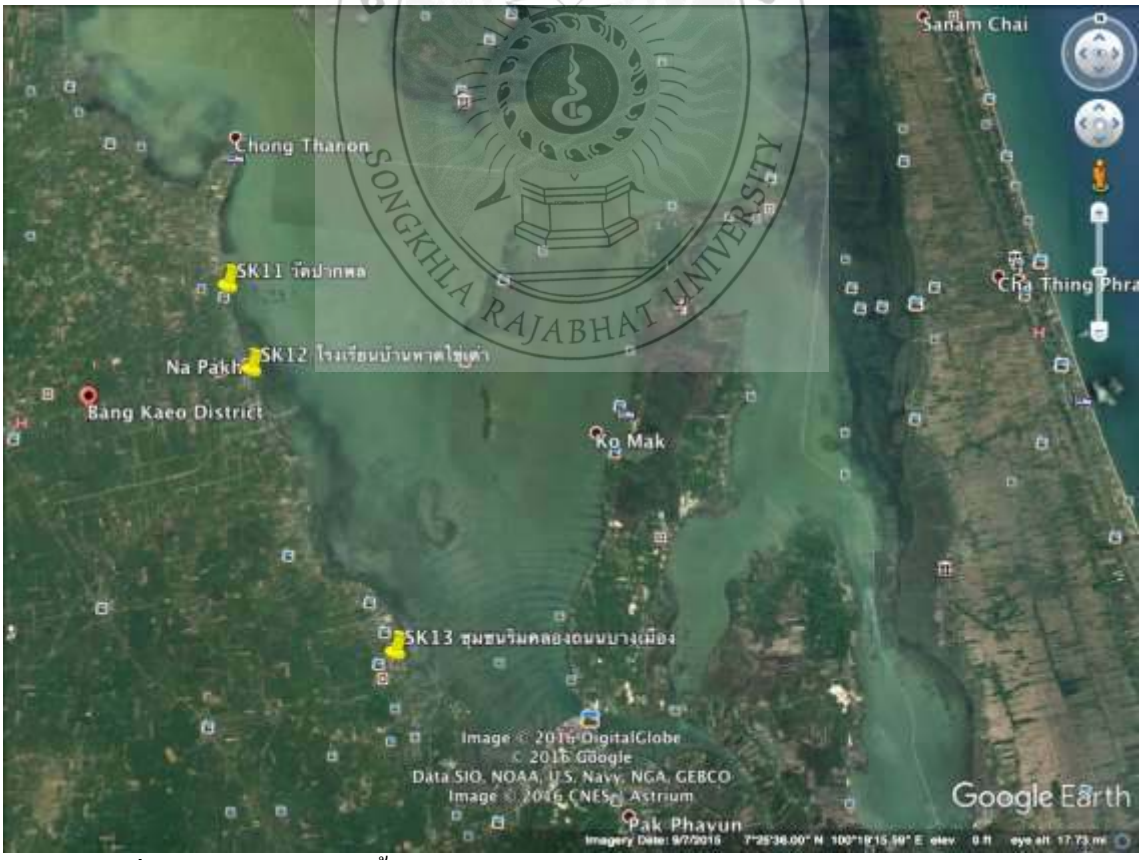
บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 การสำรวจระบบบ่อดักไขมันในชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง

สำรวจระบบบ่อดักไขมันในชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างเพื่อเลือกระบบบำบัดบ่อดักไขมันแบบนำร่องในการตรวจสอบ จำนวน 5 พื้นที่ๆ ละ 3 แห่ง รวม 15 แห่งได้แก่ 1. พื้นที่ SK1 สะพานบ้านปากพล อ.บางแก้ว จ.พัทลุง 2.พื้นที่ SK2 สะพานปากคลองป่าบอน อ.ปากพะยูน จ.พัทลุง 3.พื้นที่ SK3ต.ปากรอ อ.สิงหนคร จ.สงขลา 4.พื้นที่ SK4 แหลมโพธิ์ ต.คูเต่า อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 5. พื้นที่ SK5 ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลาโดยรายละเอียดดังในรูปที่ 6ได้แก่

4.1.1 พื้นที่ SK1 สะพานบ้านปากพล อ.บางแก้ว จ.พัทลุง

ลักษณะบ่อดักไขมันเนื่องด้วยบริเวณสภาพพื้นที่สะพานบ้านพล อ.บางแก้ว จ.พัทลุง มีกระจายตัวของชุมชนอยู่มาก และ ส่วนใหญ่บริเวณใกล้แหล่งทะเลสาบสงขลาตอนบน เป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่ในรูปแบบการทำการเกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงทำการเลือกตัวอย่างน้ำทิ้งจากบ้านเรือนที่มีการติดตั้งบ่อดักไขมันขนาดเล็ก ไม่เกิน 100 ลิตร จำนวน 3 แห่งดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ SK1 จากบ่อดักไขมันครัวเรือน บริเวณอ.บางแก้ว จ.พัทลุง

ที่มา:Google Earth, (2559)

SK 11 วัดปากพล 7°27'29.63"N100°13'35.31"E

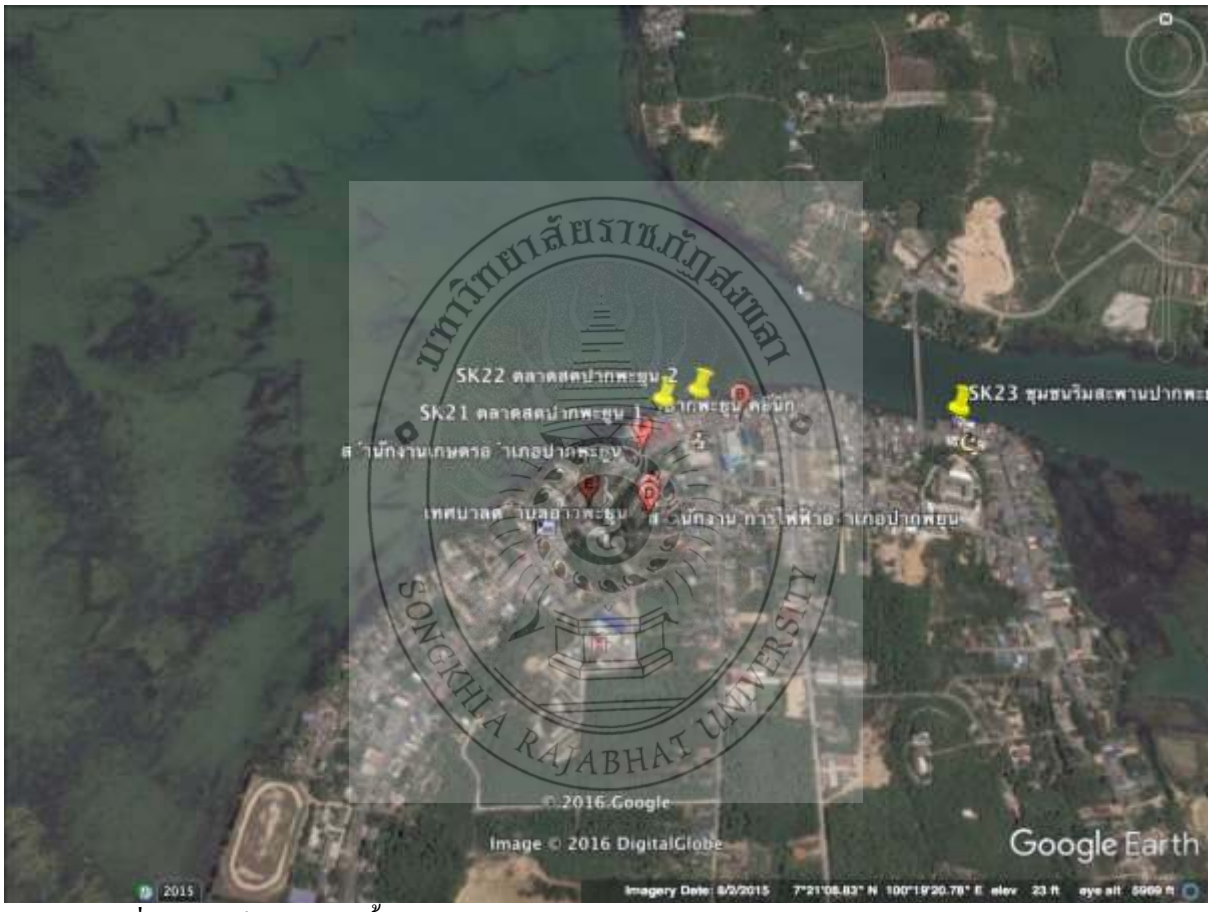
SK 12 โรงเรียนบ้านหาดไข่เต่าอ.บางแก้ว จ.พัทลุง 7°26'15.70"N100°13'59.31"E

SK13 ชุมชมริมคลองถนนบางเมือง 7°21'48.78"N100°16'34.85"E

รูปที่ 4.2ลักษณะชุมชนและจุดเก็บตัวอย่าง SK1 จากถังดักไขมัน บริเวณอ.บางแก้ว จ.พัทลุง

4.1.2 พื้นที่ SK2 สะพานปากคลองป่าบอน อ.ปากพะยูน จ.พัทลุง

ลักษณะบ่อดักไขมัน เนื่องด้วยบริเวณสภาพพื้นที่สะพานปากคลองป่าบอน อ.ปากพะยูน จ.พัทลุง มีกระจายตัวของชุมชนอยู่ส่วนใหญ่ในบริเวณตลาดและท่าเรือ ใกล้แหล่งทะเลสาบสงขลาตอนบน นอกจากเป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่ในรูปแบบการทำการเกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ยังมีตลาดสดและท่าเรือขนาดเล็ก จึงทำการเลือกตัวอย่างน้ำทิ้งจากตลาดสดบริเวณท่าเรือปากพะยูนที่มีการติดตั้งบ่อดักไขมันแบบท่อซีเมนต์ขนาดเล็กและชุมชนใกล้สะพานปากพะยูน จำนวน 3 แห่ง ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อดักไขมันตลาดสดและชุมชน บริเวณอ.ปากพะยูน จ.พัทลุง

ที่มา:Google Earth, (2559)

พื้นที่บริเวณตลาดสด อำเภอปากพะยูน SK21 7°21'11.10"N100°19'23.29"E

พื้นที่บริเวณตลาดสดและบ่อดักไขมันแบบซีเมนต์บริเวณตลาดสด อำเภอปากพะยูน
SK 22 7°21'12.26"N100°19'26.68"E

SK23 ชุมชนริมคลองปากพะยูน 7°21'11.09"N100°19'43.45"E

รูปที่ 4.4 พื้นที่ SK2 บริเวณตลาดสดและบ่อดักไขมันแบบซีเมนต์บริเวณตลาดสด อำเภอปากพะยูน

4.1.3 พื้นที่ SK3ต.ปากรอ อ.สิงหนคร จ.สงขลา

ลักษณะบ่อดักไขมัน เนื่องด้วยบริเวณสภาพพื้นที่สะพานปากรอ มีกระจายตัวของชุมชนใกล้ระหว่างทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง นอกจากเป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่ในรูปแบบการทำการเกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ยังมีวัดขนาดใหญ่ซึ่งมีการติดตั้งบ่อดักไขมันจากสำนักงาน

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสงขลา ในปี พ.ศ. 2558 จึงทำการเลือกตัวอย่างน้ำทิ้งจากบ่อดักไขมัน ได้แก่ วัดแหลมจาก วัดป่าขาด และ วัดบ่อหว้า จำนวน 3 แห่ง

รูปที่ 4.5 จุดเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อดักไขมันจากโรงครัววัดขนาดใหญ่ บริเวณปากรอ จ.สงขลา

ที่มา:Google Earth, (2559)

สถานที่ติดตั้งถังขนาด 400 ลิตรวัดบ่อหว้า ตำบลควนโส อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

SK31 วัดบ่อหว้า 7°15'44.55"N 100°24'32.92"E

ศาลาอเนกประสงค์ริมทะเลสาบสงขลา

พื้นที่อเนกประสงค์ล้างจาน

ทางระบายน้ำลงสู่ทะเลสาบสงขลา

ลักษณะน้ำบริเวณศาลาอเนกประสงค์

รูปที่ 4.6 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ SK31 จากบ่อดักไขมันจากโรงครัววัดบ่อหว้า

สถานที่ติดตั้งถังขนาด 400 ลิตรวัดแหลมจาก

ป้ายคู่มือการใช้งานระบบบ่อดักไขมัน

ศาลาอเนกประสงค์ริมทะเลสาบสงขลา	พื้นที่บ่อดักไขมัน
บ่อดักไขมันบริเวณศาลาอเนกประสงค์	ลักษณะภายในบ่อดักไขมัน

รูปที่ 4.7จุดเก็บตัวอย่างน้ำ SK32 จากบ่อดักไขมันจากโรงครัววัดแหลมจาก

(SK32 วัดแหลมจาก 7°16'0.26"N 100°24'47.77"E)

พื้นที่ติดตั้งบ่อดักไขมัน วัดป่าขาด	พื้นที่ติดตั้งบ่อดักไขมัน

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>คู่มือการใช้งานบ่อดักไขมัน</td><td>บริเวณทางน้ำออกจากบ่อดักไขมัน</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>ทางระบายน้ำจากลานล้างจาน</td><td>ลานล้างจาน</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>จุดติดตั้งบ่อดักไขมันขนาด 200 ลิตร</td><td>ลักษณะภายในบ่อดักไขมัน</td></tr>
</table>

รูปที่ 4.8 จุดเก็บตัวอย่างน้ำSK33 จากบ่อดักไขมันจากโรงครัววัดป่าขาด

SK33 วัดป่าขาด 7°15'15.91"N 100°28'47.29"E

4.1.4 พื้นที่ SK4 แหลมโพธิ์ ต.คูเต่า อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

ลักษณะบ่อดักไขมัน เนื่องด้วยบริเวณสภาพพื้นที่แหลมโพธิ์ ต.คูเต่า อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา มีกระจายตัวของชุมชนและหมู่บ้านจัดสรร ใกล้แหล่งทะเลสาบสงขลาตอนล่าง นอกจากเป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่ในรูปแบบการทำการเกษตรกรรมและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ยังมีร้านอาหารแบบต่อเติม

โครงสร้างไม้ขนาดใหญ่ยื่นลงสู่ทะเลสาบสงขลา ซึ่งมีการติดตั้งบ่อดักไขมันในบางแห่งจึงทำการเลือกตัวอย่างน้ำทิ้งจากบ่อดักไขมันในร้านอาหารและบ้านเรือนริมทะเลสาบสงขลาตอนล่าง บริเวณดังกล่าวจำนวน 3 แห่ง

รูปที่ 4.9 จุดเก็บตัวอย่างน้ำจากจากบ่อดักไขมันในร้านอาหารและบ้านเรือน SK4บริเวณแหลมโพธิ์ จ.สงขลา

ที่มา:Google Earth, (2559)

บริเวณครัวเรือนที่มีการติดตั้งบ่อดักไขมันริมน้ำSK41 หมู่บ้านสงขลาลากูน่า

7° 7'51.93"N100°27'14.43"E

ร้านอาหารบริเวณแหลมโพธิ์SK42 ร้านอาหารบริเวณแหลมโพธิ์ 1

7° 9'15.57"N100°28'14.64"E

บริเวณร้านอาหารที่มีการต่อเติมยื่นลงทะเลสาบSK43 ร้านอาหารบริเวณแหลมโพธิ์ 2

7° 9'9.90"N100°28'15.75"E

รูปที่ 4.10จุดเก็บตัวอย่าง SK4 จากบ่อดักไขมันจากครัวเรือนและร้านอาหารบริเวณแหลมโพธิ์

4.1.5 SK5 ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา

ลักษณะบ่อดักไขมัน เนื่องด้วยบริเวณสภาพพื้นที่เกาะยอ จ.สงขลา มีกระจายตัวของชุมชนในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง นอกจากเป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่ในรูปแบบการทำการเกษตรกรรมและธุรกิจท้องถิ่น ยังมีวัดขนาดใหญ่ซึ่งมีการติดตั้งบ่อดักไขมันจากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสงขลา ในปี พ.ศ. 2557จึงทำการเลือกตัวอย่างน้ำทิ้งจากบ่อดักไขมัน ได้แก่ วัดแหลมพ้อ วัดโคกเปี้ยว และ วัดท้ายยอ จำนวน 3 แห่ง

รูปที่ 4.11จุดเก็บตัวอย่าง SK5จากบ่อดักไขมันจากวัด บริเวณเกาะยอ ที่มา:Google Earth, (2559)

บริเวณบ่อดักไขมัน วัดแหลมพ้อ

SK51 วัดแหลมพ้อ 7° 9'27.56"N100°33'20.34"E

ท่อรวบรวมน้ำทิ้งจากอ่างล้างจาน

บริเวณบ่อดักไขมัน

เก็บกากตะกอนภายในบ่อดักไขมัน

รูปที่ 4.12บริเวณบ่อดักไขมัน SK51 วัดแหลมพ้อ

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">บริเวณอ่างล้างจาน โรงครัววัดโคกเปี้ยว
SK52 วัดโคกเปี้ยว7° 8'56.00"N100°32'24.88"E</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>คู่มือการใช้งานบ่อดักไขมัน</td><td>คู่มือการนำกากไขมันไปใช้ประโยชน์</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>บริเวณบ่อดักไขมัน</td><td>ภายในบ่อดักไขมัน</td></tr>
</table>

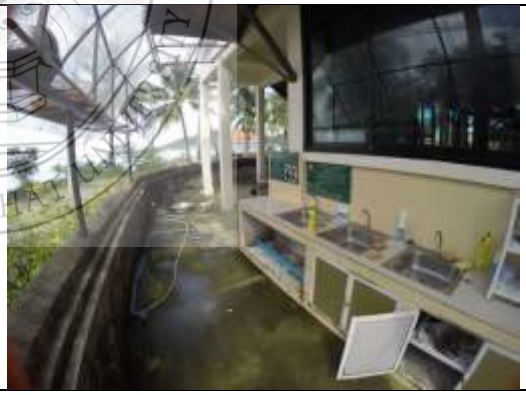
รูปที่ 4.13บริเวณบ่อดักไขมันSK52 วัดโคกเปี้ยว

ลานล้างจานบ่อดักไขมัน 400 ลิตร

SK53 วัดท้ายยอ 1 7° 9'19.80"N 100°31'57.67"E

SK53 ลานล้างจานบ่อดักไขมัน 400 ลิตร

SK53 ลานล้างจานบ่อดักไขมัน 400 ลิตร



บริเวณล้างบาตรเณร บ่อดักไขมันขนาด 200 ลิตร

SK54 วัดท้ายยอ 2 7° 9'19.94"N 100°31'55.66"E

SK54บ่อดักไขมันขนาด 200 ลิตร	SK54ภายในบ่อดักไขมันขนาด 200 ลิตร

รูปที่ 4.14บริเวณบ่อดักไขมัน SK53 และ SK54 วัดท้ายยอ

4.2 รายงานผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและกากตะกอน

แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและกากตะกอนเพื่อหาปริมาณสารอินทรีย์ ไขมันและน้ำมันและประสิทธิภาพของระบบบ่อดักไขมันของชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง ในช่วงฤดูแล้ง (เมษายน พ.ศ.2559 –ตุลาคม พ.ศ. 2559) แสดงในตารางที่ 4.1และ ในช่วงฤดูฝน (พฤศจิกายน พ.ศ.2559 –มีนาคม พ.ศ.2560) แสดงในตารางที่ 4.2รวมทั้งผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัด ในแต่ละพารามิเตอร์ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน แสดงในตารางที่ 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์น้ำเสีย ในระบบบ่อดักไขมันบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างในฤดูแล้ง

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	พารามิเตอร์																			
	อุณหภูมิ (°C)	pH	บีโอดี (mg/L)		Color (ADML)		Grease and Oil (g/kg wet)		Grease and Oil (mg/L)		SS (mg/L)		TKN (mg/L)		NO_3^- (mg/L)		NO_2- (mg/L)		TP (mg/L)	
			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
SK11	29.0	7.1	160.4	120.2	160	120	220	62	86	16.9	130.2	45.6	35.7	24.8	<0.01	0.05	<0.01	0.26	4.2	3.8
SK12	30.2	6.9	80.6	62.7	120	86	62	22	48	9.8	228	74.9	36.2	25.8	<0.01	0.06	<0.01	0.33	5.3	4.8
SK13	29.0	7.2	124.5	84.6	89	58	142	42	62	12.1	216	71.4	45.7	32.8	<0.01	<0.01	<0.01	0.48	4.8	4.3
SK21	31.0	7.9	400.4	360.2	450	380	622	380	1230	323	380	138	52.1	42.1	<0.01	0.06	<0.01	0.43	9.8	8.9
SK22	30.0	8.2	389.5	336.4	446	360	580	263	1430	336	382	142	43.4	28.9	<0.01	0.08	<0.01	0.56	8.6	8.4
SK23	30.0	8.4	360.7	312.6	430	332	245	116	236	74.7	264	92.6	39.6	23.8	<0.01	0.05	<0.01	0.12	4.3	3.9
SK31	28.0	7.8	240.1	160.2	520	332	552	82	1460	18.9	336	112.8	38.9	24.6	<0.01	0.05	<0.01	0.16	4.6	4.2
SK32	29.0	8.2	226.1	112.8	390	262	450	64	1230	18.6	360	118.9	42.8	28.9	<0.01	0.06	<0.01	0.33	4.8	4.1
SK33	29.0	7.2	210.3	98.6	442	283	446	48	1118	16.4	320	98.6	43.2	29.2	<0.01	<0.01	<0.01	0.51	4.2	3.6
SK41	28.0	7.6	160.2	80.2	98	64	58	16	42	8.2	116	40.6	24.6	18.4	<0.01	<0.01	<0.01	0.12	2.3	1.8
SK42	27.5	7.4	450.1	360.2	616	580	890	224	2236	596.5	540	192	62.4	48.2	<0.01	0.08	<0.01	0.82	16.2	14.2
SK43	28.0	8.1	462.2	343.6	630	554	885	260	2380	612.4	556	196	68.9	52.1	<0.01	0.09	<0.01	0.92	18.6	15.3
SK51	29.0	7.6	230.2	160.2	423	286	560	162	890	62.3	226	96.8	38.9	29.1	<0.01	0.05	<0.01	0.26	4.8	4.1
SK52	29.2	7.4	224.5	142.3	326	264	540	143	886	61.4	214	86.9	42.1	30.2	<0.01	0.06	<0.01	0.33	4.6	3.9
SK53	29.0	7.8	220.5	152.6	320	224	480	124	780	49.2	230	94.5	44.2	31.4	<0.01	<0.01	<0.01	0.36	3.8	3.2
SK54	30.0	8.0	226.4	136.4	280	198	380	98	640	38.9	190	58.4	32.1	19.8	<0.01	<0.01	<0.01	0.24	3.2	2.7

- **หมายเหตุ**: วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานที่ระบุใน Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, APHA, AWWA, and WEF, 2005. Washington D.C., U.S.A.

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์น้ำเสีย ในระบบบ่อดักไขมันบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างในฤดูฝน

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	พารามิเตอร์																			
	อุณหภูมิ (°C)	pH	บีโอดี (mg/L)		Color (ADML)		Grease and Oil (g/kg wet)		Grease and Oil (mg/L)		SS (mg/L)		TKN (mg/L)		NO_3^- (mg/L)		NO_2- (mg/L)		TP (mg/L)	
			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
SK11	28	7.0	154.0	93.8	124.8	116.7	191.4	57.0	76.5	14.3	128.0	43.2	36.2	26.8	<0.01	0.0	<0.01	0.23	4.1	3.4
SK12	30	6.8	77.4	60.2	93.6	82.3	59.0	19.0	45.0	8.7	213.0	72.0	34.8	25.6	<0.01	0.0	<0.01	0.28	5.2	4.3
SK13	28	7.1	119.5	81.2	69.4	45.2	132.0	36.5	68.0	10.8	192.2	63.5	48.2	31.4	<0.01	<0.01	<0.01	0.42	4.7	3.8
SK21	30	7.7	384.4	345.8	351.0	296.4	598.0	330.6	1180.0	342.0	338.2	122.8	56.7	37.5	<0.01	0.1	<0.01	0.38	8.9	7.9
SK22	29	8.0	373.9	322.9	347.9	280.8	576.0	228.8	1231.0	321.0	340.0	126.4	47.8	25.7	<0.01	0.1	<0.01	0.50	8.2	8.2
SK23	29	8.2	346.3	300.1	430.0	259.0	234.0	100.9	210.0	66.5	235.0	82.4	38.6	21.2	<0.01	0.1	<0.01	0.11	3.8	3.2
SK31	27	7.6	230.5	153.8	499.2	259.0	543.0	71.3	1299.4	16.8	299.0	100.4	34.6	23.7	<0.01	0.1	<0.01	0.14	4.1	4.1
SK32	28	8.0	180.9	88.0	374.4	204.4	391.5	55.7	1094.7	16.6	336.0	105.8	38.1	26.7	<0.01	0.1	<0.01	0.29	4.3	3.9
SK33	28	7.1	201.9	94.7	424.3	220.7	388.0	43.0	995.0	14.6	314.0	89.5	38.4	26.7	<0.01	<0.01	<0.01	0.54	3.7	3.2
SK41	27	7.4	153.8	62.6	94.1	57.0	50.5	14.0	37.4	7.3	112.0	38.9	21.9	17.3	<0.01	<0.01	<0.01	0.11	2.0	1.8
SK42	27	7.3	432.1	345.8	591.4	452.4	774.3	234.0	1990.0	530.9	480.6	187.0	55.5	45.6	<0.01	0.1	<0.01	0.62	15.6	12.6
SK43	27	7.9	369.8	329.9	504.0	432.1	770.0	253.0	2312.0	598.3	494.8	186.0	61.3	50.1	<0.01	0.1	<0.01	0.87	16.8	13.6
SK51	28	7.4	184.2	125.0	338.4	223.1	552.0	143.0	872.0	58.9	216.0	86.2	34.6	28.5	<0.01	0.1	<0.01	0.23	4.8	3.6
SK52	29	7.3	179.6	111.0	260.8	205.9	531.0	126.0	788.5	58.2	210.0	77.3	39.2	28.7	<0.01	0.1	<0.01	0.29	4.2	3.5
SK53	28	7.6	176.4	119.0	256.0	210.0	417.6	107.9	694.2	47.8	210.0	84.1	43.2	32.7	<0.01	<0.01	<0.01	0.32	3.4	3.1
SK54	29	7.8	217.3	106.4	224.0	154.4	392.0	85.3	569.6	39.4	178.0	56.2	35.6	18.7	<0.01	<0.01	<0.01	0.21	2.8	2.6

- **หมายเหตุ**: วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานที่ระบุใน Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, APHA, AWWA, and WEF, 2005. Washington D.C., U.S.A

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการบำบัดในระบบบ่อดักไขมันบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างในฤดูแล้ง

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	เปอร์เซ็นต์การลดลง (%)						
	บีโอดี (mg/L)	Color (ADML)	Grease and Oil (g/kg wet)	Grease and Oil (mg/L)	SS (mg/L)	TKN (mg/L)	TP (mg/L)
SK11	25	25	72	80	65	31	10
SK12	22	28	65	80	67	29	9
SK13	32	35	70	80	67	28	10
SK21	10	16	39	74	64	19	9
SK22	14	19	55	77	63	33	2
SK23	13	23	53	68	65	40	9
SK31	33	36	85	99	66	37	9
SK32	39	33	86	98	67	32	15
SK33	35	36	89	99	69	32	14
SK41	50	35	72	80	65	25	22
SK42	20	6	75	73	64	23	12
SK43	26	12	71	74	65	24	18
SK51	30	32	71	93	57	25	15
SK52	37	19	74	93	59	28	15
SK53	31	30	74	94	59	29	16
SK54	40	29	74	94	69	38	16

หมายเหตุ: วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานที่ระบุใน Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, APHA, AWWA, and WEF, 2005. Washington D.C., U.S.A.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพการบำบัดในระบบบ่อดักไขมันบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างในฤดูฝน

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	เปอร์เซ็นต์การลดลง (%)						
	บีโอดี (mg/L)	Color (ADML)	Grease and Oil (g/kg wet)	Grease and Oil (mg/L)	SS (mg/L)	TKN (mg/L)	TP (mg/L)
SK11	39	6	70	81	66	26	17
SK12	22	12	68	81	66	26	18
SK13	32	35	72	84	67	35	19
SK21	10	16	45	71	64	34	11
SK22	14	19	60	74	63	46	0
SK23	13	40	57	68	65	45	16
SK31	33	48	87	99	66	32	0
SK32	51	45	86	98	69	30	9
SK33	53	48	89	99	71	31	14
SK41	59	39	72	80	65	21	12
SK42	20	23	70	73	61	18	19
SK43	11	14	67	74	62	18	19
SK51	32	34	74	93	60	18	24
SK52	38	21	76	93	63	27	17
SK53	33	18	74	93	60	24	8
SK54	51	31	78	93	68	47	9

หมายเหตุ: วิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานที่ระบุใน Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, APHA, AWWA, and WEF, 2005. Washington D.C., U.S.A.

จากตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.3 สรุปได้ว่าค่า pH ของน้ำเสียเข้าระบบในทุกบ่อดักไขมันค่อนข้างคงที่คือ อยู่ระหว่าง 6.9 –8.2 อุณหภูมิของน้ำเสียอยู่ระหว่าง 27 – 30 องศาเซลเซียสและมีค่าเฉลี่ยบีโอดีColorGrease and OilGrease and Oil SSTKN และ TP อยู่ที่ 260.4 mg/L, 358.8 ADML, 444.5 g/kg wet, 922.1 mg/L, 293 mg/L, 43.2 mg/L และ 6.5 mg/L ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีColorGrease and OilGrease and OilSSTKN และ TP ของทุกระบบ มีค่าเท่ากับ 29% 26% 70% 85% 64% 30% และ13% ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.2 และ ตารางที่ 4.4 สรุปได้ว่าค่า pH ของน้ำเสียเข้าระบบในทุกบ่อดักไขมันค่อนข้างคงที่คือ อยู่ระหว่าง 6.8 –8.2 อุณหภูมิของน้ำเสียอยู่ระหว่าง 27 – 30 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยบีโอดีColorGrease and OilGrease and Oil SSTKN และ TP อยู่ที่236 mg/L, 311ADML, 413 g/kg wet, 841 mg/L, 269 mg/L, 42 mg/L และ6 mg/L ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการกำจัด บีโอดีColorGrease and OilGrease and OilSSTKN และ TP ของทุกระบบ มีค่าเท่ากับ 32% 28%72%85%65%30%และ 13% ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของบ่อดักไขมันทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง มีค่าใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สามารถสรุปได้ว่าฤดูกาลไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของบ่อดักไขมันในภาพรวม สำหรับปริมาณไขมันก่อนเข้าระบบบำบัดทั้งสี่แบบได้แก่ ถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจานถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหาร บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร และบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 400 ลิตรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.1 1443.5 831 และ1009 mg/Lตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่แตกต่างกันมาก เนื่องจากขนาดของระบบที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเป็นผลเนื่องจากการลักษณะของพื้นที่และการใช้น้ำล้างภาชนะ โดยทั่วไปข้อแนะนำจากการสัมภาษณ์ จะใช้วิธีรองน้ำใส่กะละมังแล้วนำภาชนะแล้วนำภาชนะลงไปล้างทำให้ไม่ว่าภาชนะที่ล้างจะมากหรือน้อยก็ยังใช้น้ำปริมาณเท่าเดิมหรือน้อยกว่าอยู่

ตามข้อมูลการสำรวจคุณภาพน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยและอาคารชนิดต่างๆ พบว่าน้ำเสียจากครัวของบ้านพักอาศัยมีปริมาณค่าน้ำมันและไขมันประมาณ 500 mg/l และจากครัวรวมกับส่วนอื่นๆของร้านอาหารภัตตาคารมีค่าปริมาณค่าน้ำมันและไขมันประมาณ 1,570 mg/l (Thai Engineering, 2009) ทั้งนี้สอดคล้องกับผลงานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งมีค่าน้ำมันและไขมันจากบ้านเรือนต่ำกว่าร้านอาหาร วัด เนื่องจากร้านอาหารและภัตตาคารมีปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำเสียมากกว่าจากบ้านเรือน ซึ่งเป็นสาเหตุให้ค่าน้ำมันและไขมันสูงขึ้นตามด้วย นอกจากนี้ในระบบขนาดใหญ่มีปริมาณน้ำมันและไขมันที่สูงมากจากมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้แสดงถึงค่าน้ำมันและไขมันที่ออกจากอาคารต่างๆ พบว่า ต้องมีค่ามาตรฐานไม่เกิน 100 mg/l และจากงานวิจัยครั้งนี้พบว่า น้ำทิ้งจากตลาดสดและร้านอาหารยังมีค่าเกินมาตรฐาน ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยหลายๆ งาน ซึ่งรายงานว่า

น้ำที่ออกจากอาคารที่ผ่านถังดักไขมันส่วนใหญ่จะยังคงมีค่าเกินมาตรฐานเช่น พบว่าน้ำเสียจากร้านอาหารหลังผ่านถังดักไขมันมีค่า 1,459 mg/l ทั้งนี้อาจเนื่องจากหลายๆ ปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นอัตราการไหลของน้ำเสีย ขนาดของถังดักไขมัน และเวลาเก็บกักของน้ำเสีย (Luangrungkiat, 2002,p. 2)

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบการบำบัดไขมันตามรูปแบบถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจาน ถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหารและ บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร (GT-200) และ 400 ลิตร (GT-400)

รูปแบบบ่อดักไขมัน**	% การบำบัดบีโอดี	% การบำบัด Grease and Oil(g/kg wet)	% การบำบัด Grease and Oil(mg/L)	% การบำบัด SS	%การบำบัด TKN	% การบำบัดTP	หมายเหตุ*
A	32	70	80	66	28	13	SK_{11} $SK_{12}SK_{13}$ SK_{41}
B	17	59	73	64	28	10	$SK_{21}SK_{22}SK_{23}$ SK_{42} SK_{43}
C	38	82	97	69	35	15	SK_{33} SK_{54}
D	34	80	96	63	31	14	$SK_{31}SK_{32}SK_{33}$ SK_{51} SK_{52} SK_{53}

หมายเหตุ : *จุดเก็บตัวอย่าง

** A ถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจาน; B ถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหาร; Cบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร; D บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 400 ลิตร

P_2O_5คำนวณมาจาก total phosphorus; K_2O คำนวณมาจาก K; CaOคำนวณมาจาก Ca

จากตารางที่ 4.5 เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบของถังดักไขมันทั้งสี่รูปแบบ ประกอบด้วย A ถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจาน; B ถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหาร; Cบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร; D บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 400 ลิตร พบว่า ถังดักไขมันแบบดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร และ 400 ลิตรให้ประสิทธิภาพการบำบัดที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับถังดักไขมันประเภทอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากการติดตั้งถังดักไขมันรูปแบบดังกล่าวมีการกำหนดระยะเวลาการกักพักและมีคู่มือการใช้ถังดักไขมันอย่างเด่นชัด ทำให้ประสิทธิภาพถังดักไขมันแบบดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร และ 400 ลิตร มีค่าที่เหมาะสมใกล้เคียงตามการออกแบบ

4.3 องค์ประกอบต่างๆ ในกากไขมัน

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบในกากไขมัน โดยนำตัวอย่างกากไขมันจากระบบบ่อดักไขมันรูปแบบการติดตั้งถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจาน ถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหาร บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร (GT-200) และ 400 ลิตร (GT-400)มา composite ตามปริมาณอัตราน้ำไหลเข้าระบบ ดังตารางที่ 4.6 พบว่า ถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจานมีค่าไขมันสะสมจะมีค่าเท่ากับ 11.28 โปรตีนมีค่าเท่ากับ 14.56 ไนโตรเจนมีค่าเท่ากับ 2.54 ฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 0.32 โพแทสเซียมมีค่าเท่ากับ 1.12 และพบแคลเซียมมีค่าเท่ากับ 0.08ถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหารมีค่าไขมันสะสมจะมีค่าเท่ากับ 36.24โปรตีนมีค่าเท่ากับ 60.34 ไนโตรเจนมีค่าเท่ากับ 7.84 ฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 3.23 โพแทสเซียมมีค่าเท่ากับ 8.32 และพบแคลเซียมมีค่าเท่ากับ 8.54บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร (GT-200)มีค่าไขมันสะสมจะมีค่าเท่ากับ 45.64 โปรตีนมีค่าเท่ากับ 21.33 ไนโตรเจนมีค่าเท่ากับ 4.63 ฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 0.64 โพแทสเซียมมีค่าเท่ากับ 1.73 และพบแคลเซียมมีค่าเท่ากับ 1.57 บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 400 ลิตร (GT-400)มีค่าไขมันสะสมจะมีค่าเท่ากับ 68.43 โปรตีนมีค่าเท่ากับ 21.84 ไนโตรเจนมีค่าเท่ากับ 6.85 ฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 1.95 โพแทสเซียมมีค่าเท่ากับ 7.12จากผลการทดลองดังกล่าว พบว่า ปริมาณสารอาหารและองค์ประกอบที่มีอยู่ในกากไขมันมีค่าแปรผันตามขนาดของบ่อดักไขมัน

ตารางที่ 4.6สรุปค่าปริมาณสารอาหารและองค์ประกอบที่สำคัญที่มีอยู่ในกากไขมัน (Scum)

รูปแบบ**	%								หมายเหตุ*
	TKN	P_2O_5	K_2O	CaO	FOG	Protein	Fiber	Ash	
A	2.54	0.32	1.12	0.08	11.28	14.56	-	-	SK_{11} $SK_{12}SK_{13}$ SK_{41}
B	7.84	3.23	8.32	8.54	60.34	36.24	13.46	2.76	$SK_{21}SK_{22}SK_{23}$ SK_{42} SK_{43}
C	4.63	0.64	1.73	1.57	45.64	21.33	6.68	1.95	SK_{33} SK_{54}
D	6.85	1.95	7.12	6.89	68.43	21.84	12.43	2.89	$SK_{31}SK_{32}SK_{33}$ SK_{51} SK_{52} SK_{53}

หมายเหตุ : *จุดเก็บตัวอย่าง

** A ถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจาน; B ถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหาร; Cบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร; D บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 400 ลิตร

P_2O_5คำนวณมาจาก total Phosphorus; K_2O คำนวณมาจาก K; CaOคำนวณมาจาก Ca

เมื่อนำค่าที่วิเคราะห์ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า C/N Ratio ในปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งมีค่าประมาณ 10 จากการคำนวณค่า C/N Ratio จากโปรตีน ซึ่งมี C 51-55% และ N 15-18% จะมีค่าเท่ากับ 3.67 และเมื่อพิจารณาถึงค่า C จากไขมันซึ่งเป็นโมเลกุลสายยาว คาดว่าจะมีค่า C/N Ratio เพียงพอสำหรับนำไปทำปุ๋ยอินทรีย์

เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้นั้นเพียงพอสำหรับการนำไปทำอาหารปลาและหมูคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14-36 % เพราะฉะนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำไปเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับอาหารสัตว์ แต่มีปริมาณไขมันจะมีมากสำหรับระบบถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหารและบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 400 ลิตร ประมาณมากกว่า 60 % จึงอาจจะจำเป็นต้องลดปริมาณไขมันลง แต่จำเป็นต้องคำนวณปริมาณไขมันให้พอดีกับความต้องการของสัตว์ เพื่อถูกโภชนาการของการเลี้ยงสัตว์

4.4 การมีส่วนร่วมและการยอมรับบ่อดักไขมันของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง

4.4.1 สภาพการณ์ก่อนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

จากการสังเกตและลงพื้นที่ร่วมกันกับสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสงขลา ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง พบว่าบ้านเรือนและวัดขนาดใหญ่ในหลายแห่งไม่มีการติดตั้งถังดักไขมันจากครัวเรือนหรือบริเวณซักล้างซึ่งตั้งอยู่ริมทะเลสาบสงขลา ทำให้เกิดปัญหาการปล่อยทิ้งน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนของน้ำมันและไขมันลงสู่ทะเลสาบสงขลาโดยตรง และมีแนวโน้มการเกิดปัญหาจากกรณีดังกล่าว เช่น ปัญหายูโทรฟิเคชันบริเวณเกาะยอฝั่งวัดท้ายยอทำให้เกิดปลากระพงในกระชังตายเป็นจำนวนมากในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม ของทุกปีดังแสดงในรูปที่ 4.15

ภาพถ่ายด้วยโดรนบริเวณปัญหาปลากะพงตายเฉียบพลัน (ฝั่งวัดท้ายยอ)

ภาพถ่ายด้วยโดรนบริเวณปลากะพงตายเฉียบพลัน (ฝั่งสะพานตินสูลานนท์-สิงหนคร)

รูปที่ 4.15 ภาพถ่ายด้วยโดรนบริเวณ ปลากะพงตายเฉียบพลัน

4.4.2 กระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น

เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในหัวข้อ 4.4.1และพบว่าสภาพโดยรอบบริเวณลานครัวของวัดขนาดใหญ่ในพื้นที่เกาะยอ มีสภาพเสื่อมโทรมมาก ดังในรูปที่ 4.16 สภาพการก่อนติดตั้งบ่อดักไขมันบริเวณลานครัววัดในพื้นที่เกาะยอทางสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดสงขลา จึงจัดทำโครงการความเชื่อมโยงกับพฤติกรรมเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา จึงได้มีการลงพื้นที่เพื่อสร้างความเข้าใจกับชุมชนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างเกี่ยวกับการคัดแยกน้ำทิ้งจากครัวเรือนทางกายภาพ เช่นน้ำมันและไขมันจากครัวเรือน โรงครัวหรือร้านอาหารขนาดใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 4.17

สภาพการก่อนติดตั้งบ่อดักไขมัน ณ วัดแหลมพ้อ | สภาพการก่อนติดตั้งบ่อดักไขมัน ณ วัดโคกเปรี้ยว

ภาพที่ 4.16 สภาพการก่อนติดตั้งบ่อดักไขมันบริเวณลานครัววัดในพื้นที่เกาะยอ

สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสงขลา จัดกิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ครั้งที่ 1 ณ องค์การบริหารตำบลเกาะยอ

รูปที่ 4.17 โครงการความเชื่อมโยงกับพฤติกรรมเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา (พื้นที่เกาะยอ)

4.4.3 ความรู้ ความเชี่ยวชาญที่ใช้ในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น

จากการลงพื้นที่ร่วมกับสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสงขลา พบว่า การจัดการน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด มีความสำคัญและสามารถกระทำการได้ทันที จึงได้ดำเนินการออกแบบและติดตั้งบ่อดักไขมันนำร่อง ณ วัดแหลมพ้อ วัดโคกเปรี้ยว และวัดท้ายยอ (พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่าง) ในปี พ.ศ.2557 และ วัดป่าขาด วัดแหลมจาก และวัดบ่อหว้า ในพ.ศ. 2558 (พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลาง) ดังแสดงรูปที่ 4.18

การติดตั้งบ่อดักไขมันขนาด400 ลิตรวัดแหลมพ้อ

การติดตั้งบ่อดักไขมันขนาด 400 ลิตร ณ วัดโคกเปรี้ยว

การติดตั้งบ่อดักไขมันขนาด 200 ลิตร ณ วัดท้ายยอ

การติดตั้งบ่อดักไขมันขนาด 400 ลิตร ณ วัดท้ายยอ

การติดตั้งบ่อดักไขมันขนาด 400 ลิตร วัดแหลมจาก

การติดตั้งบ่อดักไขมันขนาด 400 ลิตร ณ วัดป่าขาด

รูปที่ 4.18 การติดตั้งบ่อดักไขมันนำร่อง ณ พื้นที่ทะเลสาบตอนกลางและตอนล่าง

4.4.4การประเมินผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบในกากไขมัน โดยนำตัวอย่าง คุณภาพน้ำก่อนและหลัง รวมถึงองค์ประกอบของกากไขมันระบบบำบัดทั้งสี่แบบได้แก่ ถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจานถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหาร บ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร และบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 400 ลิตรพบว่า ถังดักไขมันแบบดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร และ 400 ลิตรให้ประสิทธิภาพการบำบัดที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับถังดักไขมันประเภทอื่นๆ เนื่องจากการติดตั้งถังดักไขมันรูปแบบดังกล่าวมีการกำหนดระยะเวลาการกักพักและมีคู่มือการใช้ถังดักไขมันอย่างเด่นชัด แต่การควบคุมอัตราน้ำไหลเข้าระบบเป็นไปได้ยาก การออกแบบบ่อดักไขมันสำหรับประเทศไทยซึ่งมีอุณหภูมิสูง การจับตัวของไขมันช้า ดังนั้นระยะเวลากักพัก (Detention time) ของบ่อดักไขมันจึงไม่ควรน้อยกว่า 6 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำมันและไขมันมีโอกาสแยกตัวและลอยขึ้นมาสะสมกันอยู่บนผิวน้ำ และตักออกไปกำจัดเมื่อปริมาณไขมันและน้ำมันสะสมมากขึ้น(กรมควบคุมมลพิษ, 2555) ดังนั้น จุดเก็บตัวอย่างน้ำอย่างจุด SK2 และ SK4 ต้องมีควบคุมการแยกเศษอาหาร เพิ่มระยะเวลาการกักพัก หรือเพิ่มขนาดของบ่อดักไขมันหรือสร้างบ่อดักไขมันเพิ่มอีก 1 บ่อแบบอนุกรม เนื่องจากบ่อที่ใช้สำหรับบ้านเรือนจะมีขนาดเล็กทำให้ไม่คุ้มกับการก่อสร้างแบบเทคอนกรีตเสริมเหล็ก อาจก่อสร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ที่มีจำหน่ายทั่วไปนำมาวางซ้อนกัน เพื่อให้ได้ปริมาตรเก็บกักตามที่ได้ที่เหมาะสม โดยทางน้ำเข้าและทางน้ำออกของบ่อดักไขมันอาจจะใช้ท่อรูปตัวที (T) หรือแผ่นกั้น (Baffle) สำหรับในกรณีที่น้ำเสียมีปริมาณมากอาจก่อสร้างจำนวนสองบ่อหรือมากกว่าตามความเหมาะสม แล้วแบ่งน้ำเสียไหลเข้าแต่ละบ่อในอัตราเท่า ๆ กัน ดั่งข้อแนะนำการเพิ่มระยะเวลาการกักพักจากกรมควบคุมมลพิษ, (2537)

4.4.5แนวทางการติดตามและธำรงรักษาพัฒนาการที่เกิดขึ้นในคงอยู่ต่อไป

การติดตามระบบบ่อดักไขมันในชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่างเพื่อเลือกระบบบำบัดบ่อดักไขมันแบบนำร่องในการตรวจสอบ จำนวน รวม 15 แห่งผู้วิจัยได้ร่วมเป็นวิทยากรและวิศวกรในกิจกรรมอบรมแนวทางการก่อสร้าง การใช้ประโยชน์และการดูแลรักษาระบบดักไขมันและความเชื่อมโยงกับพฤติกรรมเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศ ประจำปีงบประมาณ 2557- 2559 ตลอดโครงการตั้งแต่ก่อนการติดตั้ง ระหว่างการติดตั้งภายหลังการติดตั้ง และการนำกากไขมันไปใช้ประโยชน์ โดยให้ข้อแนะนำด้านการดูแลและรักษาบ่อดักขัมน การนำกากไขมันไปใช้ตามองค์ประกอบที่ตรวจวัดพบเมื่อนำค่าที่วิเคราะห์ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า C/N Ratio ในปุ๋ยอินทรีย์ เมื่อพิจารณาถึงค่า C จากไขมันซึ่งเป็นโมเลกุลสายยาวคาดว่าจะมีค่า C/N Ratio เพียงพอสำหรับนำไปทำปุ๋ยอินทรีย์ และปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้นั้นเพียงพอสำหรับการนำไปทำอาหารปลาและหมูคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14-36 % เพราะฉะนั้นจึงมีความ

เป็นไปได้ในการนำไปเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับอาหารสัตว์ตามบริบทของแต่ละพื้นที่ และ ยังแนะนำการทำถังดักไขมันแบบง่ายเพื่อใช้ในครัวเรือนขนาดเล็กอีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.19

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>ตัวอย่างเอกสารบรรยายการติดตั้งบ่อดักไขมันและสาธิตการทำถังดักไขมัน</td><td>บรรยายการจัดการน้ำมันและไขมันจากบ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับชุมชน วัดท้ายยอ</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>ลงพื้นที่บรรยายการดูแลและใช้ประโยชน์จากบ่อดักไขมัน ณ องค์การบริหารส่วนตำบลป่าขาด</td><td>ลงพื้นที่บรรยายการดูแลและใช้ประโยชน์จากบ่อดักไขมัน ณ วัดโคกเปรี้ยว เกาะยอ</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>ลงพื้นที่บรรยายการดูแลและใช้ประโยชน์จากบ่อดักไขมัน ณ องค์การบริหารส่วนตำบลควนโส</td><td>ลงพื้นที่บรรยายการดูแลและใช้ประโยชน์จากบ่อดักไขมัน ณ องค์การบริหารส่วนตำบลปากรอ</td></tr>
</table>

รูปที่ 4.19 ลงพื้นที่บรรยายการดูแลและใช้ประโยชน์จากบ่อดักไขมัน ณชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาคุณลักษณะของน้ำเข้าและน้ำออก ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากครัว ร้านอาหาร และวัด ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลางและตอนล่าง สรุปผลได้ดังนี้ ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของบ่อดักไขมันทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง มีค่าใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สรุปได้ว่าฤดูกาลไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของบ่อดักไขมันในภาพรวม ปริมาณไขมันก่อนเข้าระบบบำบัดทั้งสี่แบบจะอยู่ในช่วง 45 - 2380mg/L ซึ่งเป็นค่าที่แตกต่างกันมาก เนื่องจากขนาดของระบบที่แตกต่างกัน เมื่อเทียบปริมาณน้ำทิ้งกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท จ ตามประกาศของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ระบุให้ค่าน้ำมันและไขมันไม่เกิน 100 mg/l แล้วพบว่า ปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำออกของถังดักไขมันจากครัวและวัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแต่น้ำทิ้งจากตลาดสดและร้านอาหารยังมีค่าเกินมาตรฐาน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดแต่ละรูปแบบของถังดักไขมันทั้งสี่รูปแบบ ประกอบด้วย ถังดักไขมันแบบติดตั้งที่บ้านเรือนที่มีอ่างล้างจานถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหารบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตรบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 400 ลิตร พบว่า ถังดักไขมันแบบดักไขมันแบบนำร่องขนาด 200 ลิตร และ 400 ลิตรให้ประสิทธิภาพการบำบัดที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับถังดักไขมันประเภทอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากการติดตั้งถังดักไขมันรูปแบบดังกล่าวมีการกำหนดระยะเวลาการกักพักและมีคู่มือการใช้ถังดักไขมันอย่างเด่นชัด แต่อย่างไรก็ตามในบางจุดเก็บตัวอย่างน้ำอย่างจุด SK2 และ SK4 อาจจะต้องมีควบคุมการแยกเศษอาหาร เพิ่มระยะเวลาการกักพัก หรือเพิ่มขนาดของบ่อดักไขมันหรือสร้างบ่อดักไขมันเพิ่มอีก 1 บ่อแบบอนุกรมเนื่องจากบ่อที่ใช้สำหรับบ้านเรือนจะมีขนาดเล็กทำให้ไม่คุ้มกับการก่อสร้างแบบเทคอนกรีตเสริมเหล็ก อาจก่อสร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ที่มีจำหน่ายทั่วไปนำมาวางซ้อนกัน เพื่อให้ได้ปริมาตรเก็บกักตามที่ได้ที่เหมาะสม

การนำกากไขมันไปใช้ประโยชน์ เมื่อนำผลการทดลองที่วิเคราะห์ได้ เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปทำปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกระบบได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม เท่ากับ 5.471.54 และ 4.57จะเห็นได้ว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียมนั้นมีค่าที่เหมาะสม แต่ในส่วนของฟอสฟอรัส อาจจะจำเป็นต้องเติมฟอสฟอรัสโดยตรงหรือธาตุอาหารเช่น กระดูกป่น หรือ เถ้ากระดูก เป็นต้น นอกจากนี้ หากนำไปทำปุ๋ยโดยตรง อาจจะทำให้ไขมันคลุมผิวหน้าดิน ทำให้เกิดปฏิกิริยาไร้อากาศ ทำให้พืชเน่าตายได้ ควรแยกกากไขมันหรือบดให้ละเอียด

ก่อน สำหรับการนำไปทำอาหารสัตว์ พบว่าปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้นั้นเพียงพอสำหรับการนำไปทำอาหารปลาและหมูคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14-36 % เพราะฉะนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำไปเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับอาหารสัตว์ แต่มีปริมาณไขมันจะมีมากสำหรับระบบถังดักไขมันแบบที่ติดตั้งที่ร้านค้าอาหารและบ่อดักไขมันแบบนำร่องขนาด 400 ลิตร ประมาณมากกว่า 60 % จึงอาจจะจำเป็นต้องลดปริมาณไขมันลง แต่จำเป็นต้องคำนวณปริมาณไขมันให้พอดีกับความต้องการของสัตว์ เพื่อถูกโภชนาการของการเลี้ยงสัตว์ โดยอาจจะต้องเพิ่มวัตถุดิบที่มีโปรตีน เช่น ถั่วเขียว ถั่วลิสง เป็นต้น เพื่อถั่วเฉลี่ยโปรตีนและไขมันให้อยู่ในระดับมาตรฐาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการจัดทำระบบดักไขมันแบบง่ายเพื่อใช้ในครัวเรือนโดยเน้นต้นทุนการผลิตที่ต่ำและประสิทธิภาพสูง

5.2.2 ควรมีการศึกษาอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับความเป็นไปได้ในการทำปุ๋ยอินทรีย์หรือวัสดุผสมดินปลูก

5.2.3 ควรมีการบูรณาการองค์ความรู้ร่วมกับหน่วยงานท้องถิ่นอื่นๆ เช่นการจัดการคู่มือการจัดการระบบบ่อดักไขมัน

5.2.4 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการนำกากไขมันไปทำเชื้อเพลิงสำหรับเตาเผาชีวมวลเนื่องจากไขมันมีค่าความร้อนสูงเพียงพอ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

เอกสารอ้างอิง

กมลนาวิน อินทนูจิตร. (2556). **เอกสารประกอบการสอนวิชาการจัดการทะเลสาบ. สภาวะบ่งชี้การเกิดยูโทรฟิเคชั่นในทะเลสาบ.** โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

กรมควบคุมมลพิษ (2537). **คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่**

กรมควบคุมมลพิษ (2538). **คู่มือเล่มที่ 3 แนวทางควบคุมปัญหาน้ำเสียสำหรับองค์กรบริหารท้องถิ่น**

กรมควบคุมมลพิษ (2546). **คู่มือแนวทางการจัดการกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียโครงการจัดทำหลักเกณฑ์และแนวทางการจัดการกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย**

กรมควบคุมมลพิษ (2555). **คู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับบ้านเรือน**

กรมควบคุมมลพิษ. (2550). **สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปีพ.ศ. 2550** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://infofile.pcd.go.th/mgt/report50.pdf

นิคม ละอองศิริวงศ์และ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. (2548). **สภาวะยูโทรฟิเคชันในทะเลสาบสงขลา**. พิมพ์ครั้งที่ 1-2549. กรุงเทพมหานคร: [10107] สำนักหอสมุด ม.เกษตรศาสตร์.

ประสิทธิ์เหลืองรุ่งเกียรติ (2545). **ความรู้ความเข้าใจและทัศนคติของผู้ประกอบการที่จำหน่ายอาหารและปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของบ่อดักไขมันในเขตกรุงเทพมหานคร**.วารสารการส่งเสริมสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมปีที่ 25 ฉบับที่ 2 (เมษายน - มิถุนายน)

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2536). **“ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณและลักษณะน้ำทิ้งชุมชนในประเทศไทย”**เอกสารประกอบการประชุมสวสท’36

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. **โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน เล่ม 3**, 2538. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html

American Public Health Association (APHA). (2005). **Standard Methods for the examination of water and wastewater.** (21th ed.). APHA-AWWA-WEF. Washington D.C.

Metcalf, and Eddy. (2003). **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse.** (4th ed.). Botton: McGraw-Hill.

Nosrat, M. et al. (2004**). Inhibition of thermophilicanaerobic digestion of waste food by long chain fatty acidsand propionate**. IRANIAN JOURNAL of BIOTECHNOLOGY, Vol. 2,No. 4.

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. นาย กมลนาวิน อินทนูจิตร

Mr. KamonnawinInthanuchit

เลขที่บัตรประจำตัวประชาชน (13 หลัก) 1909999012868

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์สังกัดภาควิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วัน/เดือน/ปีเกิด 26/08/2527

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90000

โทรศัพท์ 0-8669-8778-8 **E-mail** kamonnawin@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ปริญญาเอก	Ph.D. candidate	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

- การกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติในแหล่งน้ำดิบประปา
- การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนในระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน
- เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมขั้นสูง

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

- หัวหน้าโครงการวิจัย “โครงการวิจัยเชิงประยุกต์เพื่อตรวจสอบปริมาณภาระบรรทุกคาร์บอนและไนโตรเจนของระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ในเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา” ของบประมาณ กองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เลขที่สัญญา 53/2557

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

- การติดตามปริมาณภาระบรรทุกคาร์บอนและไนโตรเจนของตลาดน้ำคลองแห จังหวัดสงขลา เผยแพร่ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาครั้งที่ 2” ระหว่างวันที่ 14-15 สิงหาคม 2557 ณ หอประชุมนานาชาติ ฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- การศึกษาปริมาณสารคลอโรฟิลล์เอในคลองหลวงที่เชื่อมต่อระหว่างทะเลสาบสงขลาตอนล่างและทะเลสาบสงขลาตอนกลาง เผยแพร่ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาครั้งที่ 3” ระหว่างวันที่ 28-29 พฤษภาคม 2558 ณ หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ของบประมาณกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เลขที่สัญญา 53/2557
- การลดสารอินทรีย์ตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดสารก่อมะเร็งโดยไคโตซานและสารส้มในน้ำดิบประปาจากคลองอู่ตะเภา เผยแพร่ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาครั้งที่ 3” ระหว่างวันที่ 28-29 พฤษภาคม 2558 ณ หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ของบประมาณ กองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เลขที่สัญญา 53/2557
- การศึกษาความเป็นไปได้ในการทำปุ๋ยหมักด้วยวัชพืชในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา กรณีศึกษาผักตบชวาและหญ้าขน เผยแพร่ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาครั้งที่ 3” ระหว่างวันที่ 28-29 พฤษภาคม 2558 ณ หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ของบประมาณ กองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เลขที่สัญญา 53/2557

งานวิจัยที่กำลังทำ :

สถานภาพวิจัยในครั้งนี้ **หัวหน้าโครงการวิจัย**

2. น.ส. หิรัญวดี สุวิบูรณ์

Miss HirunwadeeSuwibul

เลขที่บัตรประจำตัวประชาชน (13 หลัก) 3969900219593

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์สังกัดภาควิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วัน/เดือน/ปีเกิด 22/12/2519

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90000

โทรศัพท์ ..... 0-8149-2408-3..... **E-mail**

.....hirunwadee@hotmail.com.....

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี	วท.บ. (ศึกษาศาสตร์)	เคมี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ปริญญาโท	วท.ม.	การจัดการสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

- การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ โดยการวางแผนเพื่อการจัดการของเสียทางเกษตรกรรมโดยอาศัยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

-

สถานภาพวิจัยในครั้งนี้ **เป็นผู้ร่วมวิจัยในข้อเสนอการในการทำการวิจัย**

3. น.ส. นัดดา โปดำ

Miss NaddaPodam

เลขที่บัตรประจำตัวประชาชน (13 หลัก) 3930600180693

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์สังกัดภาควิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วัน/เดือน/ปีเกิด 07/07/2523

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90000

โทรศัพท์ ..... 0-8973-3812-5..... **E-mail** .....

hong_nad@hotmail.com.....

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	ม.ราชภัฏสงขลา
ปริญญาโท	วท.ม.	การจัดการสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

- การจัดการน้ำเสียชุมชน

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

-

สถานภาพวิจัยในครั้งนี้ **เป็นผู้ร่วมวิจัยในข้อเสนอการในการทำการวิจัย**

4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์

Assist. Prof. KwankamonKunpitak

เลขที่บัตรประจำตัวประชาชน (13 หลัก) 3909700006529

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน / ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สังกัดภาควิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วัน/เดือน/ปีเกิด 31/7/2515

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90000

โทรศัพท์ ..... 0-8365-8451-2..... **E-mail** .....

khwankamon@hotmail.com.....

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี	ศึกษาศาสตร์บัณฑิต	คหกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ปริญญาโท	วท.ม.	การจัดการสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

- การจัดการขยะชุมชน

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

-

สถานภาพวิจัยในครั้งนี้ **เป็นผู้ร่วมวิจัยในข้อเสนอการในการทำการวิจัย**

5. นายสอแหละ บางูสัน

Mr.SolhaeBangusan

เลขที่บัตรประจำตัวประชาชน (13 หลัก) 1901499000413

ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ สังกัดภาควิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วัน/เดือน/ปีเกิด 26/05/1987

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90000

โทรศัพท์ ..... 0-8054-2332-7..... **E-mail** ..... sohae26@gmail.com.....

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

- การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

-

สถานภาพวิจัยในครั้งนี้ **เป็นผู้ร่วมวิจัยในข้อเสนอการในการทำการวิจัย**

6. ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ

Dr. SucheewanYoyruroob

เลขที่บัตรประจำตัวประชาชน (13 หลัก) 3909700006529

ตำแหน่งปัจจุบัน รองคณบดีฝ่ายวิชาการและการประกันคุณภาพการศึกษา/อาจารย์ สังกัดภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วัน/เดือน/ปีเกิด 31/7/2515

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ถนนกาญจนวนิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90000

โทรศัพท์ ..... 0-8698-7099-0..... **E-mail** .....

ysucheewan@hotmail.com.....

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปริญญาเอก	วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

- การจัดการน้ำเสียชุมชน
- การจัดการมลพิษจากยานพาหนะ

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

-

สถานภาพวิจัยในครั้งนี้ **เป็นที่ปรึกษาโครงการวิจัย**