จำนวน 1 เล่ม
15 ส.ค. 2559

รายงานการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรด ในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

Efficiency of Water Hyacinth Fibers Mixed with Pineapple Leaf to Reduce Phosphate Oil and Grease in the Wastewater from the Laundry

นางสาวสุใบด๊ะ ตาปอ

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2558

113411
- 3 มิ.ย. 2559
2

ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์)

เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

Efficiency of Water Hyacinth Fibers Mixed with Pineapple Leaf to Reduce Phosphate Oil and Grease in the Wastewater from the Laundry

ผู้วิจัย นางสาวสุใบด๊ะ ตาปอ รหัส 534292040

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย
คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(นางสาวศรีธยา ฤทธิ์ช่วยรอด)

.....กรรมการ
(นางสาวหิรัญวดี สุวิบูรณ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

.....กรรมการ
(นางสาวนัดดา โปดำ)

.....กรรมการ
(นางสาวหิรัญวดี สุวิบูรณ์)

.....กรรมการ
(นางสาวศรีธยา ฤทธิ์ช่วยรอด)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนา ศิริโชติ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาการวิจัยเฉพาะทาง (4003002) การทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาหลักอาจารย์ศรีธยา ฤทธิ์ช่วยรอด และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์ ผู้ให้คำปรึกษาและตรวจวิจัยตลอดมาจนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ โอกาศนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์นัดดา โปดำ ผศ.ขวัญกมล ขุนพิทักษ์ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ และอาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร ที่ให้คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณนายสอแหละ บางูสันเจ้าหน้าที่ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและ เจ้าหน้าที่ประจำโปรแกรมวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ และเรื่องมืออุปกรณ์ในการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณ ร้านซักอบรีด ซอย 7 ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำตัวอย่างในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และมีส่วนช่วยเหลืองานวิจัยในครั้งนี้ทุกภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณบิดา มารดา ที่อุปถัมภ์กำลังทรัพย์และให้กำลังใจตลอดมา และเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยจนสำเร็จ

นางสาวสุใบด๊ะ ตาปอ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
พฤศจิกายน 2558

ชื่อการวิจัยสิ่งแวดล้อม	การศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด
ผู้วิจัย	นางสาวสุใบด๊ะ ตาปอ
วิทยาศาสตรบัณฑิต	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ศรีธยา ฤทธิ์ช่วยรอด
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟตน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด โดยใช้เส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรด และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้เส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรดแบบแยกชั้นกับแบบผสม ในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน จากการศึกษาพบว่า แบบแยกชั้นและแบบผสมมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฟอสเฟต คิดเป็นร้อยละ 47.86 และ 38.74 ตามลำดับ และ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับประสิทธิภาพในการลดน้ำมันและไขมัน พบว่า แบบแยกชั้นมีประสิทธิภาพในการลดน้ำมันและไขมัน คิดเป็นร้อยละ 74.90 ส่วนแบบผสมคิดเป็นร้อยละ 72.38 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นเส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรดสามารถลดฟอสเฟตน้ำมันและไขมัน ในน้ำเสียจากร้านซักอบรีดได้ และควรจะใช้แบบแยกชั้นเพราะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบผสม

Environment Research	:Efficiency of Water Hyacinth Fibers Mixed with Pineapple Leaf to Reduce Phosphate Oil and Grease in the Wastewater from the Laundry
Researchers	: MissSubaidahTapor
Study Programe	: Environmental Science (Environmental Technology)
Faculty of	: Science and Technology
Academic Year	: 2015
Advisor	: Miss SrithayaRidchuayrod
Co-advisor	: Miss HirunwadeeSuviboon

Abstract

This research aimed to study the efficiencyof hyacinth fibers and pineappleleaf in reducing phosphate, oil and grease in wastewater from laundry and tocompare the efficiencybetween water hyacinth fibers mixed with pineapple leaf and separatedthem. The study found thatseparate set and the combination of filters that are effective in reducing the amount of phosphate in wastewater 47.86 and 38.74 percent, respectively. Theefficiencyin reducing the amount of oil and grease in wastewater from laundry found that the separate set are effective in reducing the amount of oil and grease in wastewater at 74.90 percent, while the combination set at72.38 percent. The difference was statistically significant at a confidence level of 95 (sig. <0.05). Therefore hyacinth fibers and pineapple leaf can reduce phosphate, oil and grease in wastewater from laundry and should to use the separate set because they are higher efficiency than combination set.

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ก
บทคัดย่อ		ข
Abstract		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญรูป		ช
บทที่ 1	**บทนำ**	
	1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ตัวแปร	2
	1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
	1.5 สมมติฐาน	3
	1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	1.7 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	3
บทที่ 2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	
	2.1 ลักษณะทั่วไปเกี่ยวกับน้ำน้ำเสีย	4
	2.2 กิจกรรมซักรีด	4
	2.3 ลักษณะน้ำเสียจากกิจกรรมซักรีด	7
	2.4 ผลกระทบของน้ำเสียจากกิจกรรมซักรีด	10
	2.5 สมบัติของตัวกรองจากเส้นใยธรรมชาติ	11
	2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
	2.7 ข้อมูลทั่วไปของผักตบชวาและใบสับปะรด	16
บทที่ 3	**วิธีการดำเนินการวิจัย**	
	3.1 ขอบเขตของการวิจัย	22
	3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	22
	3.3 ขั้นตอนการเตรียมเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด	24
	3.4 การเตรียมชุดกรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีด	24
	3.5 วิธีการทดลอง	26
	3.6 ประสิทธิภาพการลดลงของฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน	26
	3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	26

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**ผลและการอภิปรายผลการวิจัย**	
4.1	ค่าความเป็นกรด-ด่าง pH	27
4.2	อุณหภูมิ (^{o}C)	28
4.3	ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS)	30
4.4	ปริมาณฟอสเฟต (P)	31
4.5	ปริมาณน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease)	32
4.6	ประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟตในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด	34
4.7	ประสิทธิภาพในการลดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด	35
บทที่ 5	**สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**	
5.1	สรุปผลการทดลอง	37
5.2	ข้อเสนอแนะ	37
บรรณานุกรม		
ภาคผนวก		
ภาคผนวก ก วิธีการทดลอง		ผก-1
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการทำวิจัย		ผข-1
ภาคผนวก ค แบบเสนอโครงร่างวิจัย		ผค-1
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์สถิติ แบบ T-test (Paived Samples T- test)		ผง-1
ภาคผนวก จ ประวัติผู้ทำวิจัย		ผจ-1

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.7-1	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	3
2.3-1	ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวันและต่อผ้า 1กก.จากกิจกรรมซักรีดแต่ละประเภท	7
2.3-2	ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น	8
2.3-3	ลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำเสียจากกิจกรรมซักรีดประเภทต่างๆ	9
2.6-1	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
2.7-1	คุณสมบัติทางกายภาพและกลศาสตร์ของเส้นใยผักตบชวา	17
2.7-2	องค์ประกอบของผักตบชวาแห้ง	18
3.5-1	แสดงพารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	26
4.1-1	ค่าเฉลี่ยของค่าพีเอช (pH) ของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม	27
4.2-1	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม	29
4.3-1	ค่าเฉลี่ยของปริมาณ TSS ของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม	31
4.4-1	ค่าเฉลี่ยของฟอสเฟตของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม	32
4.5-1	ค่าเฉลี่ยของน้ำมันและไขมันของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม	33
4.6.1-1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของฟอสเฟตเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดแบบแยกชันและแบบผสม	34
4.7.1-1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำมันและไขมันเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดแบบแยกชันและแบบผสม	36

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.7-1	ผักตบชวา	16
2.7-2	ใบสับปะรด	19
3.3-1	ขั้นตอนการเตรียมเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด	24
3.4-1	ตัวอย่างโมเดล ชุดอุปกรณ์กรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีด	25
3.4-2	ชุดอุปกรณ์กรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีด	25
4.1-1	ค่าเฉลี่ยของค่าพีเอช (pH) ของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม	28
4.2-1	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม	29
4.3-1	ค่าเฉลี่ยของปริมาณ TSS ของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม	31
4.4-1	ค่าเฉลี่ยของฟอสเฟตของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม	32
4.5-1	ค่าเฉลี่ยของน้ำมันและไขมันของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม	33
4.6-1	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกรองปริมาณฟอสเฟต (P) ของน้ำด้วยเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด	34
4.7-1	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดลงปริมาณน้ำมันและไขมันของน้ำด้วยเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด	36

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปัจจุบันปัญหามลพิษทางน้ำเป็นปัญหาหนึ่งที่มีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงมากขึ้น อาจเนื่องมาจากการขยายตัวของชุมชนเมือง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากร ทำให้มีการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะการใช้น้ำของคนในเขตเมืองจะใช้น้ำมากกว่าคนในชนบท โดยคนในชนบทจะใช้น้ำเฉลี่ยวันละ 50 ลิตรต่อคนต่อวัน ส่วนคนในชุมชนเมืองมีการใช้น้ำเฉลี่ยวันละ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน ซึ่งร้อยละ 4 เท่า (มูลนิธิโลกสีเขียวและบริษัทบุญรอดบริวเวอร์รี่, ม.ป.ป.:15) ของน้ำที่ใช้จะเป็นน้ำเสียชุมชน ซึ่งรวมไปถึงน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมซักอบรีด การดำเนินธุรกิจในด้านซักอบรีดนับเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรืออุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ต้องใช้น้ำในกระบวนการทำความสะอาดเป็นจำนวนมาก ซึ่งปริมาณน้ำที่ใช้กับเครื่องซักผ้าในแต่ละครั้ง ประมาณว่าสูงถึง 110-200 ลิตรต่อครั้ง (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539 :27) หรือเมื่อคิดปริมาณน้ำเสียต่อการซักผ้า 1 วัน ร้านซักผ้าทั่วไปจะมีน้ำเสีย 10.35-25.14 ลิตรต่อวัน โรงงานซักรีด โรงแรม และโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ จะมีปริมาณน้ำเสียต่อวันประมาณ 28.51, 16.65-17.82 และ58.81 ลิตร ตามลำดับ ในส่วนค่าของตัวแปรคุณภาพน้ำที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในแต่ละกิจกรรมซักรีด เช่นค่า BOD_5, COD, Turbidity, SS, Coliform Bacteria หรือ Fecal Coliform Bacteria ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น จำนวนและความสกปรกของผ้าที่ซัก การใช้สารเคมีที่แตกต่างกันในกระบวนการซัก ประสิทธิภาพในการวักหรือแรงปั่นของเครื่องซักผ้า ปริมาณน้ำที่เข้าสู่เครื่องซักผ้าในแต่ละขนาดและยี่ห้อ การตั้งโปรแกรมการซักของผู้ประกอบการและการใช้น้ำร้อนหรือน้ำเย็นในการซัก เป็นต้น ส่วนค่า TP, TKN และ NH_3-N ของน้ำซักผ้ามีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่า TP อยู่ระหว่าง 19.70-14.17 mg/L ค่า TKN อยู่ระหว่าง 5.50-8.90 mg/L และ NH_3-N มีค่าอยู่ระหว่าง 0.34-1.80 mg/L (วรายุส วรรณวิไล, 2542) ส่วนปริมาณฟอสเฟตในร้านซักรีดทั่วไป 24 mg/L (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2553) ซึ่งน้ำเสียจากร้านซักรีดนอกจากมีฟอสเฟตปนเปื้อนแล้วยังพบว่ามีสารจำพวกไขมันที่หลุดออกมาจากเสื้อผ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 554 mg/L ในธุรกิจซักรีดขนาดใหญ่ และ 1,406 mg/L ในร้านซักรีดชุมชน (Nemerow, 1978:350) จากการศึกษาพบว่าเส้นใยพืช โดยเฉพาะเส้นใยของผักตบชวาจะมีลักษณะเป็นรูพรุนที่ถี่มากคล้ายฟองน้ำ สามารถดักตะกอนเล็กๆ และคราบไขมันที่มากับน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำเสียชุมชนที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำต่างๆ จะมีปริมาณความเข้มข้นของสารประกอบฟอสเฟต น้ำมันและไขมันธาตุอาหารในปริมาณสูง และเมื่อน้ำเสียมีการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมโดยไม่มีการบำบัด อาจก่อให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทฟิเคชั่น (Eutrophication) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่แหล่งน้ำมีปริมาณธาตุอาหารสูงเกินไป ทำให้วัชพืชน้ำและสาหร่ายสีเขียวเพิ่มจำนวน

อย่างรวดเร็ว ซึ่งในเวลากลางคืนสาหร่ายจะใช้ออกซิเจนในการหายใจ ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงมาก จึงทำให้สิ่งมีชีวิตขาดออกซิเจนและตายในที่สุด

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะศึกษาและพัฒนาวิธีการที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากร้านซักอบรีดด้วยวิธีการกรองด้วยเส้นใยธรรมชาติได้แก่ เส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรด ซึ่งเป็นพืชที่สามารถพบได้ทั่วไปในท้องถิ่นและเป็นพืชหรือวัสดุเหลือใช้ และจากการศึกษาของชันนี เศษระนำ และ ทิพวรรณ หมาดกะจิ (2553) ยังพบว่า เมื่อนำเส้นใยทั้ง 2 ชนิด มาผสมกันจะสามารถลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันได้ ร้อยละ 47.86 และ ร้อยละ 74.90 ตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าหากนำเส้นใยทั้ง 2 ชนิด มาทดสอบโดยการแยกชั้นอาจสามารถให้ประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟต น้ำมันและไขมันได้ดียิ่งขึ้น ทั้งยังเป็นการนำพืชที่เป็นปัญหาในแหล่งน้ำและส่วนของพืชที่เป็นของเสียมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งประหยัดค่าใช้จ่ายและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้เส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรดระหว่างแบบแยกชั้นกับแบบผสมในการลดปริมาณฟอสเฟตน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจาก ร้านซักอบรีด

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น : เส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรด

ตัวแปรตาม : ประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน

ตัวแปรควบคุม : ปริมาณน้ำเสีย, ปริมาณเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

เส้นใย หมายถึง สิ่งที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียว องค์ประกอบของเซลล์ ส่วนใหญ่เป็นเซลลูโลส เกิดจากการรวมตัวของพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) ของกลูโคส (glucose) ซึ่งโมเลกุลของเซลลูโลสเรียงตัวกันในผนังเซลล์ของพืชเป็นหน่วยเส้นใยขนาดเล็กมาก เกิดการเกาะจับตัวกันเป็นเส้นใยขึ้น (จอมยุทช, 2543)

ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น ความสามารถของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด (ในการศึกษานี้)

น้ำเสียจากร้านซักอบรีด หมายถึง น้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการซักล้างจากร้านซักอบรีดในชุมชน (ในการศึกษานี้)

1.5 สมมติฐาน

เส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดช่วยลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำวัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

1.7 ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีระยะเวลาดำเนินการระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 สำหรับแผนการดำเนินการศึกษาแสดงใน**ตารางที่1.7-1**

ตารางที่1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินการ	2556			2557			2558					
	ม.ค.-ก.ค.	ส.ค.	พ.ย.-ก.พ.	มี.ค.-เม.ย.	พ.ค.	ก.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.-ธ.ค.
รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร	———	------										
สอบโครงร่างวิจัย		▲										
เตรียมใบสับปะรดกับเส้นใยผักตบชวา				———	------							
วิเคราะห์พารามิเตอร์					———							
สอบความก้าวหน้า						▲						
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล						———	———	———	———	------	------	
การเขียนเล่มวิจัย									———	———	------	------
สอบจบและแก้ไขเล่มเล่มวิจัย												▲

หมายเหตุ ช่วงเดือน * พ.ย. 2556 – ก.พ. 2557 เป็นช่วงของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทั่วไปเกี่ยวกับน้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง ของเหลวหรือน้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆในปริมาณสูงมาก ทั้งในรูปแขวนลอยหรือละลายอยู่ ในน้ำ ซึ่งความสกปรกหรือความไม่น่าใช้จึงมีมากกว่าแหล่งน้ำธรรมชาติ จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ ไม่เป็นที่ต้องการน่ารังเกียจ เป็นมลพิษทางทัศนียภาพ ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม และไม่เหมาะสมสำหรับการนำกลับมาใช้ ประโยชน์ได้อีกต่อไป แหล่งกำเนิดของน้ำเสียที่สำคัญสามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆได้ 3 ประเภท ดังนี้

1) น้ำเสียชุมชน เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆในการดำรงชีวิตในการประกอบอาชีพของประชาชนที่อยู่อาศัยในชุมชน เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย ร้านค้า ตลาด โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียน รวมไปถึงน้ำเสียจากร้านซักรีด ฯลฯ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีความสกปรกในรูปสารอินทรีย์เป็นส่วนประกอบสำคัญ

2) น้ำเสียจากอุตสาหกรรม เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำล้างในกระบวนการผลิตต่างๆ ซึ่งมีสมบัติแตกต่างกันตามประเภทของอุตสาหกรรม

3) น้ำเสียจากการเกษตร เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร เช่นน้ำเสียจากการล้างคอกสัตว์เลี้ยง เช่น คอกหมู คอกวัว เล้าไก่ น้ำเสียจากนาข้าว จากฟาร์มเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น โดยน้ำเสียจากเกษตรกรรมส่วนใหญ่จะปนเปื้อนสารเคมี ยาฆ่าแมลง หรือปุ๋ย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะให้ความสำคัญกับน้ำเสียจากชุมชนที่มีแหล่งกำเนิดมาจากกิจการร้านซักอบรีด ซึ่งในกระบวนการดังกล่าวมีการใช้ผงซักฟอก

2.2 กิจกรรมซักรีด

น้ำเสียจากกิจกรรมซักรีดจะประกอบด้วยสิ่งเจือปนต่างๆ ซึ่งสามารถก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งรองรับน้ำทิ้งได้ ซึ่งเกิดจากความสกปรกที่ติดมากับเนื้อผ้า ตลอดจนสารซักฟอกที่ใช้ในกระบวนการซัก

2.2.1 เคมีที่ใช้ในการซักผ้า

เคมีสำหรับซักผ้าและขจัดสิ่งสกปรกเป็นเคมีที่ช่วยขจัดสิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับเนื้อผ้า ขจัดคราบฝังในออกหมดสามารถลดแรงตึงผิวของน้ำ ทำให้ตัวเคมีซึมไปในเนื้อผ้าได้เร็ว สามารถป้องกันการตกตะกอนของสารบางชนิด อาจจะทำขึ้นมาพิเศษอาจมีสารฟอกขาวอยู่ในตัวด้วย ซึ่งใช้กับผ้าทุกชนิด เคมีที่ใช้ในการซักฟอกมีมากมายหลายชนิดให้เลือดใช้ทั้งผงซักฟอก น้ำยาซักผ้า

สารซักฟอกสูตรเข้มข้นและสารซักฟอกชนิดผสมน้ำยาปรับผ้านุ่มในตัว ซึ่งเคมีที่ใช้ในการซักฟอกที่เป็นนิยมใช้ คือ ผงซักฟอกจึงจะขอกล่าวถึงประเภทของผงซักฟอก ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆตามสมบัติของสารลดแรงตึงผิว คือ

- Hard Detergent ผงซักฟอกชนิดนี้จะสลายได้ช้าในธรรมชาติ และสารลดแรงตึงผิวเป็นพวก BAS (Branch Alkyl Benzene Sulfonate) หรือ ABS (Alkyl Benzene Sulfonate)

- Soft Detergent ผงซักฟอกชนิดนี้สามารถถูกย่อยสลายได้เร็วโดยแบคทีเรียในธรรมชาติทำให้เกิดการตกค้างในธรรมชาติมีน้อย และเชื่อว่าจะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายต่อสภาพแวดล้อม สารลดแรงตึงผิวเป็นพวก LAS (Linear Alkyl Benzene Sulfonate)

ส่วนประกอบของสารซักฟอก (มณฑิพย์ ศรีรัตนา ทาบูกานอและผกา อุดมนิธิกุล, 2532: 1-2) ได้แก่

1) สารลดแรงตึงผิว หรือ Surface Active Agents ทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวของน้ำ สารตัวนี้จะให้ฟอง ให้สิ่งสกปรกและพื้นผิวเปียกน้ำ ดึงสิ่งสกปรกออกจากพื้นผิว ช่วยให้น้ำมันแขวนลอยและช่วยกระจายสิ่งสกปรกให้อยู่ในน้ำ สารประเภทนี้ที่นิยมกันมากได้แก่ ABS (Alkyl Benzene Sulfonate) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ Hard Detergent และ LAS (Linear Alkyl Benzene Sulfonate) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ Soft Detergent และ LAS (Linear Alkyl Benzene Sulfonate) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ Soft Detergent

2) Buider เป็นสารประกอบของฟอสเฟตที่นิยมกันมากคือ Sodium Tripyrophosphate และ Sodium Pyrophosphate ซึ่งช่วยย่อยกระจายน้ำมัน แร่ธาตุให้กระจายเป็นหยดเล็กๆ จนสามรถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ ช่วยให้สิ่งสกปรกไม่ละลายกระจายตัวและปรับสภาพน้ำกระด้างให้กลายเป็นน้ำอ่อน นอกจากนั้นสารประเภทซิลิเกต (Silicates) ช่วยให้สิ่งสกปรกกระจายตัวป้องกันการกลับเข้าไปจับใหม่ของสิ่งสกปรกที่ถูกขจัดออกและป้องกันการกัดกร่อนของโลหะที่ใช้เป็นภาชนะที่ใช้ในการซัก

3) Suds Regulators เป็นตัวลดและเพิ่มฟองตามความต้องการของงานซักล้าง เช่น Fatty acid

4) Additive เป็นตัวเติมทำให้ผงซักฟอกมีประสิทธิภาพดีขึ้น เช่น สารเพิ่มประกายนวล (Optical Brighteners) สี (Dyes or Pigments) สารเพิ่มฟอง (Foam Boosters) สารลดฟอง (Defoamers) สารช่วยละลาย (Hydrotroper) สารฟอกขาว (Bleaching Agent) เอนไซม์ (Enzyme) สารเฉื่อย (lnert Fillers) น้ำหอม (Perfume)

2.2.2 เคมีใช้เฉพาะงาน

เป็นเคมีที่ใช้กับผ้าเป็นตัวหรือเป็นชิ้น เพื่อจัดคราบสกปรกบางอย่างออก เช่น ขจัดจุดน้ำมัน จุดหมึก ขจัดสนิม ขจัดเชื้อรา ยางไม้ ขจัดสีตก

2.2.3 เครื่องซักผ้า

โดยทั่วไปมีอยู่ 2 ประเภท คือ เครื่องซักผ้าแบบเปิดหน้าและเครื่องซักผ้าแบบเปิดด้านบน เครื่องซักผ้าแบบเปิดด้านหน้าจะมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องซักผ้าแบบเปิดด้านทั้งในด้านการประหยัดน้ำ ผงซักฟอกและประสิทธิภาพในการทำงาน

2.2.4 ขั้นตอนของการซักผ้าด้วยเครื่อง

การทำความสะอาดผ้าโดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ การซักโดยวิธีซักแห้งและการซักด้วยวิธีการซักน้ำ การซักโดยวิธีการซักแห้งจะใช้เฉพาะกับผ้าเนื้อดี เนื้อละเอียด และจำพวกผ้าขนสัตว์เป็นต้น ส่วนการซักโดยวิธีน้ำเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากเพราะใช้กับผ้าเกือบทุกชนิด ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะวิธีซักน้ำเพราะใช้กันเป็นส่วนมากขั้นตอนการซักโดยวิธีซักน้ำด้วยเครื่องจะเป็นไปดังนี้คือ

1) นำผ้าที่ใช้แล้วไปชั่งตามน้ำหนักขีดความสามารถของเครื่องซัก เพราะเครื่องซักแต่ละแบบมีขีดความสามารถในการซักไม่เท่ากัน

2) นำผ้าที่ชั่งแล้วเข้าทำการซักในเครื่องซัก สลัดผ้า ในการซัก สลัดผ้า 1 วงจรประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ ขั้นตอนการซัก ขั้นตอนการล้างเคมีออกและขั้นตอนการสลัดให้แห้ง ขั้นตอนแต่ละอย่างอาจจะมีหลายขั้นตอนในการซัก 1 รอบก็ได้ เช่น ขั้นตอนการปล่อยน้ำทิ้งไป ขั้นตอนการล้างอาจจะล้างหลายครั้ง การเลือกหรือคิดประกอบขั้นตอนต่างๆเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการซัก1 รอบนี้ จุดประสงค์ก็เพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของผ้า

3) นำผ้าที่ซัก สลัดเสร็จแล้วไปเข้าเครื่องอบผ้า โดยปกติผ้าที่ออกมาจากเครื่องจะสลัดน้ำไปประมาณ 90% การอบผ้าใช้หลักการเอาความร้อนเข้าไปเพื่อให้ความชื้นที่ยังมีอยู่ในผ้ากลายเป็นไอเพื่อให้แห้ง 100% ความร้อนที่ใช้ในการอบผ้าในปัจจุบันใช้จาก 3 ทาง คือ ความร้อนจากฮีตเตอร์ไฟฟ้า ความร้อนจากการเผาแก๊ส (แก๊สหุงต้ม) และความร้อนจากไอน้ำของหม้ออบไอน้ำเวลาที่ใช้ในการอบผ้าจะขึ้นอยู่กับความหนาของผ้าซึ่งโดยปกติจะใช้เวลาประมาณ 50 นาที

4) ผ้าที่อบแห้งจะนำมารีดให้เรียบโดยใช้เครื่องรีด เช่น ที่รีดเสื้อจะมีที่รีดไหล่เสื้อ ที่รีดแขนเสื้อ ที่รีดปกเสื้อ เป็นต้น อย่างที่รีดกางเกงก็จะมีที่รีดสะโพก รีดขากางเกง ส่วนที่รีดผ้าจำพวกเป็นผืนเรียบอย่างผ้าปูที่นอน ผ้าปูโต๊ะ ก็จะเป็นแบบลูกกลิ้งมีขนาดตั้งแต่กว้างหนึ่งเมตรกว่าถึงสามเมตรกว่า ซึ่งจะทำให้งานรีดผ้าที่เป็นผืนเรียบเป็นไปอย่างรวดเร็ว ในการรีดผ้าปูที่นอน บางแห่งจะนำผ้าที่ออกมาจากเครื่องซัก สลัดผ้าเข่าเครื่องรีดแบบลูกกลิ้งเลยไม่ต้องผ่านการอบ เพราะผ้าที่

ออกจากเครื่องสลัดจะแห้งไป 90% หรือเรียกว่าเปียกแบบหมาดๆ ความร้อนจากลูกกลิ้งจะทำให้แห้งในขณะรีดไปในตัว เมื่อรีดผ้าเสร็จแล้วก็จะเข้าสู่ขั้นการพับแล้วคืนผ้าให้ลูกค้าต่อไป

2.3 ลักษณะน้ำเสียจากกิจกรรมซักรีด

ปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นต่อผ้าที่ซัก 1กก. และปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวันจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกิจกรรมซักรีดแต่ล่ะแห่ง จำนวนของผู้มาใช้บริการในกิจกรรมซักรีดนั้นๆ กิจกรรมซักรีดใดที่มีผู้มาใช้บริการมาก จำนวนผ้าที่ซักย่อมมีในปริมาณมากส่งผลให้ปริมาณน้ำที่ใช้และปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมซักรีดมีปริมาณมากเช่นเดียวกัน ขนาดของเครื่องซักผ้าและการตั้งโปรแกรมของขั้นตอนการซักก็มีผลต่อปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้น โดยจำนวนน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของกิจกรรมซักรีด คิดได้จากร้อยละ 90 ของน้ำที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งเป็นน้ำทิ้งที่ผ่านขั้นตอนของการสลัดผ้าจากกระบวนการซัก พบว่า ร้านซักรีดทั่วไป ร้านซักรีดในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ กิจกรรมซักรีดในโรงพยาบาลหาดใหญ่ ในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ในโรงแรมลีการ์เดนท์และโรงงานทักษิณซักรีดมีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นประมาณวันละ 0.58-2.43 ม^3, 1.48 ม^3, 39.81 ม^3, 58.81 ม^3, 16.63-17.82 ม^3 และ 28.51 ม^3 ตามลำดับ และเมื่อคิดปริมาณน้ำเสียต่อผ้า 1 กก. จะมีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นเท่ากับ 10.35-22.14, 9.90, 11.88, 12.02, 12.27 และ 15.81-16.05 ล./กก. ตามลำดับ ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.3-1**

ตารางที่ 2.3-1 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวันและต่อผ้า 1 กก.จากกิจกรรมซักรีดแต่ละประเภท

ปริมาณน้ำเสีย	ร้านซักรีดทั่วไป	ร้านซักรีดในมอ.	โรงพยาบาล		โรงแรม	โรงงานซักรีด
			หาดใหญ่	มอ.		
ต่อวัน (ม.^{3}/วัน)	0.58-2.43	1.48	39.81	58.81	16.63-17.82	28.51
ต่อผ้า 1 กก.(ล.)	10.35-22.14	9.90	11.88	12.02	12.27	15.81-17.83

น้ำเสียที่เกิดจากสถานบริการซักอบรีดมีความแปรผันไปตามขนาดร้าน จำนวนเครื่องซักผ้า จำนวนการรับบริการซักในแต่ละวัน ซึ่งจากการศึกษา พบว่าเครื่องซักผ้า 1 เครื่องจะใช้น้ำ 210 ลิตร สามารถก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณสูงสุด 1.7 ลบ.ม/ วัน ซึ่งสถานบริการซักอบรีดที่มีขนาดใหญ่ที่มีเครื่องซักผ้าจำนวนมาก และมีผู้เข้าใช้บริการต่อวันจำนวนมาก ย่อมก่อให้เกิดปริมาณน้ำเสียสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.3-2**

ตารางที่ 2.3-2 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น

จำนวนเครื่องซักผ้า	ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นสูงสุด (วัน/ลบ.ม.)
1	1.7
2	3.4
3	5.0
4	6.7
5	8.4
6	10.1
7	11.8
8	13.4
9	15.1

ที่มา : ทัยพัต ฉายากุล (2555)

ลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมซักรีดแต่ละประเภท พบว่า มีค่า pH, BOD_5, COD, Turbidity, SS, Alkalinity, TDS, TP, TKN, NH_3-N, Coliform Bacteria และFecal Coliform bacteria สำหรับน้ำซักผ้าและน้ำรวม อยู่ในช่วง 8.76-10.25, 184-492 มก./ล., 376-993 มก./ล., 82-260 NTU, 100-323 มก./ล., 261-684 มก./ล., 1,546-2,781 มก./ล., 14.17-19.70 มก./ล., 5.50-8.90 มก./ล., 0.34-3.84 มก./ล., 0-110,000 MPN/100 ml และ 0-46,000 MPN/100 ml ตามลำดับ ส่วนน้ำรวมมีค่าอยู่ในช่วง 7.25-9.00, 116-346 มก./ล., 197-615 มก./ล 52-210 NTU, 47-115 มก./ล 132-322 มก./ล., 860-1,794 มก./ล., 9.01-16.67 มก./ล., 3.36-711 มก./ล., 0.22-2.04 มก./ล., 20-110,000 MPN/100 mL และ 20-21,000 MPN/100 mL ตามลำดับ ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.3-3** เมื่อสังเกตลักษณะของน้ำเสียจากกิจกรรมซักรีดแต่ละประเภท พบว่า ค่า BOD_5, COD, SS และ TDS จากคุณภาพน้ำทิ้งของร้านซักอบรีดทั่วไปจะมีค่าเกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ส่วนโรงงานอุตสาหกรรม กิจกรรมซักรีดในโรงพยาบาลและในโรงแรม ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมซักรีดขนาดใหญ่จะมีค่าตัวแปรคุณภาพน้ำดังกล่าวข้างต้นเกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานเช่นกัน

ตารางที่ 2.3-3 ลักษณะทางกายภาพ เคมี และ ชีวภาพของน้ำเสียจากกิจกรรมซักรีดประเภทต่างๆ

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	ร้านซักรีดทั่วไป		ร้านซักรีดในมอ.		โรงพยาบาล		โรงแรม		โรงงานซักรีด	
	น้ำซัก	น้ำรวม	น้ำซัก	น้ำรวม	น้ำซัก	น้ำรวม	น้ำซัก	น้ำรวม	น้ำซัก	น้ำรวม
pH	9.94	8.4	8.76	7.25	10.25	7.85	9.86	9.00	9.63	7.85
Temperature (^{0}C)	24.8	26.0	28.0	28.0	28	28	60	28.0	67	28
Turbidity (NTU)	210	58	260	174	87	55	82	52	260	210
BOD_5 (mg/L)	254	116	492	346	315	161	184	122	260	125
COD (mg/L)	651	320	993	615	575	279	376	197	521	324
Alkalinity (mg/L as CaCo3)	629	322	561	232	261	132	684	229	550	241
SS (mg/L)	227	67	323	115	168	50	100	47	110	85
TDS (mg/L)	1,581	1,005	1,546	860	1,646	970	2,400	1.794	2,781	1,702
TP (mg/L)	14.17	9..01	19.68	16.60	19.70	16.67	15.42	12.11	15.53	12.32
NH3 – N (mg/L)	1.83	1.50	1.50	0.70	1.48	0.7	0.34	0.22	3.84	2.04
TKN (mg/L)	5.50	5.30	8.90	7.10	8.87	7.11	8.04	4.42	6.44	3.36
Coliform Bacteria (MPN/100 ml)	80	80	110,000	110,000	40	20	0	24,000	0	24,000
FecalColiform Bac.(MPN/100 ml)	70	80	46,000	21,000	40	20	0	9,400	0	7,900

ที่มา : วรายุส วรรณวิไล (2547)

2.4 ผลกระทบของน้ำเสียจากกิจกรรมซักรีด

2.4.1 ผลกระทบต่อแหล่งน้ำ

1) ฟอง (Foam) จากการศึกษาของ Klein (1966 : 53-58) พบว่า การตกค้างของสารลดแรงตึงผิวก่อให้เกิดฟองในแหล่งน้ำ ทำให้เกิดทัศนียภาพที่ไม่สวยงาม ขัดขวางการคมนาคมทางน้ำลดพื้นที่ของน้ำในการสัมผัสกับอากาศ ทำให้ออกซิเจนละลายน้ำลดลง 20%ซึ่งจะเป็นผลต่อระบบทางเดินหายใจของสัตว์น้ำและพืชน้ำด้วย

2) ทำให้เกิดขบวนการยูโทรฟิเคชั่น อันเนื่องมาจากฟอสเฟต Fair และคณะ (1971 : 752) พบว่า แหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารมากเกินไป จะมีฟอสฟอรัสอยู่ประมาณ 0.01-0.05 มก./ล. โดยในแม่น้ำที่เกิดมลภาวะจะมีฟอสเฟตอยู่ประมาณ 0.6 มก./ล. และน้ำทิ้งจากบ้านเรือนจะมีฟอสเฟตอยู่ระหว่าง 9-10 มก./ล. ขณะที่สารประกอบฟอสฟอรัสในปริมาณที่มากกว่า 0.015 มก./ล. จะกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้ (Metcalf and Eddy, 1991 :1335) และเมื่อพืชน้ำเจริญเติบโตอย่างมากมายก็จะแย่งอาหารและเน่าตายทับถมกันทำให้ออกซิเจนละลายน้ำลดลง ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำและในที่สุดซากพืชและซากสัตว์ที่ตายก็จะทับถมกลายเป็นดิน

2.4.2 ผลกระทบต่อสัตว์น้ำ

Jone (1964 : 203) รายงานว่าสารลดแรงตึงผิวจะทำให้สารพวกโปรตีนตกตะกอนหรือแปรสภาพโดยเฉพาะผงซักฟอกที่มีส่วนประกอบของพวก Pyridine จะเป็นอันตรายต่อระบบประสาทและหายใจของปลา โดยในระดับความเข้มข้นน้อยๆ ประมาณ 10-40 มก./ล. ปลาจะเคลื่อนไหวไม่ได้และเสียการรงตัว และพวกปลาจะมีความต้านทานน้อยกว่าพวก Crustacean และหอยสองฝา เนื่องจากผงซักฟอกจะไปลดแรงตึงผิวของน้ำทำให้การเปลี่ยนแปลงก๊าซระหว่างเหงือกและน้ำไม่ดี (Swedmarch, et al., 1971 : 923-924) นอกจากนี้ Berdach,et al. (1965 : 1605-1607) ได้รายงานว่า Yellow Bullhead (lctalurus natalis) ที่เลี้ยงในน้ำที่มี ABS และ LAS ในระดับความเข้มข้น 0.5 มก./ล. เป็นเวลานาน 24 วัน จะมีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของหนวด โดยส่วนปลายของต่อมรับความรู้สึกจะถูกทำลาย ทำให้การว่ายน้ำและการหาอาหารของปลาผิดปกติไป และมีผลทำให้ปลามีความต้านทานต่อสารพิษอื่น ที่มีอยู่ในน้ำลดลงอีกด้วย เช่น ยาฆ่าแมลง เป็นต้น ในสัตว์น้ำอื่นๆ Hotchkies (1966 : 196) ได้ทำการทดลองกับพวก Copepod (Calanus fimmarchices) ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีความสำคัญต่อห่วงโซ่อาหารของปลาอย่างมาก โดยใช้ผงซักฟอก Gamlen, Dasin และ B.P.1002 ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 50 มก./ล. ปรากฏว่าสัตว์ทดลองไม่ตายเลยแต่การเจริญเติบโตหยุดชะงัก ตายทั้งหมดใน 2-3วันและตายใน1 ชม. ตามลำดับ ส่วนในรายงานของ Aksenova (1979 : 255-259) พบว่าสารประกอบของ Alkyl Sulfate Detergent ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 มก./ล. จะทำให้พวกแพลงค์ตอนสัตว์อ่อนแอลงอย่างเห็นได้ชัด

2.5 สมบัติของตัวกรองจากเส้นใยธรรมชาติ

สารปนเปื้อนที่มีการเคลื่อนที่โดยการแพร่กระจายไปเกาะบนผิวรอบนอกของตัวดูดซับ ซึ่งตัวดูดซับที่ดีควรมีลักษณะเป็นรูพรุน ภายในรู้จะมีช่องเป็นโพรงลดเลี้ยวไปมา ซึ่งจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้นทำให้ตัวดูดซับได้มากขึ้นกระบวนการนี้สามารถเกิดที่บริเวณผิวสัมผัสระหว่าง 2 สภาวะใดๆ เช่นของเหลวกับของเหลว ก๊าซกับของเหลว ก๊าซกับของแข็ง หรือของเหลวกับของแข็ง (การจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศ, 2544)

1) สมบัติทางกายภาพของตัวดูดซับ ได้แก่ รูปร่างลักษณะเส้นผ่าศูนย์กลางพื้นที่ผิว ปริมาตรรูพรุน ขนาดรูพรุน ความพรุน ความหนาแน่นและความสามารถในการดูดซับของตัวดูดซับ พื้นที่ผิวของตัวดูดซับมีความสัมพันธ์โดยตรงกับร้อยละการดูดซับ (Percent adsorption) โดยตัวดูดซับที่มีพื้นที่ผิวมากจะมีร้อยละการดูดซับตัวถูกดูดซับสูงกว่าตัวดูดซับที่มีพื้นที่ผิวน้อย

2) ความปั่นป่วน (Turbulence) มีผลต่ออัตราเร็วในการแพร่ผ่านชั้นฟิล์มและการแพร่ภายในรูพรุนตัวดูดซับของการดูดซับ เมื่อกระบวนการดูดซับมีความปั่นป่วนต่ำ ฟิล์มน้ำซึ่งล้อมรอบตัวดูดซับมีความหนามาก (ไม่ถูกรบกวน) จึงเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลตัวดูดซับเข้าไปยังรูพรุนภายในตัวดูดซับ

3) ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของตัวดูดซับ การเพิ่มความเข้มข้นเริ่มต้นของตัวดูดซับมีผลทำให้ความสามารถในการดูดซับเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเกิดความแตกต่างระหว่างตัวดูดซับที่อยู่สารละลายและตัวดูดซับบริเวณผิวของตัวดูดซับเพิ่มสูงขึ้น

4) ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลาย มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณไฮโดรเนียมไอออน และปริมาณไฮดรอกไซด์ไอออน โดยค่าความเป็นกรด-เบสมีผลต่อการดูดซับหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของตัวดูดซับและตัวถูกดูดซับ

5) อุณหภูมิ การเพิ่มอุณหภูมิทำให้ความสามรถในการดูดซับเพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้สมดุลเกิดเร็วขึ้น โมเลกุลตัวถูกดูดซับเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น สามารถจับกับบริเวณที่ว่างของตัวดูดซับได้มากขึ้น นอกจากนั้นการเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้ตัวถูกดูดซับแทรกซึมเข้าไปในรูพรุนของตัวดูดซับได้มากขึ้น (การจัดการและควบคุมมลพิษทางอากาศ, 2544)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังแสดงในตารางที่ 2.6-1

ตารางที่ 2.6-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่อวิจัย	ผลการศึกษา	ที่มา
ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารละลายฟอสเฟตของวัสดุธรรมชาติแบบสดและแบบแห้ง	ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารละลายฟอสเฟตของวัสดุธรรมชาติแบบสดและแบบแห้ง พบว่า วัสดุธรรมชาติแบบสดที่มีความสามารถในการดูดซับสารฟอสเฟตได้ดีที่สุด คือใบสนทะเล โดยสามารถดูดซับได้ (98.61%) รองลงมาคือ ใบสับปะรด (97.22%) และเส้นผม (87.50%) ตามลำดับ สำหรับวัสดุแบบแห้ง ได้แก่ ใบสับปะรด และก้านบัวหลวง โดยสามารถดูดซับได้ (98.61%) รองลงมาคือ ใบสนทะเล (95.83%) และต้นไมยราบ (77.78%) ตามลำดับ ส่วนวัสดุที่ไม่ดูดซับฟอสเฟต คือ ขนไก่	ยุทธภูมิ สุจารี , นพเก้า ทุมรัตน์ และ ณรงค์เดช ทาพารักษ์ (2552)
ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารละลายฟอสเฟตของวัสดุธรรมชาติแบบสดและแบบแห้ง	การศึกษาประสิทธิภาพการกรองน้ำมันและไขมันของเส้นใยผักตบชวาและเส้นใยมะพร้าวสำหรับลดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากการล้างจานในโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาและเส้นใยมะพร้าวในการลดคราบน้ำมันและไขมัน จากโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุกรองจากเส้นใยธรรมชาติ น้ำมันและไขมันของเส้นใยผักตบชวาและเส้นใยมะพร้าวที่น้ำหนัก 1, 2 และ 3 กิโลกรัม พบว่าเส้นใยผักตบชวาสามารถลดน้ำมันและไขมันได้ร้อยละ 70.79, 74.43 และ 75.93 ตามลำดับ และเส้นใยมะพร้าวสามารถลดน้ำมันและไขมันได้ร้อยละ 73.17, 75..41 และ 82.20 ตามลำดับ	สากียะห์ ลือโมะ และ สารีปะ อาแว (2555)

ตารางที่ 2.6-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

งานวิจัย	ผลการศึกษา	เอกสารอ้างอิง
การศึกษาประสิทธิภาพการลดฟอสเฟตและไขมันในน้ำเสียโดยใช้ใยผักตบชวากับใบสับปะรดกรณีศึกษาร้าน ชักอบรีด	การศึกษาพบว่าการสร้างชุดถังกรองน้ำและมีการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีโดยมีการเก็บตัวอย่างน้ำเป็นระยะเวลา 10 วัน โดยทำการศึกษาลักษณะน้ำเสีย 4 พารามิเตอร์ pH ปริมาณของแข็งแขวนลอยลอยทั้งหมด ไขมันและน้ำมัน และฟอสเฟต จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการลดฟอสเฟตและไขมันในน้ำเสีย พบว่าค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด 52%,43%,36%ตามลำดับ ประสิทธิภาพการลดไขมันและน้ำมัน 42 % , 25% , 20% ตามลำดับ และประสิทธิการลดฟอสเฟต 38% , 28% , 15 % ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ไขมันและน้ำมันและฟอสเฟต มีประสิทธิภาพในการลดลง 52%,42% , 38% ตามลำดับซึ่งจะอยู่ที่ความเข้มข้น542.87 mg/L,300.65 mg/L และ 476.2 mg/L ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณใยผักตบชวาและใบสับปะรดน้ำหนัก 400 กรัม มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดไขมันและน้ำมันและฟอสเฟต	ชันนี เศษระนำ และ ทิพวรรณ หมาดกะจิ (2553)
การประยุกต์ใช้กกฤาษีในการดูดซับไขมันและน้ำมันจากร้านอาหารภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	งานวิจัยเป็นการใช้กกฤาษีเฉพาะส่วนของปุยดอก ซึ่งมีความหนาแน่น 0.0097-0.0139 g/mL มาใช้ในการดูดซับไขมันและน้ำมัน ที่มีอยู่ในน้ำเสียจากร้านอาหาร ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดนทดสอบผลของปริมาณปุยดอกกกฤาษี 3 ค่า คือ 2 กรัม 2.5 กรัม และ 3 กรัม และระยะเวลาดูดซับไขมันและน้ำมัน 5 ค่า คือ 20 นาที, 30 นาที, 40 นาที, 60 นาที และ 90 นาที พบว่าปริมาณไขมันและน้ำมันที่ดูดซับได้ขึ้นกับปริมาณปุยดอกกกฤาษีที่ใช้และ ระยะเวลาดูด	บรรณวตี ตรีรัตนกุล และ ปณัสย์ ทองโยธี (2550)

ตารางที่ 2.6-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

งานวิจัย	ผลการศึกษา	เอกสารอ้างอิง
การประยุกต์ใช้กกฤาษีในการดูดซับไขมันและน้ำมันจากร้านอาหารภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ต่อ)	ซับในช่วงระยะเวลา 20-40 นาที เท่านั้น เนื่องจากประสิทธิภาพของกระบวนการดูดซับไขมันและน้ำมันค่อนข้างคงที่	บรรณวตี ตรีรัตนกุล และ ปณัสย์ ทองโยธี (2550)
การบำบัดน้ำทิ้งจากกิจกรรมซักรีด	น้ำเสียจากกิจกรรมซักอบรีดจะประกอบด้วยสิ่งเจือปนต่างๆ ซึ่งสามารถก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งรองรับน้ำทิ้งได้ ซึ่งเกิดจากความสกปรกที่ติดมากับเนื้อผ้า ตลอดจนสารซักฟอกที่ใช้ในกระบวนการซัก การวิจัยนี้ได้ศึกษาลักษณะน้ำเสียจากกิจกรรมซักอบรีดประเภทต่างๆ ได้แก่ ร้านซักอบรีดทั่วไป กิจกรรมซักรีดในโรงพยาบาล ในโรงแรมและโรงงานซักรีด ในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากขั้นตอนการซักผ้าและน้ำเสียรวม (จากขั้นตอนต่างๆของกระบวนการซักรีดผสมกัน) พบว่า น้ำเสียจากขั้นตอนการซักมีค่าพีเอช ความขุ่น ของแข็งแขวนลอย บีโอดี ซีโอดี และฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 8.76-10.25, 82-260 NTU, 100-323 มก./ล., 184-492 มก./ล., 376-993 มก./ล. และ 14.17-19.88 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนน้ำเสียรวมมีค่าพีเอช ความขุ่น ของแข็งแขวนลอย บีโอดี ซีโอดี และฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 7.25-9.0, 55-210 NTU, 47-115 มก./ล. 116-346 มก./ล., 197-615 มก./ล. และ 9.01-16.67 มก./ล. ตามลำดับ ในการศึกษาหาสารเคมีที่เหมาะสมในการก่อตะกอนจากการทดลองจาร์เทสต์เพื่อบำบัดน้ำเสียจากกิจกรรมซักรีด พบว่า การใช้สารส้มร่วมกับสารโพลิเมอร์ประจุลบ จะมีประสิทธิภาพในการก่อตะกอนและลดค่าความขุ่น ของแข็งแขวนลอย ซีโอดี	วรายุส วรรณวิไล (2542)

ตารางที่ 2.6-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

งานวิจัย	ผลการศึกษา	เอกสารอ้างอิง
การบำบัดน้ำทิ้งจากกิจกรรมซักรีด (ต่อ)	สูงกว่าสารก่อตะกอนชนิดอื่น โดยการทดลองกับน้ำซักผ้า พบว่าสามารถลดค่าความขุ่นของแข็งแขวนลอย ซีโอดี ได้ร้อยละ 96.7, 94.7 และ 76.4 ตามลำดับ และการทดลองกับน้ำรวม พบว่า สามารถลดค่าความขุ่นของแข็งแขวนลอย ซีโอดี ได้ร้อยละ 95.4, 96.7 และ 76.1 ตามลำดับ	วรายุส วรรณวิไล (2542)
การกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการซักล้างโดยแหนแดง	งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการซักล้างและศึกษาปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและระยะเวลาที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการซักล้างโดยวิธี ใช้แหนแดง (Azolla micophylla) ดูดซึม จากน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้ผงซักฟอกผสมร่วมกับน้ำ ผลการศึกษาการกำจัดฟอสฟอรัสจากชุดทดลองจำนวน4 ชุด โดยแบ่งเป็นการเจือจางน้ำเสียสังเคราะห์ตามระดับความเข้มข้น100% 75% 50% และ25% ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง6-35% และการทดลองที่ มีประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสที่ดีที่สุด ได้ แก่ การบำบัดน้ำเสียที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย100% และที่ระยะเวลาการบำบัดน้ำเสียสัปดาห์ที่ 2 (ประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัส คิดเป็นร้อยละ35) แต่ที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ มีประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำหรือไม่สามารถกำจัดฟอสฟอรัสได้ นอกจากนี้ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสโดยการใช้ แหนแดงดูดซึมจะสามารถบำบัดในช่วง1-2 สัปดาห์ เนื่องจากแหนแดงจะมีการเจริญเติบโตเต็มที่ทำให้สามารถดูดซึมธาตุอาหารได้ดี	พรทวี กองร้อย (2557)

จากที่ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีดจะเห็นได้ว่าวัสดุธรรมชาติที่สามารถลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียได้ดี เป็นวัสดุประเภทเส้นใยแห้ง ได้แก่ ใบสับปะรดสามารถลดฟอสเฟตได้ดีและเส้นใยผักตบชวาสามารถลดน้ำมันและไขมันได้ดี โดยทั้งสองชนิดเป็นวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสามารถสนใจนำวัสดุทั้งสองชนิดมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้

2.7 ข้อมูลทั่วไปของผักตบชวาและใบสับปะรด

2.7.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผักตบชวา

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า : *Eichhornia crassipes(Mart)Solms*

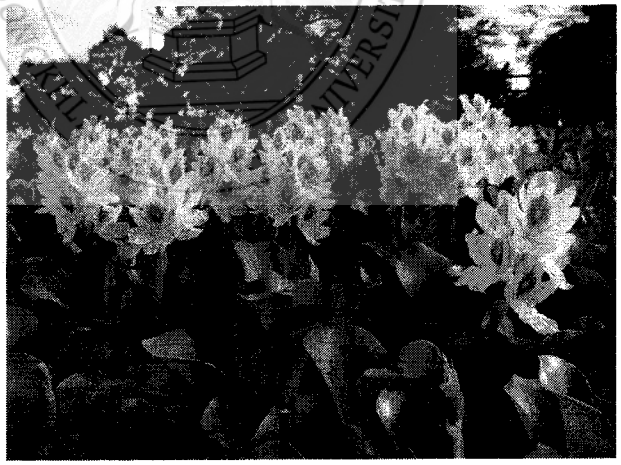
ชื่อวงศ์ : PONTEDERIACEAE

ชื่อสามัญ : Water hyacinth, Floating water hyacinth

ชื่ออื่นๆ : บัวลอย ผักปง ผักตบ ผักปอด ผักป่อง สวะ ผักยะวา ผักอีโยก

ถิ่นกำเนิด : ประเทศบราซิล

ลักษณะทั่วไป : เป็นวัชพืชน้ำประเภทใบเลี้ยงเดียวลอยน้ำทรงพุ่งกลมสูงประมาณ 50-100 ซม. ดังแสดงในรูปที่ 2.7-1



รูปที่ 2.7-1 ผักตบชวา
ออนไลน์เข้าถึง https://www.google.co.th/search

ผักตบชวาเป็นพืชหลายฤดูที่มีอายุนาน (Perennial) อยู่ได้ทั้งในน้ำนิ่งและน้ำไหล น้ำลึกและน้ำตื้นในกรณีที่เจริญในน้ำลึก เช่น แม่น้ำลำคลอง ผักตบชวาจะล่องลอยอยู่อย่างอิสระโดยมีทุ่นลอย (Floating structure) ซึ่งประกอบด้วยหัวรากลอย (Floating rhizomes) และการเจริญของ

เนื้อเยื่อที่ฐานใบพองออกเป็นกระเปาะ ภายในมีลักษณะพรุนเบาคล้ายฟองน้ำ ส่วนต้นมีสีเขียวสูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร ซึ่งสั้นกว่าผักตบชวาที่เจริญในดินโคลน เพราะมีรากหยั่งลงถึงดินให้ลำต้นเจริญได้ดีและอาจสูงถึง 50 เซนติเมตร การเจริญของผักตบชวาต้องการปัจจัยคล้ายคลึงกับพืชสีเขียวทั่วไป คือ แสงสว่างและสารอาหารที่นำไปใช้ได้ ผักตบชวาจะเจริญได้ดีในน้ำตื้นที่มีพื้นเบื้องล่างเป็นดินโคลน ประกอบด้วยซากพืชและสัตว์ที่ทับทมกันนานๆ และอุดมด้วยสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ ลักษณะเช่นนี้จะทำให้ผักตบชวามีรากหยั่งลงดินไม่ล่องลอยอิสระแบบที่เจริญในน้ำลึกและจะมีลำต้นสูง ใบสีเขียวปนแดง ไม่สร้างทุ่นลอย

เส้นใยผักตบชวาเป็นเส้นใยธรรมชาติประเภทเส้นใยเซลลูโลส โดยส่วนที่พบว่ามีเส้นใยประกอบอยู่ค่อนข้างมากคือ ส่วนที่เป็นก้านใบ ลักษณะของเส้นใยจะค่อนข้างหยาบคล้ายลินินในตัวเส้นใยจะประกอบด้วยเส้นใยกลวงเล็กๆ เกาะติดกัน ในการศึกษาเส้นใยชนิดนี้ ได้ผลว่าปริมาณของเส้นใยผักตบชวามีอยู่ประมาณ 11% โดยน้ำหนัก เป็นเส้นใยที่ค่อนข้างหยาบ (52 denier) ความถ่วงจำเพาะ 1.46 ความสามารถในการดูดซึมน้ำประมาณ 7% ความแข็งแรงในขณะที่แห้ง 2.05 gpd (gram per denier) และความแข็งแรงในขณะเปียก 2.46 gpd ซึ่งสรุปได้ว่าเส้นใยผักตบชวา มีสมบัติต่างๆ ที่เป็นไปได้ ในการจะนำไปปั่นเป็นเส้นด้ายต่อไป เมื่อนำเส้นใยผักตบชวามาปั่นเป็นด้าย โดยตัดให้มีความยาว 1.5 นิ้ว และผสมกับฝ้ายด้วยสัดส่วนต่างๆ กัน คือ 0%, 15%, 25%, 33.33%, 45% และ 50% โดยน้ำหนักของเส้นใยผักตบชวาต่อน้ำหนักรวม พบว่าปริมาณที่เหมาะสมที่จะสามารถปั่นเป็นด้ายที่มีความแข็งแรงดี คือ ที่สัดส่วน 25% อย่างไรก็ดีลักษณะของเส้นด้าย ยังค่อนข้างจะหยาบและมีปลายเส้นใยโผล่ออกมาค่อนข้างจะมาก (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ)

2.7.1.1 คุณสมบัติของเส้นใยผักตบชวา

โครงสร้างลำต้นผักตบชวาส่วนใหญ่มีความพรุนคล้ายฟองน้ำ ดังนั้นผักตบชวาจึงมีความสามารถในการดูดความชื้นในอากาศได้ดีและดูดซึมน้ำได้สูง ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.7-1**

ตารางที่ 2.7-1 คุณสมบัติทางกายภาพและกลศาสตร์ของเส้นใยผักตบชวา

ลักษณะ	ค่าเฉลี่ย
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	0.80-1.20
ความถ่วงจำเพาะ	0.428
ปริมาณความชื้น (%)	8.44
การดูดซึมน้ำ (%)	38.8

ที่มา : จินตนา จุลอุล (2550)

2.7.1.2 องค์ประกอบของผักตบชวา

ต้นผักตบชวา 100 กิโลกรัม หลังจากตากใบแห้งจะมีน้ำหนักเหลือประมาณ 5 กิโลกรัม คิดเป็นกากแห้งเฉลี่ยร้อยละ5ของน้ำหนักทั้งหมด จากการวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่าผักตบชวาประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนินและแร่ธาตุต่างๆ ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.7-2**

ตารางที่ 2.7-2 องค์ประกอบผักตบชวาแห้ง

องค์ประกอบ	**สัดส่วนเปอร์เซ็นต์**
ลิกนิน	12-13
เซลลูโลส	43-44
เพนโตแซน	14-15
ไนโตรเจน	2.8-3.5
โซเดียม	1.5-2.5
โปแตสเซียม	2.0-3.5
แคลเซียม	0.6-13

ที่มา : จินตนา จุลอุล (2550)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

2.7.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับใบสับปะรด

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า : Ananas *comosus* (L)Merr.

ชื่อวงศ์ : BROMELIACEAE

ชื่อสามัญ : Pineapple

ถิ่นกำเนิด : ประเทศอเมริกา

ลักษณะทั่วไป : ไม้ล้มลุกอายุหลายปี หรือสองปี ใบเดี่ยว เรียงเวียน ใบรูปแถบปลายเรียวแหลม ใบอวบน้ำ ด้านหลังใบเป็นร่อง ดังแสดงใน**รูปที่ 2.7-2**

รูปที่ 2.7-2 ใบสับปะรด

ออนไลน์เข้าถึง https://www.google.co.th/search

สับปะรดมีชื่อภาษาอังกฤษว่า Pineapple ปกติชาวไร่สับปะรดจะฟันใบสับปะรดในช่วงก่อนบังคับการออกดอกซึ่งเศษใบที่ฟันนั้นมีประโยชน์ในการคลุมหน้าดินและย่อยสลายเป็นปุ๋ยในแปลงสับปะรดต่อไป นอกจากนี้แล้วปัจจุบันใบสับปะรดเป็นเศษวัสดุที่มีมูลค่าเนื่องจากมีการรนใบสับปะรดมาแปรรูปเป็นผ้าใยสับปะรดเป็นผ้าพื้นเมืองของประเทศฟิลิปปินส์ และกระดาษใบสับปะรดซึ่งกำลังเป็นที่ต้องการของตลาดเพราะสามารถนำไปประดิษฐ์เป็นสิ่งของเครื่องใช้อื่นๆได้อีกมากมาย ในปัจจุบันนี้เส้นใยสังเคราะห์ (Synthetic fibers) ได้มีการแข่งขันและมีบทบาทให้สัดส่วนการผลิตเส้นใยเซลลูโลสลดลงเป็นอย่างมากดังในภาพรวมของการผลิตเส้นใยของโลกมีประมาณ 36 ล้านตัน ตามสถิติของปี 2545 สัดส่วนของเส้นใยเซลลูโลสเพียง 6% เท่านั้น ลดลงจากสัดส่วนแบ่งการตลาดในปี2525 เส้นใยเซลลูโลสที่มีการผลิตเป็นการค้าที่สำคัญมีหลากหลายชนิด ส่วนใหญ่ได้จากพืชประมาณ 90% สำหรับประเทศไทยที่มีการปลูกสับปะรด ถึง 552,302 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) และมีการส่งออกอุตสาหกรรมสับปะรดอันดับหนึ่งของโลกการสร้างโอกาสการใช้เส้นใยจากใบ

สับปะรดซึ่งเป็นวัสดุชีวมวลที่เป็นเศษเหลือทางการเกษตรจะเป็นบทบาทหนึ่งของการเพิ่มศักยภาพการใช้เส้นใยเซลลูโลสเพิ่มขึ้นได้

สับปะรด แหล่งกำเนิดอยู่ในเขตร้อนของทวีปอเมริกา เมื่อนักเดินเรือชาวตะวันตกไปพบทวีปอเมริกานั้นได้มีสับปะรดขึ้นแพร่หลายอยู่ทั่วไปในบริเวณนี้แล้ว เชื่อว่าชาวพื้นเมืองที่อยู่ในทวีปอเมริกาได้ทำการเพาะปลูกสับปะรดกันมาเป็นเวลานานแล้ว แหล่งที่เป็นศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมของสับปะรดมีสองบริเวณคือ (1) บริเวณลุ่มแม่น้ำอเมซอนระหว่างตอนใต้ของเวเนซูเอลาและตอนเหนือของบราซิล และ (2) บริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของบราซิล ปารากวัย และตอนเหนือของอาร์เจนตินา (Collins, 1960) แต่แหล่งที่มาของพันธุ์ปัตตาเวีย (Smooth Cayenne) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปลูกกันแพร่หลายมากที่สุดเชื่อว่าเป็นบริเวณลุ่มแม่น้ำอเมซอน (Loison-Cabot,1992)

พืชในวงศ์ Bromeliaceae นี้แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้สองกลุ่มตามลักษณะถิ่นที่อยู่หรือนิเวศวิทยาคือ

1) พืชที่ขึ้นอยู่บนดินทั่วไป (terrestrial plant)

2) พืชอิงอาศัย (epiphytes)

พวกที่ขึ้นอยู่บนดินทั่วไปมีระบบรากเจริญอยู่ในดิน ได้รับน้ำและธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโตจากดินเป็นส่วนใหญ่ ส่วนพืชอิงอาศัยมีระบบรากเจริญอยู่บนวัตถุอื่น ได้รับน้ำและธาตุอาหารส่วนใหญ่จากเปลือกไม้ ใบไม้ในแต่ละกลุ่มมักมีลักษณะของอีกกลุ่มหนึ่งปะปนอยู่ด้วย ในสภาพปลูกที่อยู่ในความดูแลของมนุษย์ พืชที่ขึ้นอยู่บนดินทั่วไปอาจเจริญเติบโตได้ดีบนวัสดุอื่นโดยไม่อาศัยดินเลย หรือพืชอิงอาศัยอาจเจริญเติบโตในดินหรือวัสดุสังเคราะห์อื่นได้อย่างดี

พืชในวงศ์นี้หลายชนิดมีลักษณะพิเศษหลายอย่างที่ช่วยให้อยู่รอดและเจริญเติบโตในสภาพของพืชอิงอาศัย หรือกึ่งอิงอาศัยได้ดีเช่น

ก. มีระบบรากที่บางส่วนจะไม่แห้งตายไปในสภาพที่ขาดน้ำเป็นระยะเวลานาน แต่รากจะสะสมสารซูเบอริน (suberin) และเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพพักตัว จนกระทั่งมีความชื้นเพียงพอก็จะเริ่มเจริญเติบโตตามปรกติต่อไป มีราก และจุดกำเนิดราก (Root primordia) อยู่บนลำต้นบริเวณโคนใบที่เจริญเต็มที่แล้ว ซึ่งสามารถช่วยในการดูดน้ำและธาตุอาหารได้

ข. ใบเป็นร่องโค้งยาวและเรียงชิดติดกันเวียนรอบลำต้นทำให้มีลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย (rosette arrangement) ฐานของใบที่ติดแน่นอยู่กับลำต้นทำให้เกิดเป็นแอ่งสำหรับเก็บน้ำไว้ใช้ประโยชน์ได้

ค. เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic tissue) อยู่ที่ส่วนโคนของใบ ซึ่งเนื้อเยื่อเจริญเหล่านี้ในระยะที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่สามารถช่วยดูดน้ำและธาตุอาหารได้ ใบมีเนื้อเยื่อพิเศษส่วนหนึ่งทำหน้าที่โดยเฉพาะในการเก็บรักษาน้ำไว้ภายใน (Water storage tissue) ช่วยให้พืชสามารถ

เจริญเติบโตและมีชีวิตรอดอยู่ได้ในสภาพที่มีความแห้งแล้งค่อนข้างยาวนาน ส่วนใหญ่ปากใบจะเปิดในเวลากลางคืนและปิดในเวลากลางวันทำให้สูญเสียน้ำจากการคายน้ำเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับพืชทั่วไปซึ่งปากใบเปิดในเวลากลางวัน

ง. ไทรโคห์ม (Trihome) ซึ่งมีลักษณะเป็นเกล็ดสีเทาเงินปกคลุมอยู่บริเวณด้านล่างของใบ ไทรโคห์มเหล่านี้ช่วยในการดูดน้ำจากการคายน้ำ และในระยะที่ยังอ่อนอยู่ก็สามารถช่วยในการดูดน้ำและอาจรวมถึงธาตุอาหารให้พืชได้อีกทางหนึ่งด้วย

ใบสับปะรดมีลักษณะเรียวยาวและเป็นร่องโค้งซึ่ง Krauss (1948) ระบุว่าลักษณะเป็นร่องโค้งเช่นนี้ ช่วยให้ใบสับปะรดมีความแข็งแรงและทนทานต่อการหักพับได้ดีเป็นพิเศษ การเรียงตัวของในจะเป็นแบบเวียนรอบลำต้น มีรอบการเรียงตัว (Phyllotaxy) เท่ากับ 5/13 หรือจำนวนใบที่เกิดเวียนรอบลำต้นไปได้ 5 รอบจะมีจำนวนใบเท่ากับ 13 ใบ และ ใบที่ 14 จะเกิดตรงกับตำแหน่งของใบที่ 1. ลักษณะของใบที่เรียงยาวเป็นโค้ง และเรียงตัวเวียนรอบลำต้นสับปะรดแบบนี้มีความสำคัญในการดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำน้อย ละอองฝนหรือน้ำค้างที่ตกลงมาสัมผัสกับพุ่มใบ จะถูกรวบรวมมาไว้ส่วนโคนต้นให้รากในดินหรือรากตามมุมใบใช้ประโยชน์ได้

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด โดยมีการสร้างชุดกรองน้ำจากเส้นใยธรรมชาติ ซึ่งจะใช้เส้นใยธรรมชาติ 2 ชนิด ที่เป็นน้ำหนักแห้ง โดยแต่ละชุดกรองจะใช้ผักตบชวาและใบสับปะรดอย่างละ 100 กรัม โดยแบ่งเป็น 2 ชุดการทดลองคือ ชุดที่มีการแยกชั้นของผักตบชวากับใบสับปะรดและชุดที่มีการผสมของผักตบชวากับใบสับปะรด ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองคือ 5 ลิตร โดยควบคุมอัตราการไหลของน้ำ 2 มิลลิลิตรต่อนาที ซึ่งทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากร้านซักอบรีดก่อนและหลังการกรอง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดลงของฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน ในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

3.1 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ

3.1.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

น้ำเสียจากกิจกรรมซักอบรีด โดยได้รับความอนุเคราะห์น้ำเสียจากร้านซักอบรีด ซอย 7 ถนนกาญจนวณิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เวลา 07:00 น. ในวันที่10-12 พฤษภาคม พ.ศ.2557 โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 3 ครั้ง

3.1.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

การเตรียมและการทดสอบคุณสมบัติของน้ำเสียจากร้านซักอบรีดที่ห้องปฏิบัติการโปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.2.1 วัสดุ

1) เส้นใยผักตบชวา จำนวน 100 กรัม
2) ใบสับปะรด จำนวน 100 กรัม
3) ถังพลาสติก ขนาด 6 ลิตร
4) ผ้าขาวบางขนาดพอดีถัง
5) กรวดสำหรับกรองน้ำ เบอร์ 2 ขนาด1.0-2.0 มิลลิเมตร
6) บีกเกอร์ (Beaker)
7) กระดาษกรอง ขนาด 11 เซนติเมตร เบอร์ 40 (Whatman No 14)
8) กรวยกรอง (Funnel)
9) ขวดปรับปริมาตร (Volume Metric Flask)
10) ขวดรูปชมพู่ (Elenmeyer Flask)

11) กระบอกตวง (Cylender)
12) เครื่องกวนแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer)
13) กระดาษกรองใยแก้ว GF/C ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 mm (Whatman Grade GF/C)
14) กรวยบุคเนอร์ (buchnr's funnel)
15) ถ้วยระเหย (Evaporating Disc)
16) กรวยแยก (Separatory Funnel)

3.2.2 อุปกรณ์

1) เครื่องวัดพีเอช (pH Meter) ยี่ห้อ Clean รุ่น pH 30
2) เครื่องกรองดูดพร้อมปั๊มดูดอากาศ (suction air pump) รุ่น AC220V
3) ตู้อบแห้ง (Hot Air Oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น D-91126 Schwabach
4) โถดูดความชื้น (dessicator) ยี่ห้อ Patron รุ่น AH-80D2
5) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น PL3002
6) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Balance) ยี่ห้อ AND รุ่น PL3002
7) สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV mini 1240 v.
8) เครื่องอังน้ำ (Water Bath) ยี่ห้อ Memmert รุ่น WB22
9) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) แบบปรอท

3.2.3 สารเคมี

1) เฮกเซน (Hexane : $C_{16}H_{14}$) ผู้ผลิต J.T.Baker
2) โซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulfate Anhydrous: Na_2SO_3) ผู้ผลิต Loxley Trading
3) กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid : H_2SO_4) ผู้ผลิต Jabir lbn Hayyan
4) สารละลายแอนติโมนิลโปแตสเซียมตาเตรต (Potassium Antimonyl Tartrate Solution : $C_4H_4O_6 0.5\ H_2O$)
5) สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate Solution : $(NH_4)_6Mo_7O_{24}{\cdot}4H_2O$) ผู้ผลิต RCI Labscan Limited
6) แอสคอร์บิค (Ascorbic Acid : $C_6H_8O_6$) ผู้ผลิต Ajax Chemicals
7) โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium Dihydrogenphosphate : KH_2PO_4) ผู้ผลิต Ajax Finechem Pty Ltd

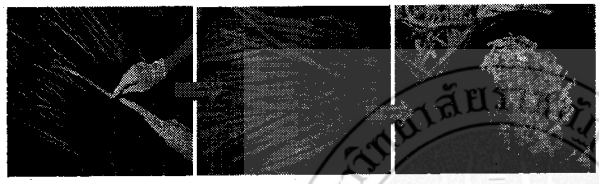
3.3 ขั้นตอนการเตรียมเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด

1) การล้างทำความสะอาดและตัดผักตบชวา โดยนำผักตบชวามาปอกออกให้เหลือแต่เส้นใย แล้วนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาดและมาตัดเป็นท่อนๆยาวประมาณ 5 เซนติเมตร

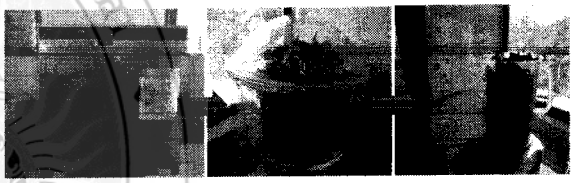
2) การล้างทำความสะอาดและตัดใบสับปะรด โดยนำใบสับปะรดมาล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาดและมาตัดเป็นชิ้นๆยาวประมาณ 5 เซนติเมตร

3) การอบแห้งผักตบชวาและใบสับปะรด โดยนำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออกจากเส้นใยนำผักตบชวาและใบสับปะรดที่อบแห้งแล้วมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) 1ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

สำหรับภาพแสดงขั้นตอนการเตรียมเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดดังแสดงใน**รูปที่3.3-1**



ก) การล้างและตัดผักตบชวา



ค) การอบแห้งผักตบชวาและใบสับปะรด

ข) การล้างและตัดใบสับปะรด

รูปที่ 3.3-1 ขั้นตอนการเตรียมเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด

3.4 การเตรียมชุดกรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

3.4.1 การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

<u>ชุดทดลองแบบแยกชั้น</u>

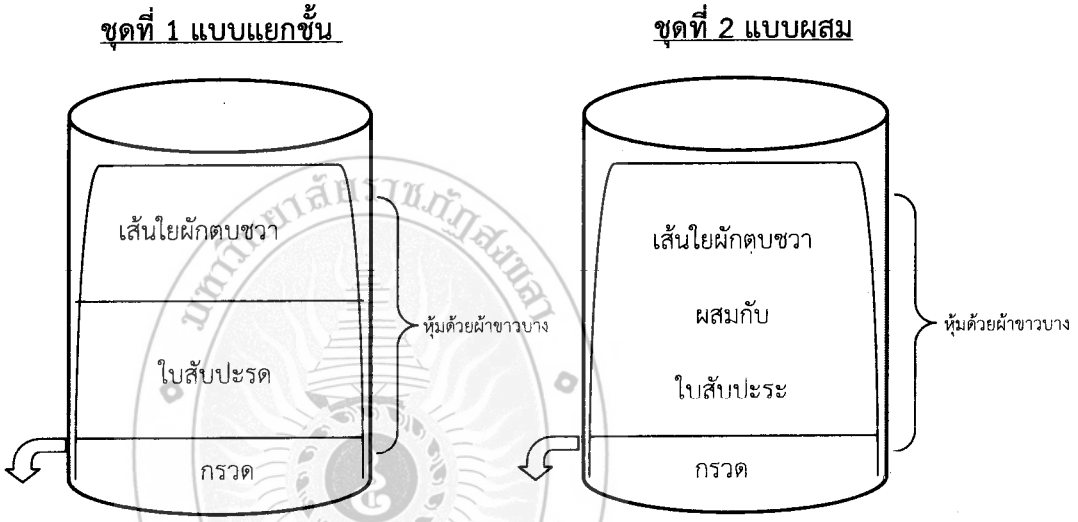
นำถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร มาเจาะรูที่ก้นถังแล้วใส่ก๊อกแล้วนำกรวดสีขาวใส่ลงในถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร นำเส้นใยผักตบชวาที่เตรียมในข้างต้นใส่ในถังและนำใบสับปะรดที่เตรียมในข้างต้นใส่ในถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร แล้วหุ้มด้วยผ้าขาวบางเมื่อได้ชุดการทดลองแล้วก็นำชุดการทดลองมาทำการทดลอง

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

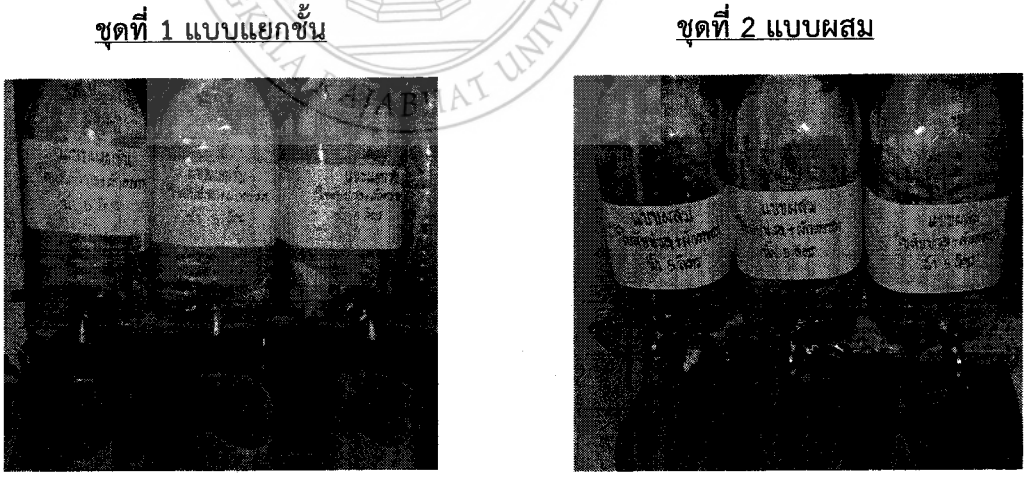
<u>ชุดทดลองแบบผสม</u>

นำถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร มาเจาะรูที่ก้นถังแล้วใส่ก๊อกแล้วนำกรวดสีขาวใส่ลงในถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร นำเส้นใยผักตบชวามาผสมกับใบสับปะรดที่เตรียมในข้างต้นใส่ในถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร แล้วหุ้มด้วยผ้าขาวบาง เมื่อได้ชุดการทดลองแล้วก็นำชุดการทดลองมาทำการทดลอง

สำหรับตัวอย่างโมเดล (model) ชุดอุปกรณ์กรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีดดังแสดงใน**รูปที่ 3.4-1** และ **รูปที่ 3.4-2**



<u>รูปที่</u> 3.4-1 ตัวอย่างโมเดล (model) ชุดอุปกรณ์กรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีด



รูปที่ 3.4-2 ชุดอุปกรณ์กรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

3.5 วิธีการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด โดยใช้เส้นใยผักตบชวาผสมใบสับปะรดโดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 3 ครั้ง ไปตรวจค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด เช่น พีเอช อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย ฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน ดังแสดงใน**ตารางที่ 3.5-1**

1) นำน้ำจากร้านซักอบรีด 30 ลิตร แบ่งมาทดสอบชุดกรองละ 5 ลิตร ซึ่งเป็นน้ำครั้งแรกจากการซักล้าง

2) นำตัวอย่างน้ำก่อนเข้าสู่ถังกรองไปตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด พีเอช อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย ฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน

3) นำน้ำเข้าสู่ถังกรองและปล่อยออกด้วยอัตราการไหลของน้ำ 2 มิลลิลิตรต่อนาที

4) น้ำจะไหลออกจากถังกรองเข้าสู่ถังรองรับน้ำ นำน้ำไปตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ คือ พีเอช อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย ฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน

ตารางที่ 3.5-1 แสดงพารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	ที่มา
1.พีเอช	pH Meter	มั่นสิน ตัฒฑุลเวศน์ (2540)
2.อุณหภูมิ	Thermometer	Standard Method,2005
3.ของแข็งแขวนลอย	Gravimetric method	Standard Method,2005
4.ฟอสเฟต	วิเคราะห์ออร์โธฟอสเฟตด้วยวิธีเทียบสี	Standard Method,2005
5.น้ำมันและไขมัน	วิธีสกัดด้วยกรวยแยก	มั่นสิน ตัฒฑุลเวศน์ (2540)

3.6 ประสิทธิภาพการลดลงของฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน ได้จากสูตร

สูตร $\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{C_0 - C_1}{C_0} * 100$

เมื่อ C_0 = ความเข้มข้นของน้ำเสียจากร้านซักอบรีดก่อนการกรอง

C_1 = ความเข้มข้นของน้ำเสียจากร้านซักอบรีดหลังการกรอง

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบT-Test (Paired Samples Test) ด้วยโปรแกรม SPSS v.10 เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน ของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดระหว่างแบบแยกชั้นกับแบบผสม

บทที่ 4
ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด โดยมีการสร้างชุดกรองน้ำจากเส้นใยธรรมชาติ ซึ่งจะใช้เส้นใยธรรมชาติ 2 ชนิดที่นำมาใช้เป็นน้ำหนักแห้งโดยแต่ละชุดกรองจะใช้ผักตบชวาและใบสับปะรดอย่างละ 100 กรัม โดยแบ่งเป็น 2 ชุดการทดลองคือ ชุดที่มีการแยกชั้นของผักตบชวากับใบสับปะรด และชุดที่มีการผสมของผักตบชวากับใบสับปะรดปริมาณน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองคือ 5 ลิตร โดยควบคุมอัตราการไหลของน้ำ 2 มิลลิลิตรต่อนาที และเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านชุดกรองดังกล่าวมาตรวจวัดค่าพารามิเตอร์พีเอช อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย ฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน เป็นระยะเวลา 3 ครั้ง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

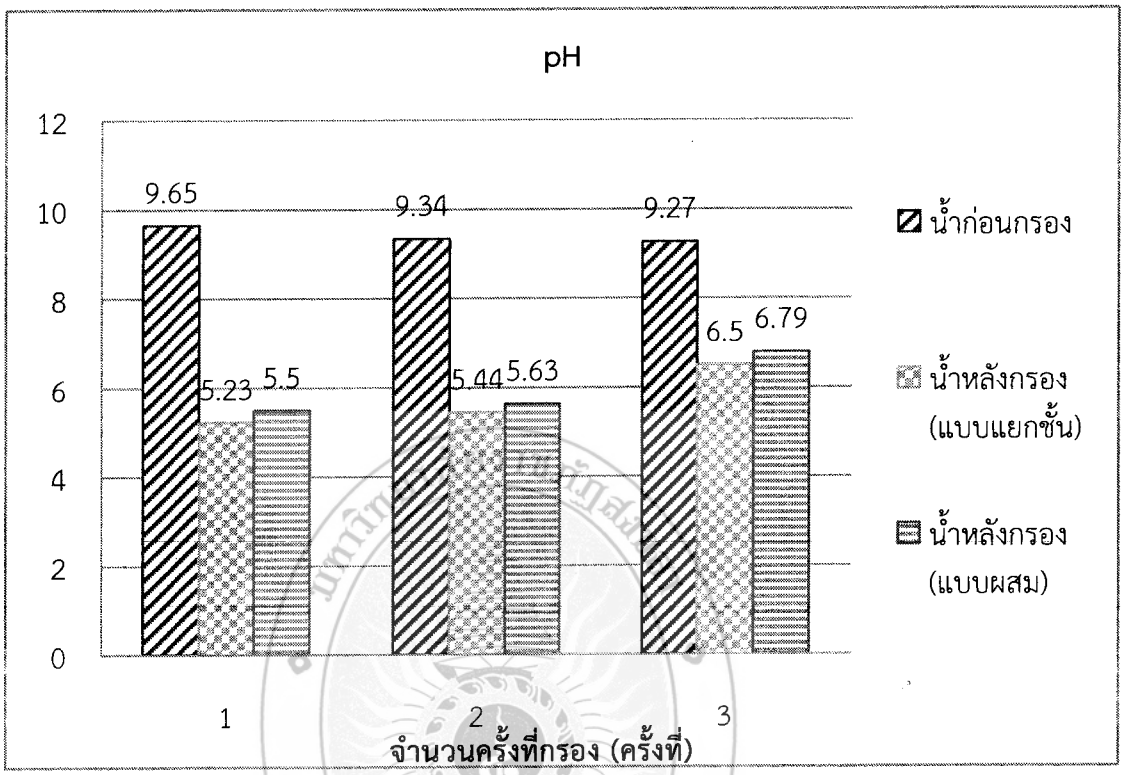
จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำเสียที่ผ่านชุดกรองน้ำของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด โดยกำหนดชุดกรอง 2 ชุด คือ ชุดกรองแบบแยกชั้นกับชุดกรองแบบผสม พบว่าน้ำเสียจากร้านซักอบรีดก่อนนำไปผ่านชุดกรองของครั้งที่1, 2 และ 3 มีค่า pH เฉลี่ย 9.65, 9.34 และ 9.27 ตามลำดับ แต่เมื่อน้ำผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นมีค่า pH เฉลี่ยในครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 5.23, 5.44 และ 6.50 ตามลำดับ และชุดกรองแบบผสมมีค่า pH เท่ากับ5.50, 5.63 และ 6.79 ตามลำดับ ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.1-1** และ **รูปที่ 4.1-1**

ตารางที่ 4.1-1 ค่าเฉลี่ยของค่าพีเอช (pH) ของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม

ชุดกรองจากเส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรด	ค่าพีเอช (pH)						ค่าเฉลี่ย	
	การทดลงครั้งที่ 1		การทดลองครั้งที่ 2		การทดลองครั้ง 3			
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
แบบแยกชั้น	9.65	5.23	9.34	5.44	9.27	6.50	9.42	5.72
แบบผสม	9.65	5.50	9.34	5.63	9.27	6.79	9.42	5.97

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำเสียที่ผ่านการกรองด้วยเส้นใยทั้ง 2 ชนิด พบว่าค่าpH เป็นไปตามค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (5-9) แต่ค่า pH ของน้ำที่ผ่านการกรองของชุดกรองแบบผสมจะมีค่า pH สูงกว่าชุดกรองแบบแยกชั้น ดังนั้นชุดกรองทั้ง 2 ชุดนี้สามารถลดความเป็น

กรด-ด่าง ของน้ำเสียจากร้านซักอบรีดได้และลดลง 1.60 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสียที่ยังไม่ผ่านการกรอง



รูปที่ 4.1-1 ค่าเฉลี่ยของค่าพีเอช (pH) ของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม

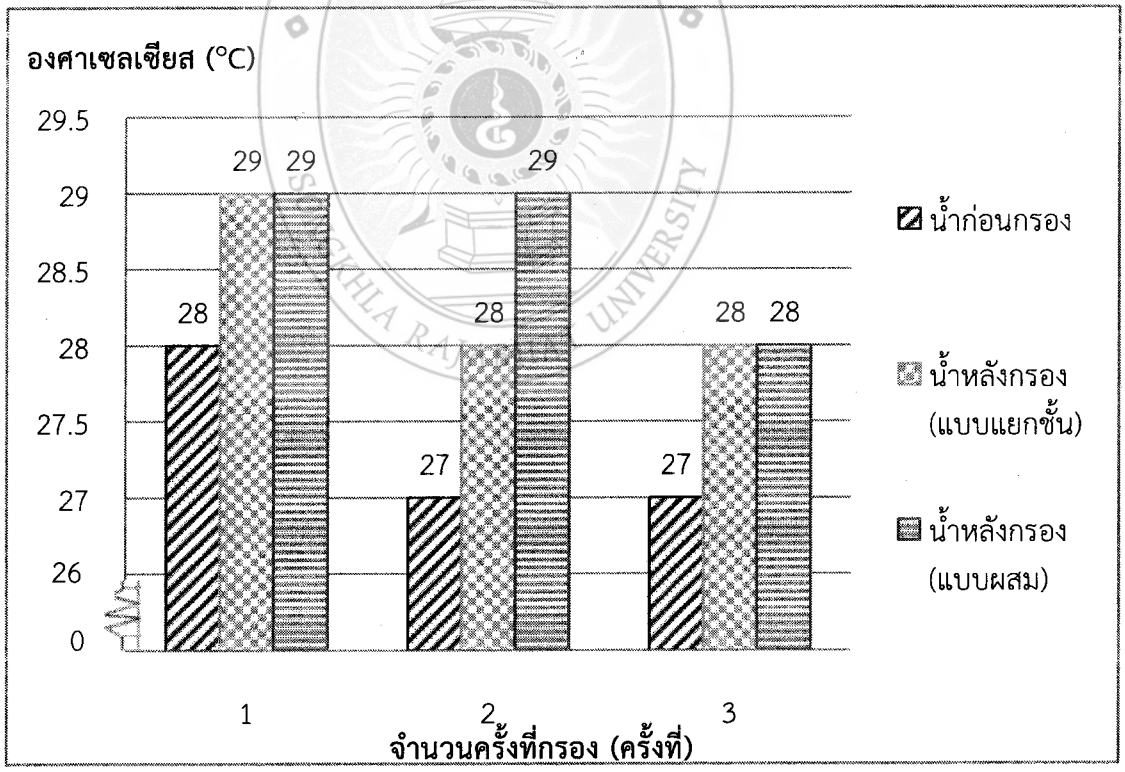
4.2 อุณหภูมิ (°C)

จากการวัดค่าอุณหภูมิของน้ำเสียที่ผ่านชุดกรองน้ำของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด โดยกำหนดชุดกรอง 2 ชุด คือ ชุดกรองแบบแยกชั้นกับชุดกรองแบบผสม พบว่าน้ำเสียจากร้านซักอบรีดก่อนนำไปผ่านชุดกรองของครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีค่าอุณหภูมิ เฉลี่ย 28, 27 และ 27 (°C) ตามลำดับ แต่เมื่อน้ำผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ในครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 29, 28 และ 28 (°C) ตามลำดับ และชุดกรองแบบผสมมีค่าอุณหภูมิ เท่ากับ 29, 29 และ 28 (°C) ตามลำดับ ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.2-1** และ **รูปที่ 4.2-1**

ตารางที่ 4.2-1 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม

ชุดกรองจากเส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรด	อุณหภูมิ (°C)						ค่าเฉลี่ย	
	การทดลองครั้งที่ 1		การทดลองครั้งที่ 2		การทดลองครั้ง 3			
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
แบบแยกชั้น	28	29	27	28	27	28	27	28
แบบผสม	28	29	27	29	27	28	27	28

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิของน้ำเสียที่ผ่านการกรองด้วยเส้นใยทั้ง 2 ชนิด พบว่า น้ำที่ผ่านการกรองของชุดกรองแบบแยกชั้นกับชุดกรองแบบผสมจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากจะมีวัสดุเกิดกระบวนการย่อยสลายจึงทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งสัมพันธ์กับค่า pH ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 25-35 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.2-1 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม

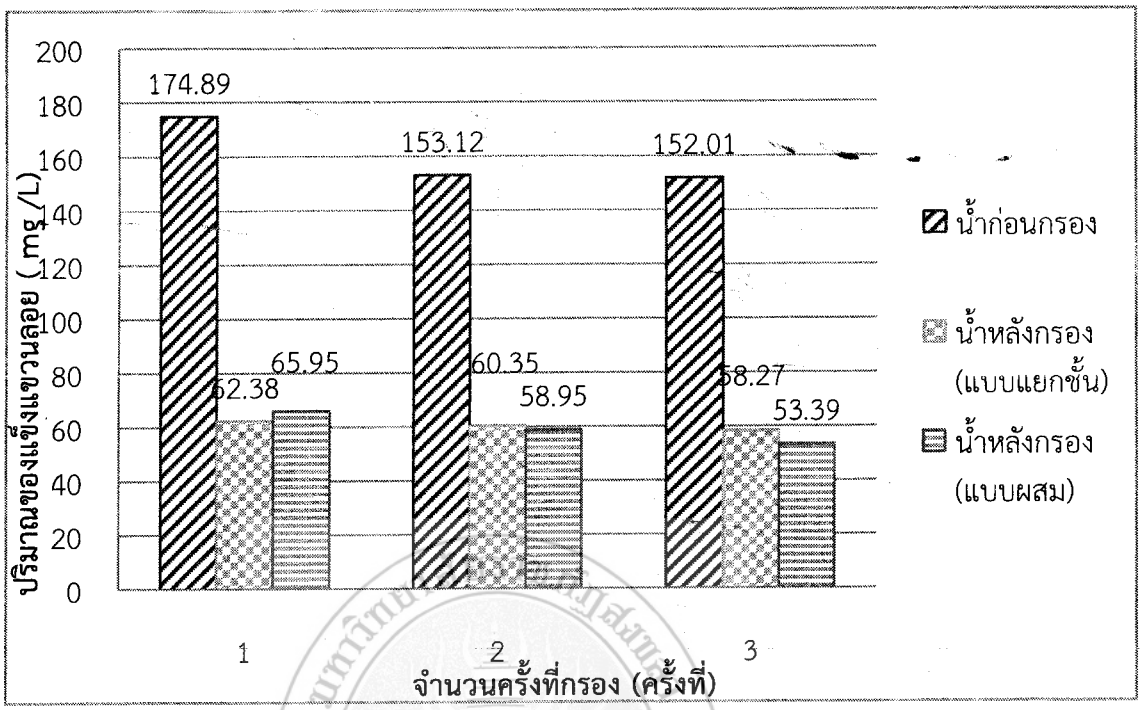
4.3 ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS)

จากการวิเคราะห์ปริมาณ TSS ของน้ำเสียที่ผ่านชุดกรองน้ำของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด โดยกำหนดชุดกรอง 2 ชุด คือ ชุดกรองแบบแยกชั้นกับชุดกรองแบบผสม พบว่าน้ำเสียจากร้านซักอบรีดก่อนนำไปผ่านชุดกรองของครั้งที่ 1, 2 และ3 มีค่า TSS เฉลี่ย 174.89, 153.12 และ 152.01 mg/L ตามลำดับ แต่เมื่อน้ำผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นมีค่า TSS เฉลี่ย ในครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 62.38, 60.35 และ 58.27 mg/L ตามลำดับ และชุดกรองแบบผสมมีค่า TSS เท่ากับ 65.95, 58.95 และ 53.39 mg/L ตามลำดับ ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.3-1** และ **รูปที่ 4.3-1**

ตารางที่ 4.3-1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณ TSS ของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม

ชุดกรองจากเส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรด	ปริมาณTSS (mg/L)						ค่าเฉลี่ย	
	การทดลองครั้งที่ 1		การทดลองครั้งที่ 2		การทดลองครั้ง 3			
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
แบบแยกชั้น	174.89	62.38	153.12	60.35	152.01	58.27	160.00	60.33
แบบผสม	174.89	65.95	153.12	58.95	152.01	53.39	160.00	59.43

เมื่อพิจารณาปริมาณ TSS ของน้ำเสียที่ผ่านการกรองด้วยเส้นใยทั้ง 2 ชนิด พบว่าชุดกรองแบบผสมสามารถลดปริมาณ TSS ในน้ำเสียจากร้านซักอบรีดได้ดีกว่าแบบแยกชั้น จะเห็นได้ว่าค่าTSS จะมีค่าที่ลดลง1.04 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสียที่ยังไม่ผ่านการกรอง แต่ค่าที่ได้ไม่เป็นไปตามค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (50mg/L) เนื่องจากวัสดุชุดกรองเกิดการย่อยสลายและมีขนาดเล็กลงจึงสามารถผ่านชุดกรองไปได้



รูปที่ 4.3-1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณ TSS ของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม

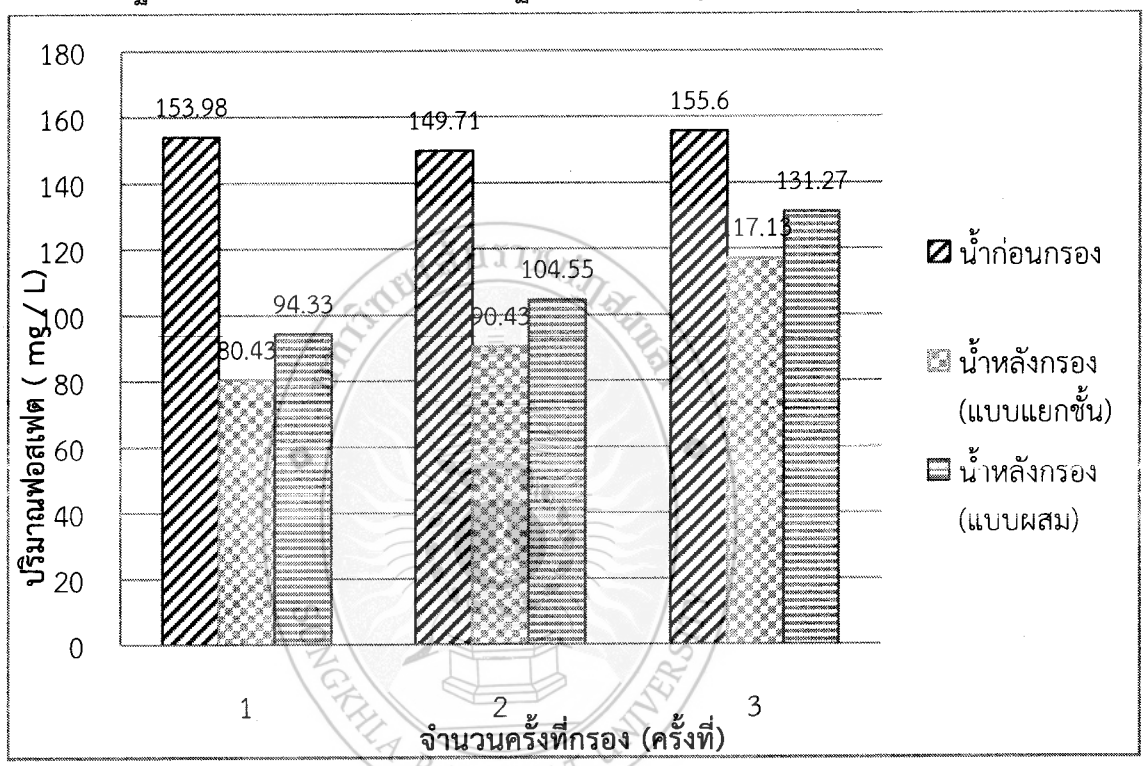
4.4 ปริมาณฟอสเฟต (P)

จากการวิเคราะห์ค่าปริมาณฟอสเฟตของน้ำเสียที่ผ่านชุดกรองน้ำของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด โดยกำหนดชุดกรอง 2 ชุด คือ ชุดกรองแบบแยกชั้นกับชุดกรองแบบผสม พบว่าน้ำเสียจากร้านซักอบรีดก่อนนำไปผ่านชุดกรองของครั้งที่ 1, 2 และ3 มีค่าฟอสเฟต เฉลี่ย 153.98, 149.71 และ 155.6 mg/L ตามลำดับ แต่เมื่อน้ำผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นมีค่า ฟอสเฟต เฉลี่ย ในครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 80.43, 90.43 และ 117.13 mg/L ตามลำดับ และชุดกรองแบบผสมมีค่าฟอสเฟต เท่ากับ 94.33, 104.55 และ 131.27 mg/L ตามลำดับ ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.4-1** และ **รูปที่ 4.4-1**

ตารางที่ 4.4-1 ค่าเฉลี่ยของฟอสเฟตของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม

ชุดกรองจากเส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรด	ปริมาณฟอสเฟต (mg/L)						ค่าเฉลี่ย	
	การทดลงครั้งที่ 1		การทดลองครั้งที่ 2		การทดลองครั้ง 3			
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
แบบแยกชั้น	153.98	80.43	149.71	90.43	155.6	117.13	153.09	96.00
แบบผสม	153.98	94.33	149.71	104.55	155.6	131.27	153.09	110.05

เมื่อพิจารณาปริมาณฟอสเฟตของน้ำเสียที่ผ่านการกรองด้วยเส้นใยทั้ง 2 ชนิด พบว่าน้ำที่ผ่านการกรองของชุดกรองแบบแยกชั้น สามารถลดปริมาณฟอสเฟตในน้ำเสียจากร้านซักอบรีดได้ดีที่สุด คือ 96.00 mg/L จะเห็นได้ว่าปริมาณฟอสเฟตจะมีค่าที่ลดลง 1.93 เท่า เนื่องจากในระยะแรกพื้นที่ผิวของตัวดูดซับมีมากทำให้ตัวดูดซับเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อเวลาผ่านไปอนุภาคของฟอสเฟตจะเข้าไปยึดเกาะบนพื้นที่ผิวของตัวดูดซับ ทำให้การดูดซับที่จะเกิดขึ้นใหม่จึงมีค่าลดลงแต่ยังมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง ถ้าเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้ง (2 mg/L)



รูปที่ 4.4-1 ค่าเฉลี่ยของฟอสเฟตของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม

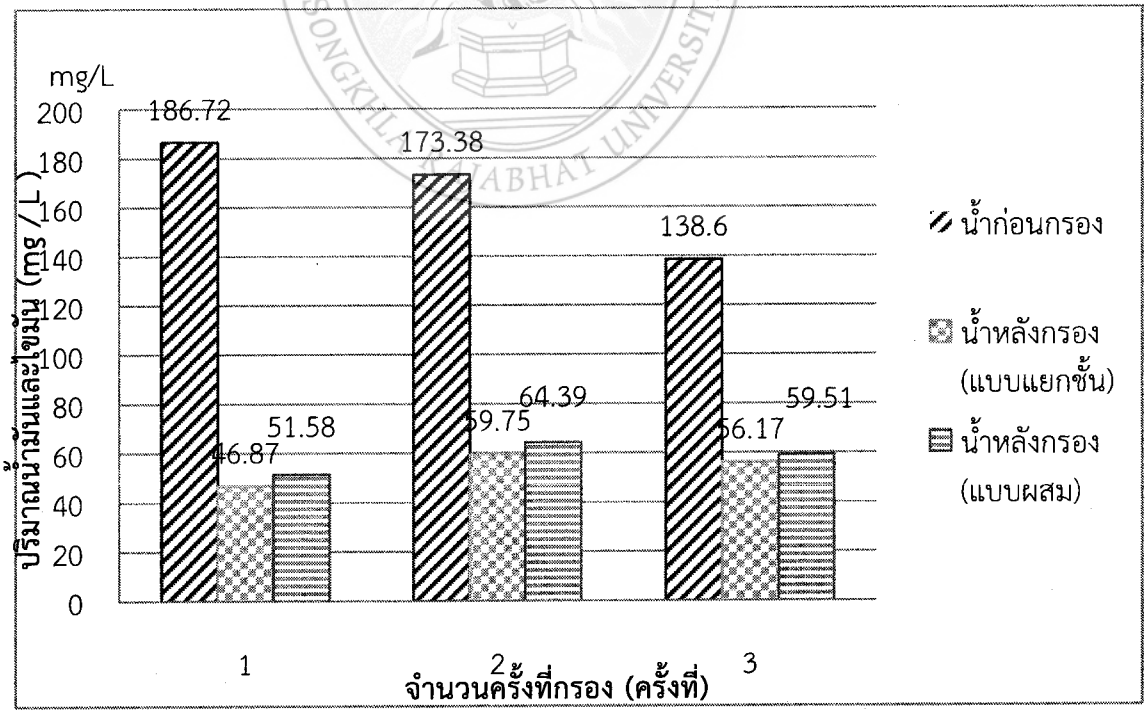
4.5 ปริมาณน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease)

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันและไขมันของน้ำเสียผ่านชุดกรองน้ำของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด โดยกำหนดชุดกรอง 2 ชุด คือ ชุดกรองแบบแยกชั้นกับชุดกรองแบบผสม พบว่าน้ำเสียจากร้านซักอบรีดก่อนนำไปผ่านชุดกรองของครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณน้ำมันและไขมัน เฉลี่ย 186.72, 173.38 และ 138.6 mg/L ตามลำดับ แต่เมื่อน้ำผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นมีค่าน้ำมันและไขมันเฉลี่ย ในครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 46.87, 59.75 และ 56.17 mg/L ตามลำดับ และชุดกรองแบบผสมมีค่าน้ำมันและไขมัน เฉลี่ย ในครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 51.58, 64.39 และ 59.51 mg/L ตามลำดับ ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.5-1** และ **รูปที่ 4.5-1**

ตารางที่ 4.5-1 ค่าเฉลี่ยของน้ำมันและไขมันของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม

ชุดกรองจากเส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรด	ปริมาณน้ำมันและไขมัน (mg/L)						ค่าเฉลี่ย	
	การทดลงครั้งที่ 1		การทดลองครั้งที่ 2		การทดลองครั้ง 3			
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
แบบแยกชั้น	186.72	46.87	173.38	59.75	138.6	56.17	166.23	54.26
แบบผสม	186.72	51.58	173.38	64.39	138.6	59.51	166.23	58.49

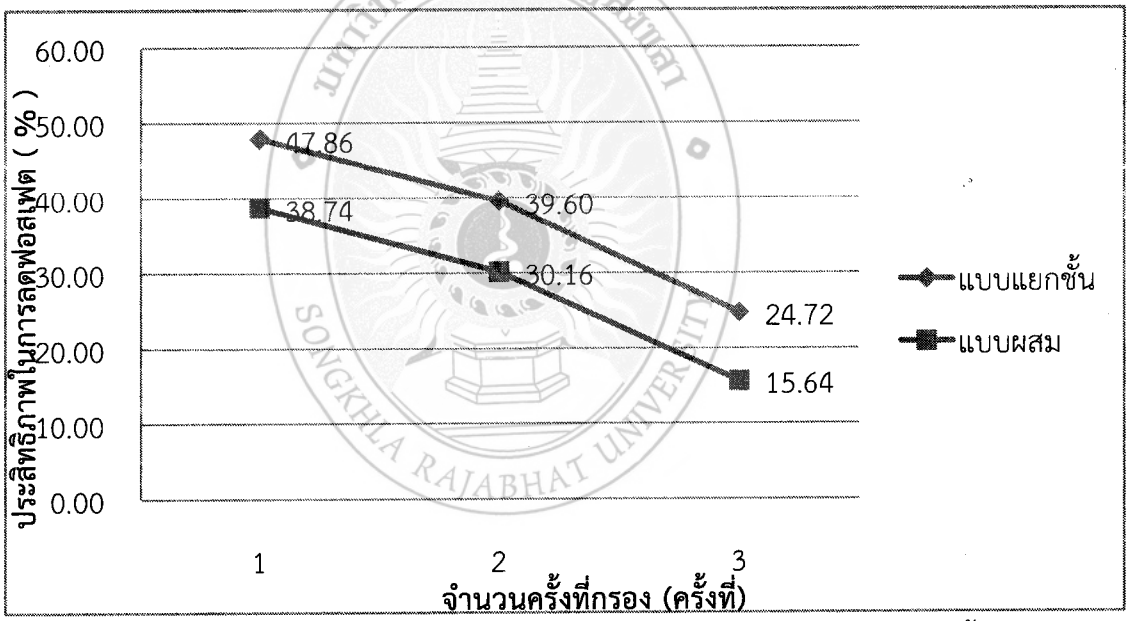
เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำมันและไขมันของน้ำเสียที่ผ่านการกรองด้วยเส้นใยทั้ง 2 ชนิด พบว่าน้ำที่ผ่านการกรองของชุดกรองแบบแยกชั้น สามารถลดปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีดได้ดีที่สุด คือ 54.26 mg/L แต่ยังมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง (20mg/L) จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำมันและไขมันจะมีค่าที่ลดลง 1.25 เท่า อาจเนื่องมาจากคราบไขมันไปอุดตันในเส้นใยธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สากียะห์ ลือโมะและ สารีปะ อาแว (2555) คือ 72.15 mg/L ซึ่งได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาและเส้นใยมะพร้าวสำหรับลดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



รูปที่ 4.5-1 ค่าเฉลี่ยของน้ำมันและไขมันของน้ำที่ผ่านชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม

4.6 ประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟตในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟตในน้ำเสียจากร้านซักอบรีดด้วยชุดกรองเส้นใยธรรมชาติ 2 ชนิดโดยแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม ที่ปริมาณน้ำ 5 ลิตร จะพบว่าประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟตในน้ำของชุดกรองแบบแยกชั้นของครั้งที่ 1 ที่ปริมาณน้ำ 5 ลิตรมีประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟตได้ดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.86 รองลงมาคิดเป็นร้อยละ 39.60 และ 24.72 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟตของชุดกรองแบบผสมของครั้งที่ 1 พบว่าปริมาณน้ำ 5 ลิตร มีประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟต คิดเป็นร้อยละ 38.74 รองลงมา คิดเป็นร้อยละ 30.16 และ 15.64 ตามลำดับ ดังนั้นอาจเป็นไปได้ของตัวกรองของเส้นใยธรรมชาติมีผลกับประสิทธิภาพการลดฟอสเฟตในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด โดยเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด ของชุดกรองแบบแยกชั้นของครั้ง 1 ที่มีปริมาณน้ำ 5 ลิตรมีประสิทธิภาพดีที่สุด ดังแสดงใน**รูปที่ 4.6-1**



รูปที่ 4.6-1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกรองปริมาณฟอสเฟต (P) ของน้ำด้วยเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด

4.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดของชุดกรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม

เมื่อนำค่าประสิทธิภาพในการกรองของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดของชุดแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม ในการลดฟอสเฟตมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของประสิทธิภาพ โดยใช้สถิติ แบบ T-test (Paived samples T- test) ที่ระดับความเชื่อมั่น95% (sig<0.05) จะพบว่าประสิทธิภาพในการกรองฟอสเฟตของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด ของชุด

กรองแบบแยกชั้นและชุดกรองแบบผสม จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (sig<0.00) ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.6.1-1**

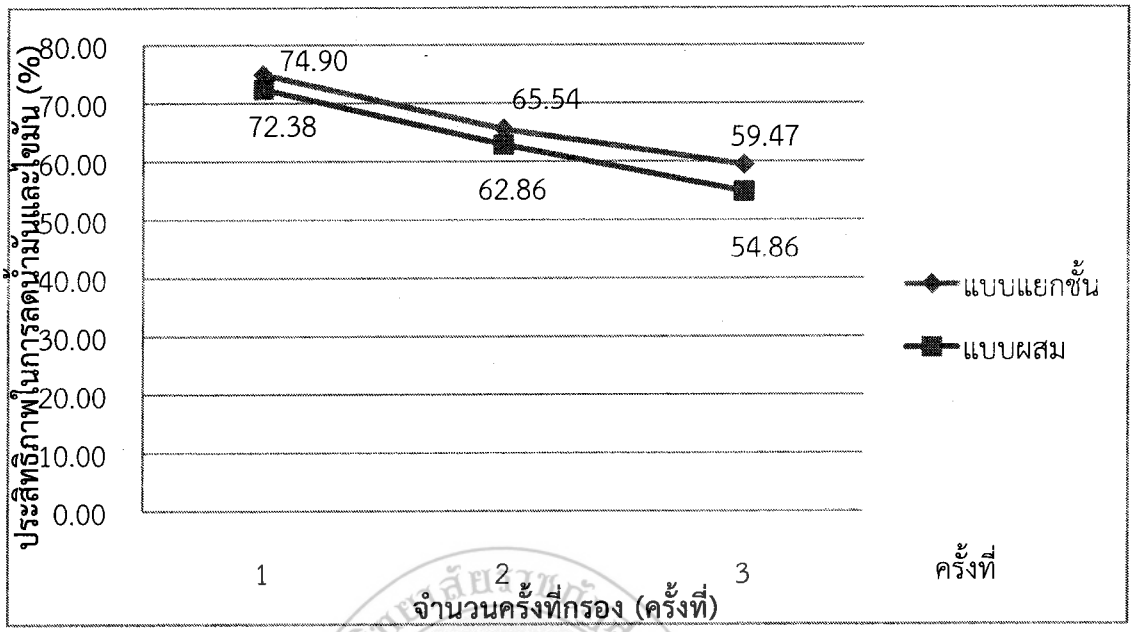
ตารางที่ 4.6.1-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของฟอสเฟตเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดแบบแยกชันและแบบผสม

ถังชุดกรองเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	t	Sig.
แบบแยกชั้น	37.32	11.72	80.875	0.000
แบบผสม	28.18	11.67		

*** หมายเหตุ ทดสอบสมมติฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (sig<0.05)**

4.7 ประสิทธิภาพในการลดปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการลดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีดด้วยวัสดุกรองเส้นใยธรรมชาติ 2 ชนิดโดยแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดกรองแบบแยกชั้นและชดกรองแบบผสมที่ปริมาณน้ำ 5 ลิตร จะพบว่าประสิทธิภาพในการลดน้ำมันและไขมันในน้ำของชุดกรองแบบแยกชั้นที่ปริมาณน้ำ 5 ลิตรมีประสิทธิภาพในการลดน้ำมันและไขมันได้ดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 74.90 รองลงมา คิดเป็นร้อยละ 65.54 และ 59.47 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการลดน้ำมันและไขมันของชุดกรองแบบผสม พบว่าปริมาณน้ำ 5 ลิตร มีประสิทธิภาพในการลดน้ำมันและไขมันคิดเป็นร้อยละ 72.38 รองลงมา คิดเป็นร้อยละ 62.86 และ 54.86 ตามลำดับ ดังนั้นอาจเป็นไปได้ที่ระดับปริมาณน้ำของชุดกรองมีผลกับประสิทธิภาพการลดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียที่ผ่านการกรองโดยเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดแบบแยกชั้นที่ปริมาณ 5 ลิตร มีประสิทธิภาพดีที่สุดของชุดกรองทดลองทั้งหมดดังแสดงใน**รูปที่ 4.7-1**



รูปที่ 4.7-1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดลงปริมาณน้ำมันและไขมันของน้ำด้วยเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด

4.7.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดของชุดกรองแบบแยกชั้น และชุดกรองแบบผสม

เมื่อนำค่าประสิทธิภาพในการกรองของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด แบบแยกชั้นและแบบผสม ในการลดปริมาณน้ำมันและไขมันมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของประสิทธิภาพ โดยใช้สถิติ แบบ T-test (Paived samples T- test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95% (sig<0.05) จะพบว่าประสิทธิภาพในการกรองน้ำมันและไขมันของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด แบบแยกชั้นและแบบผสมจะมีความแตกต่างกันอย่างมีเลขนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (sig<0.040) ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.7.1-1**

ตารางที่ 4.7.1-1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำมันและไขมันเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดแบบแยกชันและแบบผสม

ถังชุดกรองเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	t	Sig.
แบบแยกชั้น	66.63	7.77	4.869	0.040
แบบผสม	63.36	8.77		

*** หมายเหตุ ทดสอบสมมติฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (sig<0.05)**

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด ผลการทดลองสรุปได้ว่า

ประสิทธิภาพในการลดปริมาณฟอสเฟตในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด โดยใช้ชุดกรองจากวัสดุธรรมชาติจากเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดพบว่า ชุดกรองแบบแยกชั้นมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฟอสเฟตสูงสุดในครั้งที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 47.86 ซึ่งจะลดลง 2 เท่า ส่วนชุดกรองแบบผสมจะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฟอสเฟต ในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด โดยใช้ชุดกรองจากวัสดุธรรมชาติจากเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดพบว่าชดกรองแบบผสมมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฟอสเฟตที่สูงสุดในครั้งที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 38.74 ซึ่งจะลดลง 2.47 เท่า ซึ่งจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อ 95%

สำหรับประสิทธิภาพในการลดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด โดยใช้ชุดกรองจากวัสดุธรรมชาติจากเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดพบว่า ชุดกรองแบบแยกชั้นมีประสิทธิภาพในการลดน้ำมันและไขมันสูงสุดในครั้งที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 74.90 ซึ่งจะลดลง 1.25 เท่า ส่วนชุดกรองแบบผสมจะมีประสิทธิภาพในการลดน้ำมันและไขมัน ในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด โดยใช้ชุดกรองจากวัสดุธรรมชาติจากเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดพบว่าชดกรองแบบผสมมีประสิทธิภาพการลดน้ำมันและไขมันที่สูงสุดในวันที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 72.38 ซึ่งจะลดลง 1.32 เท่า ซึ่งจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อ 95%

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการศึกษาความชื้นของวัสดุดูดซับที่ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันและไขมัน

2) ควรศึกษาวัสดุดูดซับธรรมชาติชนิดอื่นที่มีความสามารถในการลดฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน

บรรณานุกรม

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2542. **การบำบัดน้ำเสีย.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สยามสเตชั่นเนอรี่ซัพพลายส์

จินดารัฐ วีระวุฒิ.**สับปะรดและสรีระวิทยาการเจริญเติบโตของสับปะรด.**พิมพ์ครั้งที่1 กรุงเทพฯ : 2541

ทัยพัต ฉายากุล. **การจัดการน้ำเสียที่เกิดจากสถานบริการซักอบรีด**. สำนักจัดการคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษ 2555

ธงชัย พรรณสวัสดิ์และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์. **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย.** พิมพ์ครั้งที่3. 2540

ใบสับปะรด [ออนไลน์เข้าถึงได้จาก http://www.komchadluek.net/2007/08/30/h001_132968)

พรพิพัฒน์ เลขธรากร. 2545. **การกำจัดคราบน้ำมันด้วยผักตบชวาแห้ง**. แหล่งที่มา: http://www.ipst.ac.th/index.php, 28 กุมภาพันธ์ 2555

เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญและธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2536 .**การวิเคราะห์น้ำเสีย.**สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่ง ประเทศไทย

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์. 2542. **เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม.** ภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์. 2540. **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์และมั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์. **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่5. กรุงเทพฯ : 2551

ยุทธภูมิ สุจารี, นพเก้า ทุมรัตน์และ ณรงค์เดช ทาพารักษ์. **การศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธ์ภาพ ของวัสดุธรรมชาติในการบำบัดน้ำทิ้งจากครัวเรือน**. 2552

ใยผักตบชวา[ออนไลน์เข้าถึงได้จาก http://www.komchadluek.net/2007/08/30/h001_132968)

โรสนา กาซอและ อุดพมผล พืชน์ไพบูลย์. **เทคนิคการวิเคราะห์น้ำ น้ำเสียและขยะมูลฝอย.** 2551

วนิดา ชุลิกาวิทย์-สอึ้งจักษุศิลา. ผงซักฟอก.กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์ บริการ

วรายุส วรรณวิไล. **การบำบัดน้ำทิ้งจากกิจกรรมซักรีด**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม 2542

สากียะห์ ลือโมะ และ สารีปะ อาแว. **การศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาและเส้นใยมะพร้าวสำหรับลดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.** มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 2555

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการทดลอง

ภาคผนวก ก–1

การเตรียมวัสดุอุปกรณ์และการเก็บตัวอย่าง

1. การเตรียมชุดอุปกรณ์การทดลอง

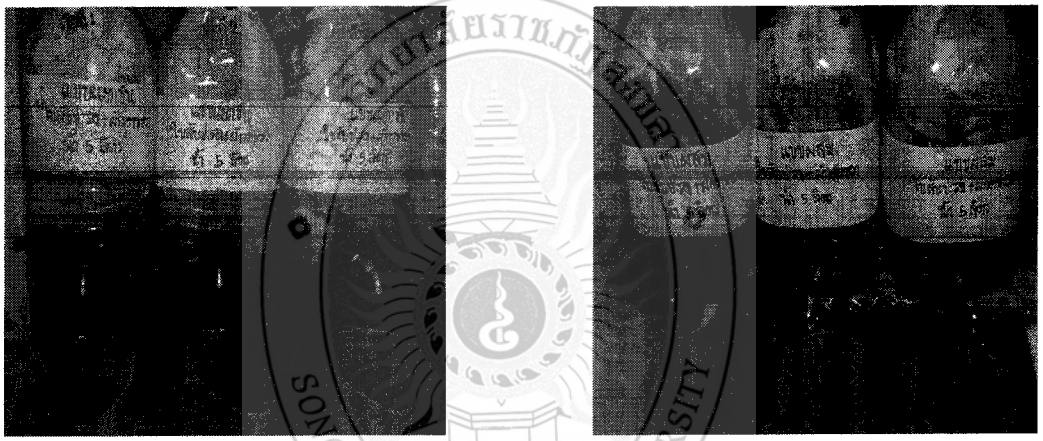
ชุดทดลองจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่

ส่วนที่ 1 ชุดถังกรองน้ำจากเส้นใยผักตบชวาแยกเป็นชั้นกับใบสับปะรด

ส่วนที่ 2 ชุดถังกรองน้ำจากเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรด

ดังแสดงในตัวอย่างชุดอุปกรณ์ประกอบ **(รูปที่ ผ ก- 1)** และรายละเอียดการเตรียมอุปกรณ์รวมถึงการประกอบชุดอุปกรณ์ตัวอย่างโมเดล ชุดอุปกรณ์กรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

ชุดที่ 1 แบบแยกชั้น	ชุดที่ 2 แบบผสม
ผักตบชวาแยกชันกับใบสับปะรด	ผักตบชวาผสมกับใบสับปะรด



รูปที่ ผ ก-1 ตัวอย่างชุดอุปกรณ์ประกอบ

2. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจากเส้นใยธรรมชาติ (เส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด)

วัตถุดิบ (เส้นใยผักตบชวา)

1) นำผักตบชวามาปอกออกให้เหลือแต่เส้นใย แล้วนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาดและมาตัดเป็นท่อนๆ ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร

2) นำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออกจากเส้นใย

3) นำผักตบชวาที่อบแล้วมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) 1ชั่วโมง

4) ทดสอบด้วยกระดาษซับมัน ถ้าไม่มีความมันติดอยู่แสดงว่าแห้งดีแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

วัตถุดิบ (ใบสับปะรด)

1) นำใบสับปะรดตัดเป็นชิ้นๆยาวประมาณ 5 เซนติเมตร

2) แล้วนำไปอบแห้งด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออกจากใบสับปะรด

3) นำใบสับปะรดที่อบแล้วมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) 1ชั่วโมง

4) ทดสอบด้วยกระดาษซับมัน ถ้าไม่มีความมันติดอยู่แสดงว่าแห้งดีแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

3. การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียจากร้านซักอบรีดที่ใช้ในการศึกษา

- ตัวอย่างน้ำเสียจากร้านซักอบรีดที่ใช้ในการศึกษาเป็นตัวอย่างน้ำเสียจากร้านซักอบรีด ซอย 7 ถนนกาญจนวณิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

- เตรียมถังพลาสติกสำหรับใส่น้ำที่ผ่านการซักผ้าถังขนาด 6 ลิตร

- สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ : เก็บตัวอย่างน้ำที่ปล่อยทิ้งจากการซักล้างครั้งแรกจากท่อระบายน้ำจากร้านซักอบรีด ซอย 7 ถนนกาญจนวณิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เก็บตัวอย่างน้ำมา 180 ลิตร/ วัน

รูปที่ ผ ก-2 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

4. การเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากร้านซักอบรีดเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด

1) นำน้ำจากร้านซักอบรีดมาทั้งหมด 30 ลิตร น้ำครั้งแรกจากการซักล้าง

2) นำตัวอย่างน้ำก่อนเข้าสู่ถังกรองไปตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด พีเอช อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย ฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน

3) นำน้ำเข้าสู่ถังกรองและปล่อยออกด้วยอัตราการไหลของน้ำ 2 มิลลิลิตร /นาที

4) น้ำจะไหลออกจากถังกรองเข้าสู่ถังรองรับน้ำ นำน้ำไปตรวจค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด พีเอส อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย ฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ก – 2

วิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบค่าพีเอช

หลักการ

การวัดพีเอช คือ การวัดสภาพความเป็นกรดหรือเป็นด่างของสารละลาย ที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (Aqueous solution) โดยวัดความต่างศักย์ (Potential) ที่เกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรดอ้างอิง (Reference Electrode) กับอิเล็กโทรดตรวจวัด (Sensing Electrode) ความต่างศักย์ที่ได้เกิดขึ้นจากจำนวนของไฮโดรเจนอิออน (H^+) อิเล็กโทรดจะเปลี่ยนความต่างศักย์ที่เกิดจากอิออน (Ionic Potential) แล้วขยายให้มีความแตกต่างศักย์ขึ้นด้วยเครื่องวัดพีเอช (Potentiometer)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องวัดพีเอช (pH Meter)
2) บีกเกอร์ (Beaker)
3) เครื่องกวนแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer)

วิธีการวิเคราะห์

1) Calibrate เครื่องด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ 4.00, 7.00 และ 10.00
2) คนน้ำตัวอย่างให้เข้ากัน แล้ววัดค่าพีเอช
3) บันทึกผลการทดลอง

การทดสอบค่าอุณหภูมิ (Temperature)

หลักการ

โดยปกติทั่วไปค่าอุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนแบบปลงตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิประเทศ ความเข้มแสง กระแสลม ความขุ่น และความลึกของแหล่งน้ำ อุณหภูมิของน้ำ เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราเมตาโบลิซึม การกินอาหาร และการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในน้ำ รวมทั้งสัตว์น้ำ โดยเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงมากกว่าขึ้นกว่าปกติ จะมีผลทำให้ปฏิกิริยาชีวเคมีของพวกจุลินทรีย์สูงขึ้นตามไปด้วย ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำถูกใช้เพิ่มขึ้น และทำให้การเจริญเติบโตของพืชที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำมีมากกว่าปกติ นอกจากนี้ยังมีผลให้การละลายของออกซิเจนในน้ำลดลง เนื่องจากค่าอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำจะลดลงเมื่อน้ำอุณหภูมิสูงขึ้น อุณหภูมิของน้ำเป็นค่าที่ต้องทำการตรวจวัดในภาคสนามทันที และต้องมีการบันทึกเวลาที่วัดไว้ด้วย เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำในรอบวันมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เทอร์โมมิเตอร์

2) กระดาษจดบันทึก

วิธีการวัดอุณหภูมิ

1) ตรวจสอบว่าเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือไม่ โดยตรวจสอบปรอทที่อยู่ด้านล่างของกระเปาะว่าไม่ค้างอยู่ด้านบน และเส้นปรอทไม่ขาดตอน

2) นำเทอร์โมมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิน้ำในน้ำที่ต้องการศึกษา

3) การอ่านค่าอุณหภูมิต้องให้ปรอทหยุดการเคลื่อนที่ก่อน บันทึกเวลาที่ทำการวัดด้วย หน่อยของอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}C$)

การทดสอบค่าของแข็งแขวนลอย (TSS)

หลักการ

ของแข็ง (Solids) หมายถึงสิ่งเจือปนในน้ำที่เหลืออยู่เมื่อระเหยน้ำออกจนหมด ไม่รวมถึงสารบางอย่างที่ระเหยไปกับน้ำ เช่น กรดอินทรีย์และกรดต่างๆที่ละลายในน้ำ สิ่งเจือปนที่เหลือเป็นของแข็งนี้มีทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ ซึ่งอาจจะละลายในน้ำหรือไม่ก็ได้ การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งในน้ำทำได้โดยการชั่งน้ำหนัก (gravimetric method) แล้วรายงานผลในรูปน้ำหนักสารต่อปริมาตรของน้ำตัวอย่าง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) กระดาษกรองใยแก้ว GF/C ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 mm (Whatman Grade GF/C)

2) กรวยบุคเนอร์ (buchnr's funnel)

3) เครื่องกรองดูดพร้อมปั๊มดูดอากาศ (suction air pump)

4) ตู้อบแห้ง (oven)

5) โถดูดความชื้น (dessicator)

6) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance)

วิธีวิเคราะห์

1) นำกระดาษกรอง GF/C มาชั่งโดยเครื่องชั่งละเอียด สมมติได้น้ำหนัก = A กรัม

2) วางกระดาษกรองลงบน (Buchner's funnel) ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศโดยใช้ปากคีบที่สะอาด ใช้น้ำกลั่นฉีดบนกระดาษกรองให้ทั่ว แล้วเปิดปั๊มดูดอากาศเพื่อให้กระดาษกรองแนบสนิทดีกับกรวย

3) ปิเปตตัวอย่างน้ำ 50-100 มล.(ปริมาตรที่ใช้ขึ้นกับของแข็งแขวนลอยในน้ำ) ใส่ไปบนกระดาษกรองทีละน้อยพร้อมกับเปิดปั๊มดูดอากาศ พยายามให้ของแข็งกระจายไปทั่วๆกระดาษกรอง

4) ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งที่ติดอยู่ข้างกรวยจนหมดและรอจนกว่าจะแห้ง แล้วใช้ปากคีบค่อยๆหยิบกระดาษกรองออกนำไปวางบนภาชนะที่ใส่เดิม

5) นำไปอบให้แห้งในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 103-105°C นานประมาณ1ชม.ทำให้เย็นใน dessicator แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก สมมติได้ = B กรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณของแข็งแขวนลอย (mg/l)} = \frac{(B-A)\times 10^{\text{ยกกำลังหก}}}{\text{ml sample}}$$

โดยที่ A= น้ำหนักกระดาษกรองก่อนการวิเคราะห์ (กรัม)

B= น้ำหนักกระดาษกรองหลังการวิเคราะห์ (กรัม)

การทดสอบหาปริมาณฟอสเฟต (Phosphate)

หลักการ

ฟอสฟอรัสในน้ำธรรมชาติและน้ำเสียจะอยู่ในรูปต่างๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปที่ละลายน้ำหรือในรูปของซากพืชซากสัตว์ ฟอสฟอรัสที่พบในธรรมชาติมีแหล่งกำเนิดได้หลายทาง

- เติมลงไปในน้ำประปา (ในรูป polyphosphate) เพื่อป้องกันการตกตะกอนภายหลังของ $CaCO_3$ และเพื่อหลีกเลี่ยงการทำ recarbonation

- ผงซักฟอกจะมี phosphate และ polyphosphate เป็นองค์ประกอบ

- ปุ๋ยซึ่งใช้ในการเกษตรถูกน้ำฝนชะล้างจากดินลงสู่แหล่งน้ำ

ฟอสฟอรัสจัดเป็น growth limiting nutrient ของพืชน้ำ ดังนั้นการปล่อยน้ำทิ้งที่มีฟอสฟอรัสลงในแหล่งน้ำอาจกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดปัญหา Eutrophication ในแหล่งน้ำได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1) สเปกโทร โฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)

2) ขวดรูปชมพู่

3) ทิชชู/น้ำกลั่น

สารเคมี

1) กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid)

2) สารละลายแอนติโมนิลโปแตสเซียมตาเตรต (Potassium Antimonyl Tartrate Solution)

3) สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate Solution)

4) แอสคอร์บิค (Ascorbic Acid)

5) โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium Dihydrogenphosphate)

วิธีวิเคราะห์

1) การเตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต

- เตรียมสารละลายมาตรฐานไนเตรทในช่วง 0-30 mg N/L โดยการเจือจาง 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 ml ของ Standard Phosphate Solution ความเข้มข้น 2.5 µg PO_4-P ด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 50 mlจะได้สารละลายมาตรฐานไนเตรทที่มีความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 µg PO_4-P ตามลำดับ

2) การทำให้เกิดสี

- ดูดตัวอย่าง 50 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml เติมฟีนอล์ฟทาลีนลงไป 1 หยด ถ้ามีสีแดงเกิดขึ้นให้หยด H_2SO_4 5 N ลงไปที่ละหยดจนกว่าสีแดงจะหายไป

- เติมน้ำยารวมลงไป 8 ml เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที เพื่อให้เกิดสี แล้วนำไปอ่านค่า blank มาหักลบค่าของ Samples ที่อ่านได้เช่นกัน

การคำนวณ

$$\text{Phosphate (mg/L)} = \frac{\mu g \text{ ที่อ่านได้จากกราฟ}}{ml \text{ น้ำตัวอย่าง}}$$

การทดสอบหาปริมาณน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease)

หลักการ

น้ำมันและไขมัน หมายถึง กลุ่มของสารอินทรีย์ที่ละลายหรือแขวนลอยน้ำ สามารถสกัดได้โดยเฮกเซน หรือฟรีออน สารที่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายนี้ ได้แก่ ไฮโดรคาร์บอน, เอสเทอร์น้ำมัน, ไขมัน,แวกซ์ และกรดอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงๆ ซึ้งสารเคมีเหล่านี้เป็นปัญหาในการบำบัดน้ำเสีย เพราะละลายน้ำได้ยากและมักจะลอยตัวอยู่ที่ผิวหน้าทำให้เกิดปัญหาตะกอนลอยในถังบำบัดตะกอน สำหรับระบบโปรยกรอง ระบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์น้ำมันและไขมันจะไปเคลือบบนกลุ่มจุลชีพทำให้การถ่ายเทออกซิเจนไม่ดีทำให้ระบบเสียหาย น้ำเสียที่มีน้ำมันและไขมันปริมาณมากได้แก่ น้ำเสียจากบ้านเรือน และน้ำเสียจากอุตสาหกรรมบางชนิด

การวิเคราะห์น้ำมันและไขมัน เป็นการตรวจวัดกลุ่มน้ำมัน หรือไขมันที่มีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกัน เป็นการตรวจวัดไฮโดรคาร์บอนซึ้งละลายได้ตัวทำละลายอินทรีย์(organic solvent) เช่นอีสเทอร์ เฮกเซน ฟรีออน และไม่ระเหยที่อุณหภูมิ103องศาเซลเวียส และถ้าเป็นน้ำมันที่มีการระเหยที่อุณหภูมิต่ำกว่า 85องศาเซลเซียส ก็จะไม่รวมอยู่ใน FOG

อุปกรณ์และสารเคมี

1) กรวยแยก (Separatory funnel) ขนาด 500 มล.
2) ถ้วยระเหย (Evaporation dish)
3) เครื่องอังน้ำ (water bath)
4) กระดาษกรอง เบอร์ 40 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 ซม. (whatman No. 40)
5) กรวยกรอง (funnel)
6) บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 600 มล. และ 100มล.
7) เครื่องชั่งอย่างละเอียด (Analytical Balance)
8) โถดูดความชื้น (Desiccator)

เครื่องมือและอุปกรณ์

สารเคมี

1) กรดซัลฟิวริก (Sulfuric Acid 1:1)
2) เฮกเซน (n-Haxane)
3) โซเดียมซัลเฟต (Sodidium Sufate) ที่ผ่านการอบมาแล้ว

วิธีการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ตัวอย่างใช้วิธีการวิเคราะห์ไขมันและน้ำมันด้วยการสกัดด้วยกรวยแยก ปรับพีเอชของตัวอย่างให้เป็นกรดให้พีเอชน้อยกว่า 2 สกัดน้ำมันและไขมันด้วยตัวทำละลายในกรวยแยก จากนั้นระเหยตัวทำละลายออกจนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง (Desicator) ชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมา เนื่องจากน้ำหนักของไขมันและน้ำมัน ตัวทำละลายที่ใช้จะเป็นเฮกเซนหรือฟรีออน

วิธีวิเคราะห์น้ำมันและไขมัน

1) เทตัวอย่างน้ำที่ปริมาตร 500ml ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600มล. เติมกรดกำมะถันเข้มข้นจนพีเอชน้อยน้อยกว่า 2

2) เทตัวอย่างน้ำใส่กรวยแยก เติมเฮกเซนจำนวน10-15มล. เขย่าอย่างแรงประมาณ 2นาที ตั้งทิ้งไว้ สารผสมจะแยกชั้นกัน ชั้นเฮกเซนจะอยู่ส่วนบน ส่วนตัวอย่างน้ำจะอยู่ส่วนล่าง

3) ถ่ายชั้นตัวอย่างน้ำไว้ในบีกเกอร์ เพื่อนำมันมาสกัดอีก

4) ถ่ายชั้นของเฮกเซนซึ่งน้ำมันและไขมันละลายอยู่ผ่านกรวยกรองที่มีโซเดียมซัลเฟตบนกระดาษกรองลงในถ้วยระเหยซึ่งได้ทำให้แห้ง มีน้ำหนักคงที่และได้ชั่งหนักไว้แล้วสมมติให้เป็น A กรัม

5) ทำการสกัดซ้ำด้วยวิธีเดียวกันนี้อีกหลายๆครั้ง จนกระทั่งน้ำมันและไขมันถูกสกัดออกจากน้ำตัวอย่างหมด

6) นำถ้วยระเหยซึ่งมี เฮกเซน น้ำมันและไขมัน ละลายน้ำอยู่ ไประเหยเอา เฮกเซนออกบนเครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนแห้งปราศจากความชื้น แล้วปล่อยให้เย็นลงในโถทำแห้ง ประมาณ 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนักสมมติเป็น B (มั่นสิน, 2540)

การคำนวณ

$$\text{ไขมันและน้ำมัน (ml / l)} = \frac{B-A}{\text{ปริมาณน้ำตัวอย่าง } (ml)} \times 10^{\text{ยกกำลังหก}}$$

โดยที่ A = น้ำหนักถ้วยระเหย

B = น้ำหนักถ้วยระเหย รวมทั้งไขมันและน้ำมัน

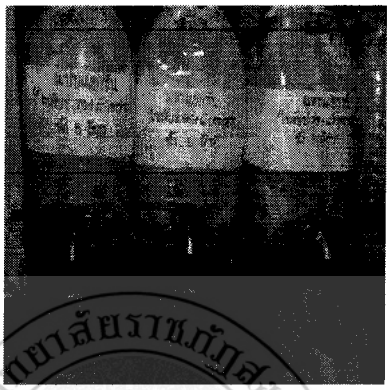
ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการทำวิจัย

ภาพประกอบการทำวิจัย

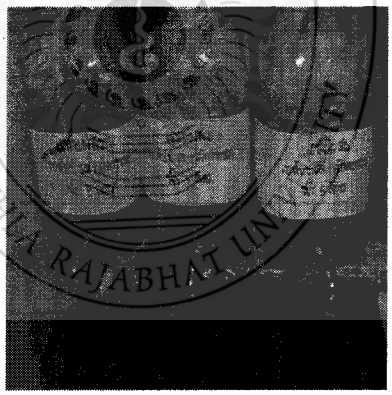
1. การออกแบบชุดทดลอง

ส่วนที่ 1 ชุดกรองน้ำจากเส้นใยผักตบชวาแยกเป็นชั้นกับใบสับปะรด



(ก) ชุดกรองน้ำแบบแยกชั้น

ส่วนที่ 2 ชุดกรองน้ำจากเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรด



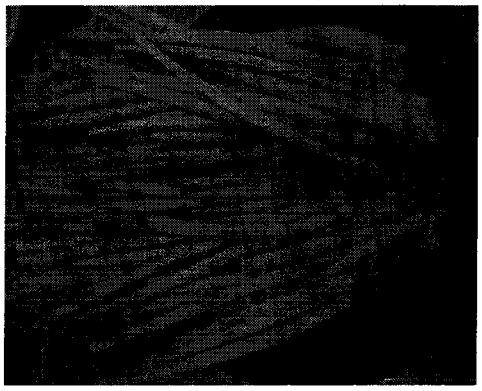
(ข) ชุดกรองน้ำแบบผสม

รูปที่ ผข – 1 การออกแบบชุดทดลอง

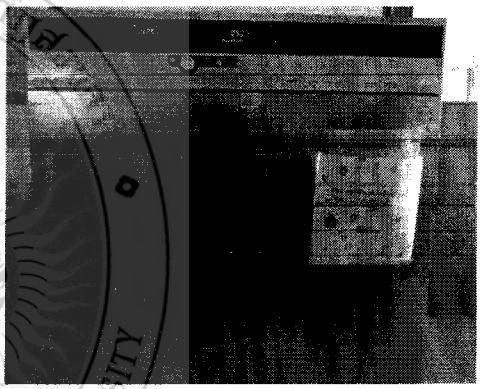
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

2. การเตรียมเส้นใยผักตบชวา

(ก) การปอกเปลือกผักตบชวา



(ข) ผักตบชวาที่ปอกเสร็จแล้ว



(ค) ผักตบชวาที่หันเป็นท่อนๆ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น (ง) อบผักตบชวาที่อุณหภูมิ 105 (C^0)

(จ) ผักตบชวาที่แห้งใส่ในโถดูดความชื้น

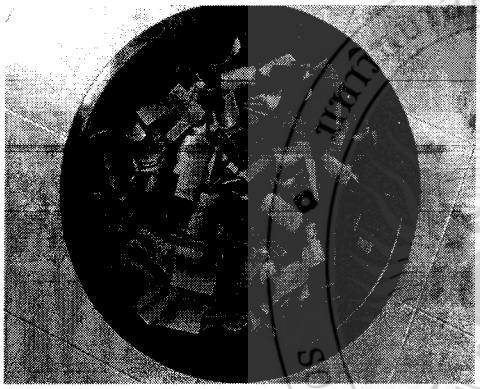
(ฉ) มาชั่งน้ำหนักผักตบชวา

รูปที่ ผข – 2 การเตรียมเส้นใยผักตบชวา

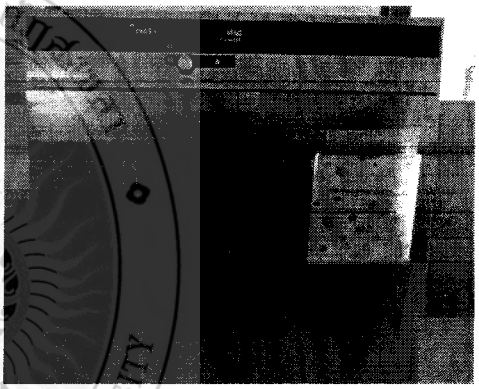
3. การเตรียมใบสับปะรด

(ก) นำใบสับปะรด

(ข) นำมาล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด



(ข) ใบสับปะรดที่หันเป็นท่อนๆ



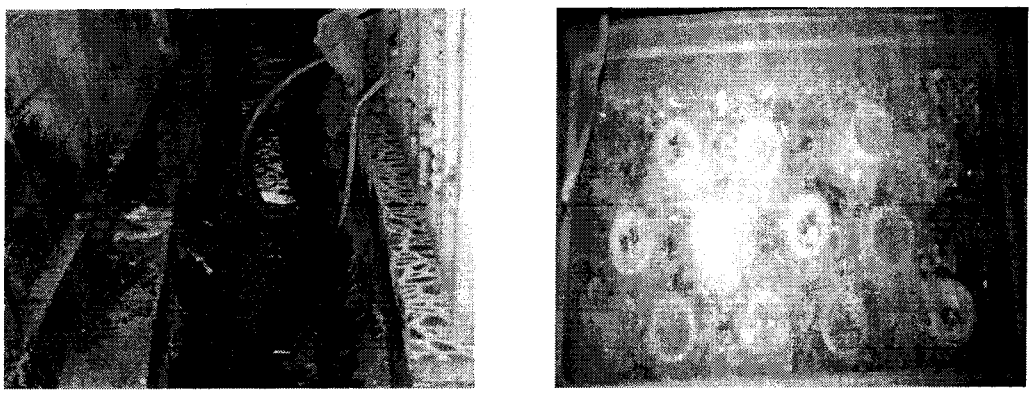
(ง) อบใบสับปะรดที่อุณหภูมิ 105 (C^0)

(จ) ใบสับปะรดที่แห้งใสในโถดูดความชื้น

(ฉ) มาชั่งน้ำหนักใบสับปะรด

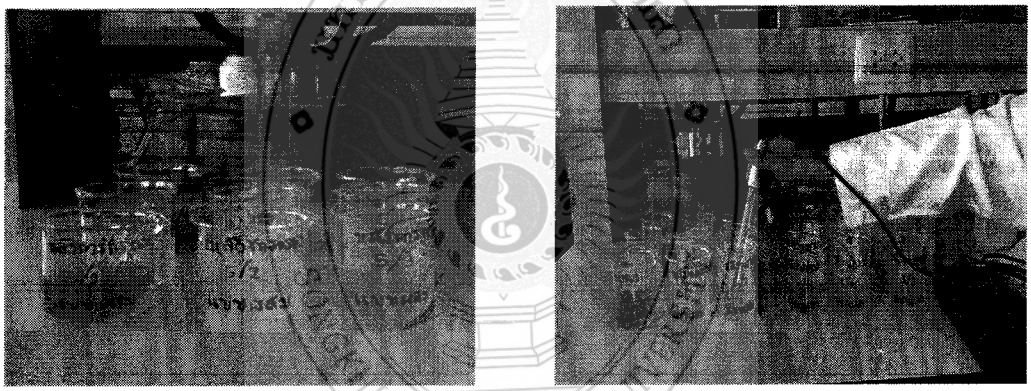
รูปที่ ผข - 3 การเตรียมใบสับปะรด

4. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมตัวอย่างน้ำเสียจากร้านซักอบรีด



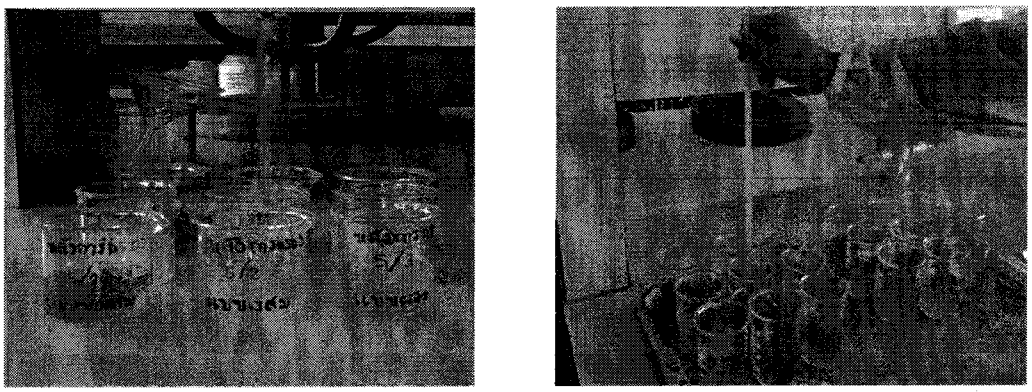
รูปที่ ผข – 4 การเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการซักล้าง

5. การวิเคราะห์หาค่าพีเอช (pH) โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ (pH meter)



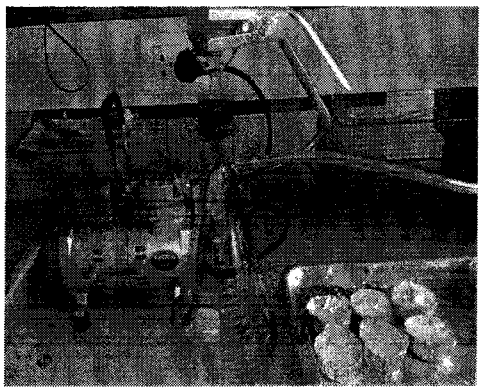
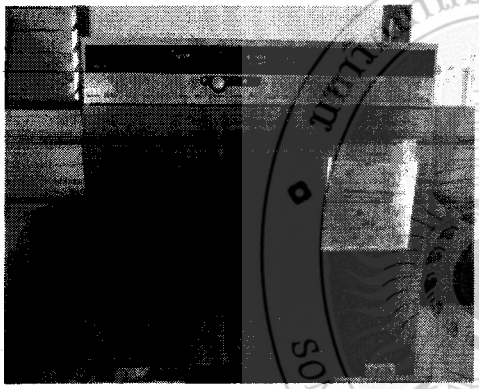
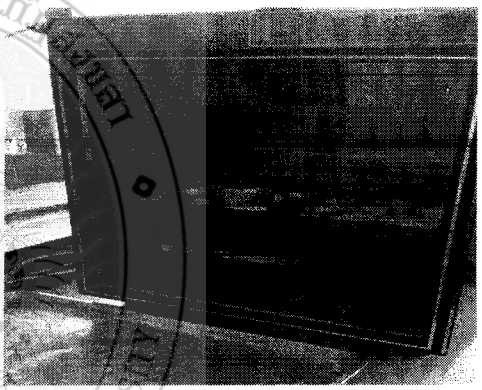
รูปที่ ผข – 5 การวิเคราะห์หาค่าพีเอช

6. การวิเคราะห์หาอุณหภูมิ



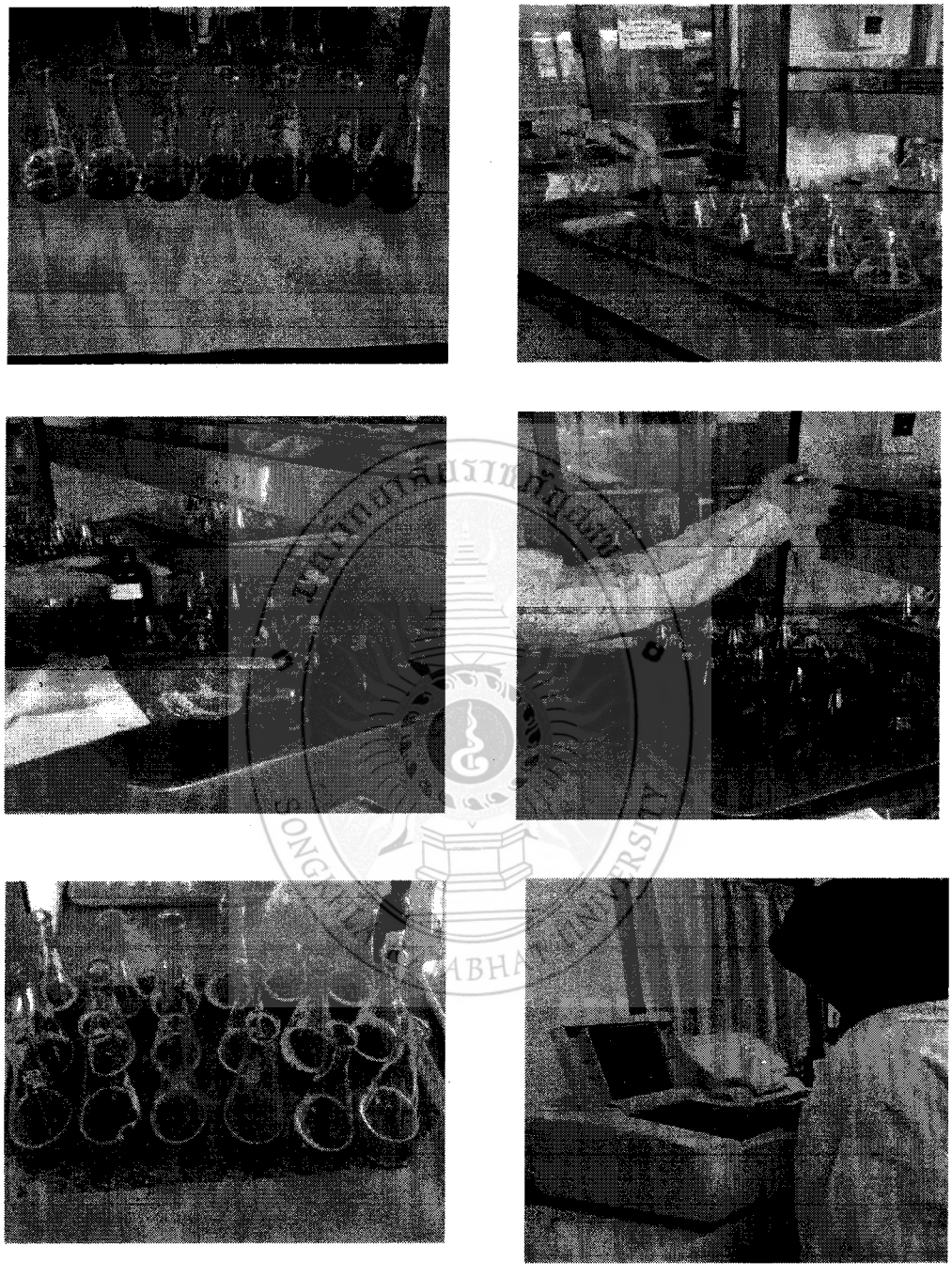
รูปที่ ผข – 6 การวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิ

7. การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอย

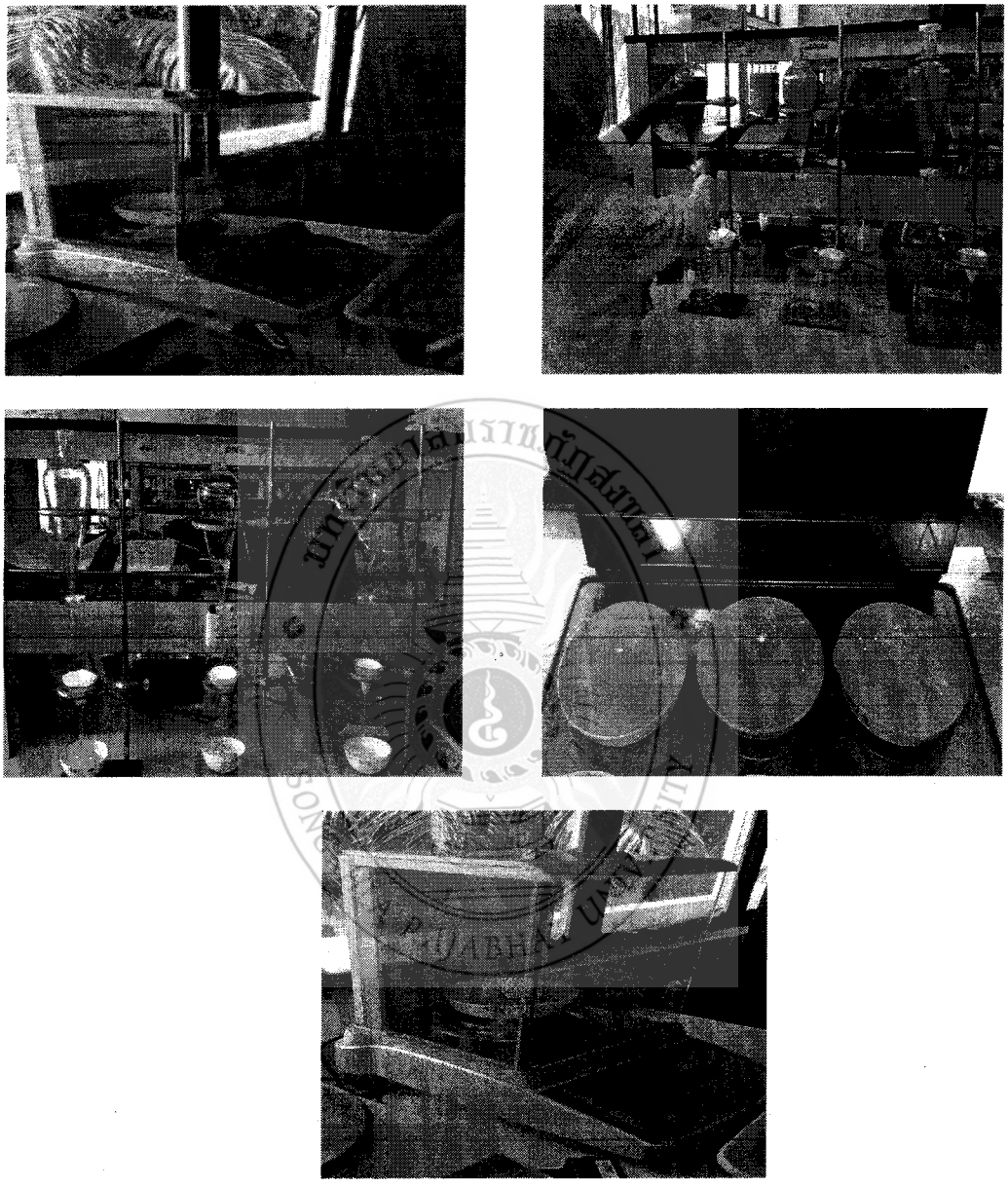
รูปที่ ผข – 7 การวิเคราะห์หาค่าปริมาณของแข็งแขวนลอย

8. การวิเคราะห์หาค่าฟอสเฟต



รูปที่ ผข – 8 การวิเคราะห์หาค่าฟอสเฟต

9. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease) ตามวิธีพาร์ทิชั่น-ชั่งน้ำหนัก (Partition-Gravimetric method)



รูปที่ ผข – 9 การวิเคราะห์หาค่าปริมาณน้ำมันและไขมัน

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์สถิติ แบบ T-test (Paired Samples Test)

การวิเคราะห์ แบบ T-test (Paired Samples Test)

ผลการวิเคราะห์ Paired Samples T- test โดยใช้โปรแกรม SPSS V.10 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน ในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด มีรายละเอียดดังนี้

ฟอสเฟต

T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ย	37.3933	3	11.72676	6.77045
	ผ	28.1800	3	11.67659	6.74148

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ย & ผ	3	1.000	.010

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair1	ย - ผ	9.2133	.19732	.11392	8.7232	9.7035	80.875	2	.000

น้ำมันและไขมัน

T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ย	66.6367	3	7.77324	4.48788
	ผ	63.3667	3	8.77098	5.06393

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ย & ผ	3	.997	.046

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ย - ผ	3.2700	1.16323	.67159	.3804	6.1596	4.869	2	.040

ภาคผนวก ง
แบบเสนอโครงการวิจัย

แบบเสนอโครงการวิจัย

วิจัยเฉพาะทาง (4003002)

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. **ชื่อโครงการวิจัย** การศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

2. **ปีการศึกษา** 2558

3. **สาขาวิชาที่ทำการวิจัย** โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

4. **ผู้วิจัย**
นางสาวสุใบด๊ะ ตาปอ
ศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่4
โปรแกรมวิชาวิทยาสาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. **อาจารย์ที่ปรึกษา**
อาจารย์ศรีธยา ฤทธ์ช่วยรอด อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

6. **รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการ**

6.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปัจจุบันปัญหามลพิษทางน้ำเป็นปัญหาหนึ่งที่มีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงมากขึ้น อาจเนื่องมาจากการขยายตัวของชุมชนเมือง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากร ทำให้มีการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะการใช้น้ำของคนในเขตเมืองจะใช้น้ำมากกว่าคนในชนบท โดยคนในชนบทจะใช้น้ำเฉลี่ยวันละ 50 ลิตรต่อคนต่อวัน ส่วนคนในชุมชนเมืองมีการใช้น้ำเฉลี่ยวันละ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน ซึ่งร้อยละ 4 เท่า (มูลนิธิโลกสีเขียวและบริษัทบุญรอดบริวเวอร์รี่, ม.ป.ป. :15) ของน้ำที่ใช้จะเป็นน้ำเสียชุมชน ซึ่งรวมไปถึงน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมซักอบรีด การดำเนินธุรกิจในด้านซักอบรีดนับเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรืออุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ต้องใช้น้ำในกระบวนการทำความสะอาดเป็นจำนวนมาก ซึ่งปริมาณน้ำที่ใช้กับเครื่องซักผ้าในแต่ละครั้ง

ประมาณว่าสูงถึง 110-200 ลิตรต่อครั้ง (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539 :27) หรือเมื่อคิดปริมาณน้ำเสียต่อการซักผ้า 1 วัน ร้านซักผ้าทั่วไปจะมีน้ำเสีย 10.35-25.14 ลิตรต่อวัน โรงงานซักรีด โรงแรม และโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ จะมีปริมาณน้ำเสียต่อวันประมาณ 28.51, 16.65-17.82 และ58.81 ลิตร ตามลำดับ ในส่วนค่าของตัวแปรคุณภาพน้ำที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในแต่ละกิจกรรมซักรีด เช่นค่า BOD_5, COD, Turbidity, SS, Coliform Bacteria หรือ Fecal Coliform Bacteria ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น จำนวนและความสกปรกของผ้าที่ซัก การใช้สารเคมีที่แตกต่างกันในกระบวนการซัก ประสิทธิภาพในการวักหรือแรงปั่นของเครื่องซักผ้า ปริมาณน้ำที่เข้าสู่เครื่องซักผ้าในแต่ละขนาดและยี่ห้อ การตั้งโปรแกรมการซักของผู้ประกอบการและการใช้น้ำร้อนหรือน้ำเย็นในการซัก เป็นต้น ส่วนค่า TP, TKN และ NH_3-N ของน้ำซักผ้ามีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่า TP อยู่ระหว่าง 19.70-14.17 mg/L ค่า TKN อยู่ระหว่าง 5.50-8.90 mg/L และ NH_3-N มีค่าอยู่ระหว่าง 0.34-1.80 mg/L (วรายุส วรรณวิไล, 2542) ส่วนปริมาณฟอสเฟตในร้านซักรีดทั่วไป 24 mg/L (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2553) ซึ่งน้ำเสียจากร้านซักรีดนอกจากมีฟอสเฟตปนเปื้อนแล้วยังพบว่ามีสารจำพวกไขมันที่หลุดออกมาจากเสื้อผ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 554 mg/L ในธุรกิจซักรีดขนาดใหญ่ และ 1,406 mg/L ในร้านซักรีดชุมชน (Nemerow, 1978:350) จากการศึกษาพบว่าเส้นใยพืช โดยเฉพาะเส้นใยของผักตบชวาจะมีลักษณะเป็นรูพรุนที่ถี่มากคล้ายฟองน้ำ สามารถดักตะกอนเล็กๆ และคราบไขมันที่มากับน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำเสียชุมชนที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำต่างๆ จะมีปริมาณความเข้มข้นของสารประกอบฟอสเฟต น้ำมันและไขมันธาตุอาหารในปริมาณสูง และเมื่อน้ำเสียมีการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมโดยไม่มีการบำบัด อาจก่อให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทฟิเคชั่น (Eutrophication) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่แหล่งน้ำมีปริมาณธาตุอาหารสูงเกินไป ทำให้วัชพืชน้ำและสาหร่ายสีเขียวเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว ซึ่งในเวลากลางคืนสาหร่ายจะใช้ออกซิเจนในการหายใจ ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงมาก จึงทำให้สิ่งมีชีวิตขาดออกซิเจนและตายในที่สุด

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะศึกษาและพัฒนาวิธีการที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากร้านซักอบรีดด้วยวิธีการกรองด้วยเส้นใยธรรมชาติได้แก่ เส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรด ซึ่งเป็นพืชที่สามารถพบได้ทั่วไปในท้องถิ่นและเป็นพืชหรือวัสดุเหลือใช้ และจากการศึกษาของซันนี เศษระนำ และ ทิพวรรณ หมาดกะจิ (2553) ยังพบว่า เมื่อนำเส้นใยทั้ง 2 ชนิด มาผสมกันจะสามารถลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันได้ ร้อยละ 47.86 และ ร้อยละ 74.90 ตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าหากนำเส้นใยทั้ง 2 ชนิด มาทดสอบโดยการแยกชั้นอาจสามารถให้ประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟต น้ำมันและไขมันได้ดียิ่งขึ้น ทั้งยังเป็นการนำพืชที่เป็นปัญหาในแหล่งน้ำและส่วนของพืชที่เป็นของเสียมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งประหยัดค่าใช้จ่ายและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมด้วย

6.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้เส้นใยผักตบชวากับใบสับปะรดระหว่างแบบแยกชั้นกับแบบผสมในการลดปริมาณฟอสเฟตน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจาก ร้านซักอบรีด

6.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น : เส้นใยผักตบชวาผสมกับใบสับปะรด

ตัวแปรตาม : ประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน

ตัวแปรควบคุม : ปริมาณน้ำเสีย, ปริมาณเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด

6.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

เส้นใย หมายถึง สิ่งที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียว องค์ประกอบของเซลล์ ส่วนใหญ่เป็นเซลลูโลส เกิดจากการรวมตัวของพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) ของกลูโคส (glucose) ซึ่งโมเลกุลของเซลลูโลสเรียงตัวกันในผนังเซลล์ของพืชเป็นหน่วยเส้นใยขนาดเล็กมาก เกิดการเกาะจับตัวกันเป็นเส้นใยขึ้น (จอมยุทช, 2543)

ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น ความสามารถของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดในการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด (ในการศึกษานี้)

น้ำเสียจากร้านซักอบรีด หมายถึง น้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการซักล้างจากร้านซักอบรีดในชุมชน (ในการศึกษานี้)

6.5 สมมติฐาน

เส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดช่วยลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

6.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำวัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

6.7 ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีระยะเวลาดำเนินการระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 สำหรับแผนการดำเนินการศึกษาแสดงใน**ตารางที่1.7-1**

ตารางที่1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินการ	2556			2557			2558					
	ม.ค.-ก.ค.	ส.ค.	พ.ย.-ก.พ.	มี.ค.-เม.ย.	พ.ค.	ก.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.-ธ.ค.
รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร	———	------										
สอบโครงร่างวิจัย		▲										
เตรียมใบสับปะรดกับเส้นใยผักตบชวา				———	------							
วิเคราะห์พารามิเตอร์					———							
สอบความก้าวหน้า						▲						
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล						———	———	———	———	------	------	
การเขียนเล่มวิจัย									———	———	------	------
สอบจบและแก้ไขเล่มเล่มวิจัย												▲

หมายเหตุ ช่วงเดือน * พ.ย. 2556 – ก.พ. 2557 เป็นช่วงของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

6.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังแสดงในตารางที่ 2.6-1

ตารางที่ 6.8-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่อวิจัย	ผลการศึกษา	ที่มา
ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารละลายฟอสเฟตของวัสดุธรรมชาติแบบสดและแบบแห้ง	ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารละลายฟอสเฟตของวัสดุธรรมชาติแบบสดและแบบแห้ง พบว่า วัสดุธรรมชาติแบบสดที่มีความสามารถในการดูดซับสารฟอสเฟตได้ดีที่สุด คือใบสนทะเล โดยสามารถดูดซับได้ (98.61%) รองลงมาคือ ใบสับปะรด (97.22%) และเส้นผม (87.50%) ตามลำดับ สำหรับวัสดุแบบแห้ง ได้แก่ ใบสับปะรด และก้านบัวหลวง โดยสามารถดูดซับได้ (98.61%) รองลงมาคือ ใบสนทะเล (95.83%) และต้นไมยราบ (77.78%) ตามลำดับ ส่วนวัสดุที่ไม่ดูดซับฟอสเฟต คือ ขนไก่	ยุทธภูมิ สุจารี , นพเก้า ทุมรัตน์ และ ณรงค์เดช ทาพารักษ์ (2552)
ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสารละลายฟอสเฟตของวัสดุธรรมชาติแบบสดและแบบแห้ง	การศึกษาประสิทธิภาพการกรองน้ำมันและไขมันของเส้นใยผักตบชวาและเส้นใยมะพร้าวสำหรับลดน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากการล้างจานในโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาและเส้นใยมะพร้าวในการลดคราบน้ำมันและไขมัน จากโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุกรองจากเส้นใยธรรมชาติ น้ำมันและไขมันของเส้นใยผักตบชวาและเส้นใยมะพร้าวที่น้ำหนัก 1, 2 และ 3 กิโลกรัม พบว่าเส้นใยผักตบชวาสามารถลดน้ำมันและไขมันได้ร้อยละ 70.79, 74.43 และ 75.93 ตามลำดับ และเส้นใยมะพร้าวสามารถลดน้ำมันและไขมันได้ร้อยละ 73.17, 75..41 และ 82.20 ตามลำดับ	สากียะห์ ลือโมะ และ สารีปะ อาแว (2555)

ตารางที่ 6.8-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

งานวิจัย	ผลการศึกษา	เอกสารอ้างอิง
การศึกษาประสิทธิภาพการลดฟอสเฟตและไขมันในน้ำเสียโดยใช้ใยผักตบชวากับใบสับปะรดกรณีศึกษาร้าน ชักอบรีด	การศึกษาพบว่าการสร้างชุดถังกรองน้ำและมีการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีโดยมีการเก็บตัวอย่างน้ำเป็นระยะเวลา 10 วัน โดยทำการศึกษาลักษณะน้ำเสีย 4 พารามิเตอร์ pH ปริมาณของแข็งแขวนลอยลอยทั้งหมด ไขมันและน้ำมัน และฟอสเฟต จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการลดฟอสเฟตและไขมันในน้ำเสีย พบว่าค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด 52%,43%,36%ตามลำดับ ประสิทธิภาพการลดไขมันและน้ำมัน 42 % , 25% , 20% ตามลำดับ และประสิทธิการลดฟอสเฟต 38% , 28% , 15 % ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ไขมันและน้ำมันและฟอสเฟต มีประสิทธิภาพในการลดลง 52%,42% , 38% ตามลำดับซึ่งจะอยู่ที่ความเข้มข้น542.87 mg/L,300.65 mg/L และ 476.2 mg/L ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณใยผักตบชวาและใบสับปะรดน้ำหนัก 400 กรัม มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดไขมันและน้ำมันและฟอสเฟต	ชันนี เศษระนำ และ ทิพวรรณ หมาดกะจิ (2553)
การประยุกต์ใช้กกฤาษีในการดูดซับไขมันและน้ำมันจากร้านอาหารภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	งานวิจัยเป็นการใช้กกฤาษีเฉพาะส่วนของปุยดอก ซึ่งมีความหนาแน่น 0.0097-0.0139 g/mL มาใช้ในการดูดซับไขมันและน้ำมัน ที่มีอยู่ในน้ำเสียจากร้านอาหาร ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดนทดสอบผลของปริมาณปุยดอกกกฤาษี 3 ค่า คือ 2 กรัม 2.5 กรัม และ 3 กรัม และระยะเวลาดูดซับไขมันและน้ำมัน 5 ค่า คือ 20 นาที, 30 นาที, 40 นาที, 60 นาที และ 90 นาที พบว่าปริมาณไขมันและน้ำมันที่ดูดซับได้ขึ้นกับปริมาณปุยดอกกกฤาษีที่ใช้และ ระยะเวลาดูด	บรรณวตี ตรีรัตนกุล และ ปณัสย์ ทองโยธี (2550)

ตารางที่ 6.8-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

งานวิจัย	ผลการศึกษา	เอกสารอ้างอิง
การประยุกต์ใช้กกฤาษีในการดูดซับไขมันและน้ำมันจากร้านอาหารภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ต่อ)	ซับในช่วงระยะเวลา 20-40 นาที เท่านั้น เนื่องจากประสิทธิภาพของกระบวนการดูดซับไขมันและน้ำมันค่อนข้างคงที่	บรรณวตี ตรีรัตนกุล และ ปณัสย์ ทองโยธี (2550)
การบำบัดน้ำทิ้งจากกิจกรรมซักรีด	น้ำเสียจากกิจกรรมซักอบรีดจะประกอบด้วยสิ่งเจือปนต่างๆ ซึ่งสามารถก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งรองรับน้ำทิ้งได้ ซึ่งเกิดจากความสกปรกที่ติดมากับเนื้อผ้า ตลอดจนสารซักฟอกที่ใช้ในกระบวนการซัก การวิจัยนี้ได้ศึกษาลักษณะน้ำเสียจากกิจกรรมซักอบรีดประเภทต่างๆ ได้แก่ ร้านซักอบรีดทั่วไป กิจกรรมซักรีดในโรงพยาบาล ในโรงแรมและโรงงานซักรีด ในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากขั้นตอนการซักผ้าและน้ำเสียรวม (จากขั้นตอนต่างๆของกระบวนการซักรีดผสมกัน) พบว่า น้ำเสียจากขั้นตอนการซักมีค่าพีเอช ความขุ่น ของแข็งแขวนลอย บีโอดี ซีโอดี และฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 8.76-10.25, 82-260 NTU, 100-323 มก./ล., 184-492 มก./ล., 376-993 มก./ล. และ 14.17-19.88 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนน้ำเสียรวมมีค่าพีเอช ความขุ่น ของแข็งแขวนลอย บีโอดี ซีโอดี และฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 7.25-9.0, 55-210 NTU, 47-115 มก./ล. 116-346 มก./ล., 197-615 มก./ล. และ 9.01-16.67 มก./ล. ตามลำดับ ในการศึกษาหาสารเคมีที่เหมาะสมในการก่อตะกอนจากการทดลองจาร์เทสต์เพื่อบำบัดน้ำเสียจากกิจกรรมซักรีด พบว่า การใช้สารส้มร่วมกับสารโพลิเมอร์ประจุลบ จะมีประสิทธิภาพในการก่อตะกอนและลดค่าความขุ่น ของแข็งแขวนลอย ซีโอดี	วรายุส วรรณวิไล (2542)

ตารางที่ 6.8-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

งานวิจัย	ผลการศึกษา	เอกสารอ้างอิง
การบำบัดน้ำทิ้งจากกิจกรรมซักรีด (ต่อ)	สูงกว่าสารก่อตะกอนชนิดอื่น โดยการทดลองกับน้ำซักผ้า พบว่าสามารถลดค่าความขุ่นของแข็งแขวนลอย ซีโอดี ได้ร้อยละ 96 7, 94.7 และ 76.4 ตามลำดับ และการทดลองกับน้ำรวม พบว่า สามารถลดค่าความขุ่นของแข็งแขวนลอย ซีโอดี ได้ร้อยละ 95.4, 96.7 และ 76.1 ตามลำดับ	วรายุส วรรณวิไล (2542)
การกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการซักล้างโดยแหนแดง	งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการซักล้างและศึกษาปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและระยะเวลาที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียจากการซักล้างโดยวิธี ใช้แหนแดง (Azolla micophylla) ดูดซึม จากน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ผงซักฟอกผสมร่วมกับน้ำ ผลการศึกษาการกำจัดฟอสฟอรัสจากชุดทดลองจำนวน4 ชุด โดยแบ่งเป็นการเจือจางน้ำเสียสังเคราะห์ตามระดับความเข้มข้น100% 75% 50% และ25% ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง6-35% และการทดลองที่ มีประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสที่ดีที่สุด ได้ แก่ การบำบัดน้ำเสียที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย100% และที่ระยะเวลาการบำบัดน้ำเสียสัปดาห์ที่ 2 (ประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัส คิดเป็นร้อยละ35) แต่ที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ มีประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำหรือไม่สามารถกำจัดฟอสฟอรัสได้ นอกจากนี้ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสโดยการใช้ แหนแดงดูดซึมจะสามารถบำบัดในช่วง1-2 สัปดาห์ เนื่องจากแหนแดงจะมีการเจริญเติบโตเต็มที่ทำให้สามารถดูดซึมธาตุอาหารได้ดี	พรทวี กองร้อย (2557)

6.9 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ

6.9.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

น้ำเสียจากกิจกรรมซักอบรีด โดยได้รับความอนุเคราะห์น้ำเสียจากร้านซักอบรีด ซอย 7 ถนนกาญจนวณิช ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เวลา 07:00 น. ในวันที่10-12 พฤษภาคม พ.ศ.2557 โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 3 ครั้ง

6.9.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

การเตรียมและการทดสอบคุณสมบัติของน้ำเสียจากร้านซักอบรีดที่ห้องปฏิบัติการโปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

6.10 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

6.10.1 วัสดุ

1) เส้นใยผักตบชวา จำนวน 100 กรัม
2) ใบสับปะรด จำนวน 100 กรัม
3) ถังพลาสติก ขนาด 6 ลิตร
4) ผ้าขาวบางขนาดพอดีถัง
5) กรวดสำหรับกรองน้ำ เบอร์ 2 ขนาด1.0-2.0 มิลลิเมตร
6) บีกเกอร์ (Beaker)
7) กระดาษกรอง ขนาด 11 เซนติเมตร เบอร์ 40 (Whatman No 14)
8) กรวยกรอง (Funnel)
9) ขวดปรับปริมาตร (Volume Metric Flask)
10) ขวดรูปชมพู่ (Elenmeyer Flask)
11) กระบอกตวง (Cylender)
12) เครื่องกวนแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer)
13) กระดาษกรองใยแก้ว GF/C ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 mm (Whatman Grade GF/C)
14) กรวยบุคเนอร์ (buchnr's funnel)
15) ถ้วยระเหย (Evaporating Disc)
16) กรวยแยก (Separatory Funnel)

6.10.2 อุปกรณ์

1) เครื่องวัดพีเอช (pH Meter) ยี่ห้อ Clean รุ่น pH 30
2) เครื่องกรองดูดพร้อมปั๊มดูดอากาศ (suction air pump) รุ่น AC220V

3) ตู้อบแห้ง (Hot Air Oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น D-91126 Schwabach
4) โถดูดความชื้น (dessicator) ยี่ห้อ Patron รุ่น AH-80D2
5) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น PL3002
6) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Balance) ยี่ห้อ AND รุ่น PL3002
7) สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (**spectrophotometer**) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV mini 1240 v.
8) เครื่องอังน้ำ (Water Bath) ยี่ห้อ Memmert รุ่น WB22
9) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) แบบปรอท

6.10.3 สารเคมี

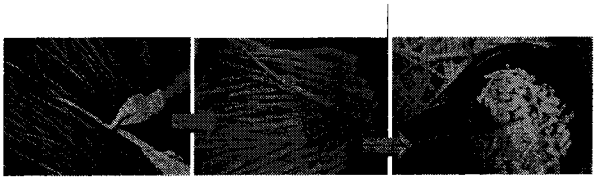
1) เฮกเซน (Hexane : $C_{16}H_{14}$) ผู้ผลิต J.T.Baker
2) โซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulfate Anhydrous: Na_2SO_3) ผู้ผลิต Loxley Trading
3) กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid : H_2SO_4) ผู้ผลิต Jabir lbn Hayyan
4) สารละลายแอนติโมนิลโปแตสเซียมตาเตรต (Potassium Antimonyl Tartrate Solution : $C_4H_4O_6 0.5\ H_2O$)
5) สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate Solution : $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$) ผู้ผลิต RCI Labscan Limited
6) แอสคอร์บิค (Ascorbic Acid : $C_6H_8O_6$) ผู้ผลิต Ajax Chemicals
7) โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium Dihydrogenphosphate : KH_2PO_4) ผู้ผลิต Ajax Finechem Pty Ltd

6.11 ขั้นตอนการเตรียมเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด

1) การล้างทำความสะอาดและตัดผักตบชวา โดยนำผักตบชวามาปอกออกให้เหลือแต่เส้นใย แล้วนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาดและมาตัดเป็นท่อนๆยาวประมาณ 5 เซนติเมตร

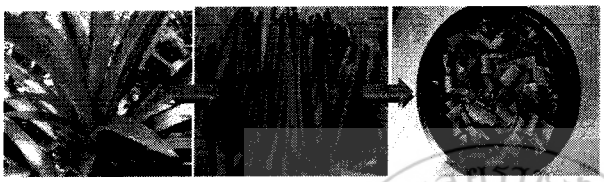
2) การล้างทำความสะอาดและตัดใบสับปะรด โดยนำใบสับปะรดมาล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาดและมาตัดเป็นชิ้นๆยาวประมาณ 5 เซนติเมตร

3) การอบแห้งผักตบชวาและใบสับปะรด โดยนำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออกจากเส้นใยนำผักตบชวาและใบสับปะรดที่อบแห้งแล้วมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) 1ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก สำหรับภาพแสดงขั้นตอนการเตรียมเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดดังแสดง**ในรูปที่6.11-1**



ก) การล้างและตัดผักตบชวา

ค) การอบแห้งผักตบชวาและใบสับปะรด



ข) การล้างและตัดใบสับปะรด

รูปที่ 6.11-1 ขั้นตอนการเตรียมเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรด

6.12 การเตรียมชุดกรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

6.12.1 การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

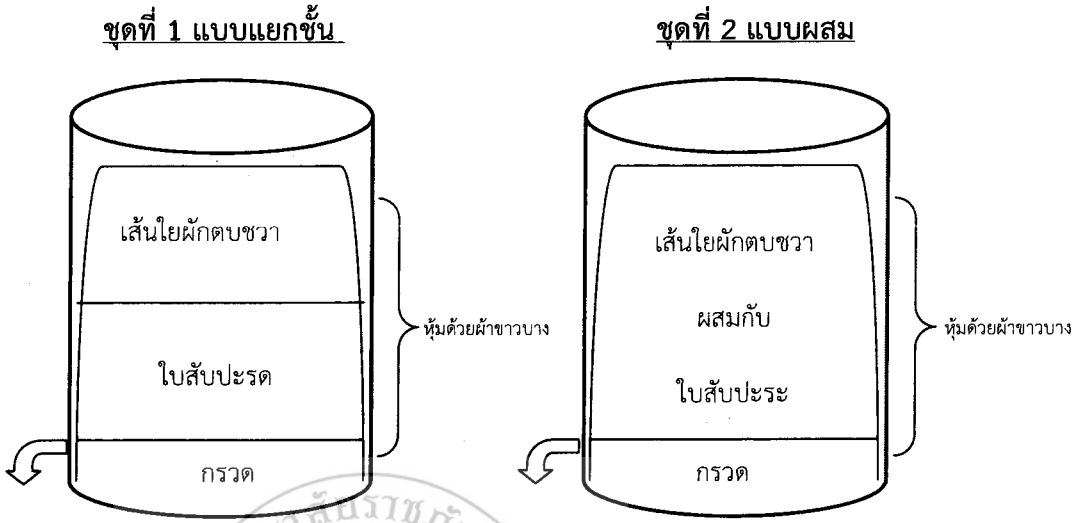
ชุดทดลองแบบแยกชั้น

นำถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร มาเจาะรูที่ก้นถังแล้วใส่ก๊อกแล้วนำกรวดสีขาวใส่ลงในถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร นำเส้นใยผักตบชวาที่เตรียมในข้างต้นใส่ในถังและนำใบสับปะรดที่เตรียมในข้างต้นใส่ในถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร แล้วหุ้มด้วยผ้าขาวบางเมื่อได้ชุดการทดลองแล้วก็นำชุดการทดลองมาทำการทดลอง

ชุดทดลองแบบผสม

นำถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร มาเจาะรูที่ก้นถังแล้วใส่ก๊อกแล้วนำกรวดสีขาวใส่ลงในถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร นำเส้นใยผักตบชวามาผสมกับใบสับปะรดที่เตรียมในข้างต้นใส่ในถังพลาสติกขนาด 6 ลิตร แล้วหุ้มด้วยผ้าขาวบาง เมื่อได้ชุดการทดลองแล้วก็นำชุดการทดลองมาทำการทดลอง

สำหรับตัวอย่างโมเดล (model) ชุดอุปกรณ์กรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีดดังแสดงใน**รูปที่ 6.12.1-1**



รูปที่ 6.12.1-1ตัวอย่างโมเดล (model) ชุดอุปกรณ์กรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

รูปที่ 6.12.1-2 ชุดอุปกรณ์กรองน้ำเสียจากร้านซักอบรีด

6.13 วิธีการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพการลดปริมาณฟอสเฟต น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจากร้านซักอบรีด โดยใช้เส้นใยผักตบชวาผสมใบสับปะรดโดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 3 ครั้งไปตรวจค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด เช่น พีเอช อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย ฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน

1) นำน้ำจากร้านซักอบรีด 30 ลิตร แบ่งมาทดสอบชุดกรองละ 5 ลิตร ซึ่งเป็นน้ำครั้งแรกจากการซักล้าง

2) นำตัวอย่างน้ำก่อนเข้าสู่ถังกรองไปตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด พีเอช, อุณหภูมิ, ของแข็งแขวนลอย, ฟอสเฟต, น้ำมันและไขมัน

3) นำน้ำเข้าสู่ถังกรองและปล่อยออกด้วยอัตราการไหลของน้ำ 2 มิลลิลิตรต่อนาที

4) น้ำจะไหลออกจากถังกรองเข้าสู่ถังรองรับน้ำ นำน้ำไปตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ คือ พีเอช, อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย ฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน

ตารางที่ 6.13-1 แสดงพารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	ที่มา
1.พีเอช	pH Meter	มั่นสิน ตัฒฑุลเวศน์ (2540)
2.อุณหภูมิ	Thermometer	Standard Method,2005
3.ของแข็งแขวนลอย	Gravimetric method	Standard Method,2005
4.ฟอสเฟต	วิเคราะห์ออร์โธฟอสเฟตด้วยวิธีเทียบสี	Standard Method,2005
5.น้ำมันและไขมัน	วิธีสกัดด้วยกรวยแยก	มั่นสิน ตัฒฑุลเวศน์ (2540)

6.14 ประสิทธิภาพการลดลงของฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน ได้จากสูตร

สูตร ประสิทธิภาพ = $\frac{C_0-C_1}{C_0}*100$

เมื่อ C_0 = ความเข้มข้นของน้ำเสียจากร้านซักอบรีดก่อนการกรอง

C_1 = ความเข้มข้นของน้ำเสียจากร้านซักอบรีดหลังการกรอง

6.15 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบT-Test (Paired Samples Test) ด้วยโปรแกรม SPSS v.10 เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการลดฟอสเฟต น้ำมันและไขมัน ของเส้นใยผักตบชวาและใบสับปะรดระหว่างแบบแยกชั้นกับแบบผสม

6.16. งบประมาณ

รายการ	งบประมาณตลอดโครงการ
ค่าใช้สอย	
ค่าบริการสืบค้นข้อมูล	1,000
ค่าวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	500
ค่าวัสดุ	
ค่าน้ำมันรถ	1,500
ค่าอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทำวิจัย	1,000
ค่าวัสดุสำนักงาน/ค่าถ่ายเอกสาร	1,500
ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์(แผ่นซีดี)	200
รวม	5,700

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

ประวัติผู้ทำวิจัย

ประวัติผู้ทำวิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวสุใบด๊ะ ตาปอ
วัน เดือน ปีเกิด	25 มิถุนายน 2534
ที่อยู่	11 หมู่ที่ 6 ตำบลเจ๊ะเห อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส 96110
การศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา