การหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

A Multi - Criterion Optimization Model for Waste Management of Pig Farms in Songkhla Lake Basin

โสธร เดชนครินทร์

Sothorn Detnakarin

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Engineering in Industrial and Systems Engineering
Prince of Songkla University

2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Library TD745 ส93 2554 ฉ.2
Bib Key 350980
12 มี.ค. 2554

ชื่อวิทยานิพนธ์	การหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
ผู้เขียน	นายโสธร เดชนครินทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สัณห์ชัย กลิ่นพิกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สัณห์ชัย กลิ่นพิกุล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล อินทระสังขา)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
ผู้เขียน	นายโสธร เดชนครินทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งจากการสำรวจในปี พ.ศ. 2551 มีฟาร์มสุกรรวมทั้งสิ้น 832 ฟาร์มแบ่งออกเป็นฟาร์มสุกรรายย่อย 242 ฟาร์ม ขนาดเล็ก 444 ฟาร์ม ขนาดกลาง 140 ฟาร์ม และขนาดใหญ่ 6 ฟาร์ม ฟาร์มสุกรเกือบทั้งหมดยกเว้นฟาร์มขนาดใหญ่ไม่มีระบบบำบัดทำให้มีปริมาณความสกปรกไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลารวม 1,769,921 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี ในการศึกษานี้ได้กำหนดเป้าหมายที่จะลดปริมาณความสกปรกให้ได้ไม่น้อยกว่า 95% ขั้นตอนในการศึกษาเริ่มจากการรวบรวมระบบการบำบัดมลพิษของฟาร์มสุกรแบบต่างๆ รวม 11 ระบบ จากนั้นได้ใช้ Goal Programming เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยมีจุดมุ่งหมาย 3 ข้อคือ 1)ให้ผลตอบแทนต่อปีสูงสุด 2) ประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด และ 3)ใช้งบประมาณลงทุนต่ำที่สุดภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ ผลของการใช้ Goal Programming ได้คำตอบที่ดีที่สุดคือ ฟาร์มรายย่อยใช้วิธีบำบัดแบบหมูหลุม ฟาร์มขนาดเล็กบำบัดด้วยวิธี Fixed Dome ฟาร์มขนาดกลางบำบัดด้วยวิธี Modified Cover Lagoon ส่วนฟาร์มขนาดใหญ่ใช้ระบบบำบัดเดิมที่มีอยู่แล้ว โดยใช้งบประมาณการลงทุนรวม 132.3 ล้านบาท จากนั้นได้ศึกษาแหล่งงบประมาณที่สามารถจะสนับสนุนจากภาครัฐได้บางส่วนประกอบด้วยกระทรวงพลังงาน และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยวางแผนการจัดสรรงบประมาณออกเป็น 2 แบบคือ จัดสรรเท่ากันเป็นระยะ 3 ปี และ 5 ปี พบว่าหากรัฐบาลสามารถจัดสรรงบประมาณให้แล้วเสร็จในเวลา 3 ปีๆละ 44.08 ล้านบาท จะทำให้ลดปริมาณมลพิษลงได้กว่า 1,627,065 กิโลกรัมบีโอดี เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดสรรงบประมาณในระยะเวลา 5 ปีๆละ 26.45 ล้านบาท อย่างไรก็ดีการจัดสรรงบประมาณทั้งสองแบบจะทำให้ลดปริมาณมลพิษลงได้ 96.34% เหลือเพียง 64,785 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

Thesis Title	A Multi – Criterion Optimization Model for Waste Management of Pig Farms in Songkhla Lake Basin
Author	Mr. Sothorn Detnakarin
Major Program	Industrial and Systems Engineering
Academic Year	2010

ABSTRACT

This research aimed to achieve a multi – criterion optimal solution for waste management of pig farms in Songkhla Lake Basin. In 2008, there were 832 registered pig farms which consisted of 242 mini-scale farms, 444 small-scale farms, 140 medium-scale farms and 6 large-scale farms. Most of them, excluding large-scale farms had been operating without wastewater treatment systems. Since the total amount of waste disposal was estimated at 1,769,921 kg BOD_5 per year, then this study had set the target to reduce waste disposal at least 95%. Eleven wastewater treatment systems were reviewed and Goal Programming model was formulated with three objective functions: 1)maximize the expected annual profit, 2)maximize the wastewater removal efficiency and 3)minimize total investment costs under certain constraints. The optimal solution was; employing closed-loop hole for mini-scale pig farms, fixed dome for small-scale farms, modified cover lagoon for medium-scale farms, and using existing wastewater treatment systems for large-scale farms. The total investment costs were estimated at 132.3 million Baht. The budget could be partially supported from the Ministry of Energy and the Ministry of Agriculture and Cooperatives. Budget allocation was proposed in this study in 2 scenarios; 3 years and 5 years. It was concluded that if the budget was equally allocated at 44.08 million Baht within 3 years, the pollution disposal into Songkhla Lake Basin could be reduced at 1,627,065 kg BOD_5 in comparing with budget equally allocated at 26.45 million Baht within 5 years. However, both scenarios could reduce the pollution disposal at 96.34% and BOD_5 loading to Songkhla Lake Basin was estimated to be only 64,785 kg BOD_5 per year.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความรู้และประสบการณ์ที่คณาจารย์ได้ให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดี ซึ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สัณห์ชัย กลิ่นพิกุล และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไข ตรวจทาน และให้กำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล อินทระสังขา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาแนะนำท้วงติง และตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์เพิ่มเติม อันทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดสงขลา พัทลุง และนครศรีธรรมราช รวมถึงสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล และนำผู้วิจัยลงพื้นที่ในการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกร

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนนักศึกษาปริญญาโททุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จลงด้วยดี

โสธร เดชนครินทร์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(11)
คำย่อที่ใช้ในงานวิจัย	(12)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	5
1.3 ขอบเขตการวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	5
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	6
2.1 ผลกระทบของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร	8
2.2 การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร	9
2.3 ความรู้เกี่ยวกับก๊าซชีวภาพ	9
2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรในปัจจุบัน	11
2.5 รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกร	12
2.5.1 ระบบบำบัดแบบธรรมชาติ (Natural system)	12
2.5.2 ระบบบำบัดแบบหมูหลุม	12
2.5.3 ระบบบำบัดแบบ Fixed Dome	13
2.5.4 ระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์	14
2.5.5 ระบบบำบัดแบบ MC-UASB	18
(Medium Channel - Upflow Anaerobic Sludge Blanket)	
2.5.6 ระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon	19
2.5.7 ระบบบำบัดแบบ H-UASB	20
(High suspension solids - Up flow Anaerobic Sludge Blanket)	
2.5.8 ระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon	22

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	2.6 โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)	23
	2.7 การโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)	25
	2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
	2.8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มสุกร และลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	30
	2.8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค Goal Programming	31
3	วิธีการวิจัย	34
	3.1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของการทำฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	35
	3.1.1 จำนวนฟาร์มสุกรทั้งหมดในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	35
	3.1.2 จำนวนฟาร์มสุกรแต่ละประเภทในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	35
	3.1.3 ศึกษากฎหมาย ข้อบังคับในการทำฟาร์มสุกร และงบประมาณแหล่งทุน	37
	3.1.4 ศึกษาระบบการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร	37
	3.1.5 คำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุน และผลพลอยได้ที่ได้จากแนวทางปฏิบัติในการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร	38
	3.2 สร้างแบบจำลองด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)	38
	3.3 เสนอแนวทางในการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	45
	3.3.1 การจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปีปีละเท่าๆ กัน	47
	3.3.2 การจัดสรรงบประมาณแบบ 5 ปีปีละเท่าๆ กัน	48
4	ผลการวิจัย	49
	4.1 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของการทำฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	49
	4.1.1 จำนวนฟาร์มสุกร และประเภทฟาร์มสุกรทั้งหมดในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	49
	4.1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร	50
	4.1.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องในการทำฟาร์มสุกร	52

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	4.2 การสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)	53
	4.2.1 ผลการศึกษาระบบบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกรปัจจุบัน และค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบบำบัด	53
	4.2.2 ผลการคำนวณแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)	57
	4.3 แนวทางในการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	66
	4.3.1 ผลการคำนวณการจัดสรรงบประมาณในการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	66
5	สรุปผลการวิจัย	77
	5.1 สรุปผลการวิจัย	77
	5.2 อภิปรายผล	77
	5.3 ข้อเสนอแนะ	78
บรรณานุกรม		80
ภาคผนวก		84
	ภาคผนวก ก	85
	ภาคผนวก ข	100
	ภาคผนวก ค	114
	ภาคผนวก ง	122
แนวคำถามในการสัมภาษณ์		133
ประวัติผู้เขียน		136

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	ปริมาณความสกปรกจากกลุ่มลุ่มน้ำย่อยที่ลงสู่ทะเลสาบสงขลา ปี พ.ศ. 2547	1
2.1	ปริมาณมูลและปัสสาวะที่สุกรขับถ่ายต่อวัน	6
2.2	แสดงปริมาณและคุณสมบัติเฉลี่ยของน้ำเสียจากฟาร์มสุกรจำแนกตามประเภทฟาร์ม	7
2.3	มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร พ.ศ.2544	7
2.4	แสดงก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรมีค่าความร้อนเทียบเท่า: ทดแทน	10
2.5	ระบบบำบัดในการบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกร	11
3.1	วิธีการคำนวณน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์รวมของฟาร์มสุกร	36
4.1	จำนวนฟาร์มสุกรและจำนวนสุกรเฉลี่ยต่อฟาร์มในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	49
4.2	ปริมาณและคุณสมบัติเฉลี่ยของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร	50
4.3	มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร	51
4.4	ระบบบำบัดมลพิษในฟาร์มสุกรแต่ละประเภท	54
4.5	แสดงงบประมาณ ผลพลอยได้ ประสิทธิภาพ และผลตอบแทนจากการลงทุนในการสร้างระบบบำบัดต่าง ๆ ในฟาร์มสุกรแต่ละประเภท	56
4.6	แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดภายใต้จุดมุ่งหมายด้านต่างๆ	61
4.7	ค่าน้ำหนักความสำคัญของเป้าหมาย และค่าคงที่ในสมการเป้าหมาย	62
4.8	งบประมาณสนับสนุนจากภาครัฐ และค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรสมทบ	67
4.9	ปริมาณความสกปรกที่ลดได้ และงบประมาณสนับสนุนจากหน่วยงานของภาครัฐของฟาร์มสุกรประเภทต่างๆ	68
4.10	คำตอบที่ดีที่สุดในการจัดสรรงบประมาณ แบบ 3 ปี ปีละเท่าๆ กัน	70
4.11	คำตอบที่ดีที่สุดในการจัดสรรงบประมาณ แบบ 5 ปี ปีละเท่าๆ กัน	73
4.12	เปรียบเทียบปริมาณความสกปรกในการจัดสรรแบบ 3 ปีและแบบ 5 ปี	75

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1.1	สถิติการเลี้ยงสุกรในภาคใต้	2
1.2	การกระจายตัวฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	3
1.3	ลักษณะการแพร่กระจายสาหร่ายหนาม	4
2.1	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ	12
2.2	ระบบบำบัดแบบหมูหลุม	13
2.3	แผนผังแสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ของบ่อโดมคงที่ (Fixed Dome)	14
2.4	ระบบการบำบัดแบบกรมปศุสัตว์	14
2.5	กระบวนการทำงานของระบบบำบัดของกรมปศุสัตว์แบบที่ 1	15
2.6	กระบวนการทำงานของระบบบำบัดของกรมปศุสัตว์แบบที่ 2	16
2.7	กระบวนการทำงานของระบบบำบัดของกรมปศุสัตว์แบบที่ 3	17
2.8	กระบวนการทำงานของระบบบำบัดของกรมปศุสัตว์แบบที่ 4	18
2.9	ระบบก๊าซชีวภาพและระบบบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรแบบ MC-UASB	19
2.10	การบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรด้วยระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon	20
2.11	โครงสร้างการทำงานของระบบบำบัดแบบ H-UASB	21
2.12	แผนผังองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon	23
4.1	หน้าต่างโปรแกรมคำนวณภายใต้จุดมุ่งหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุด	58
4.2	หน้าต่างโปรแกรมคำนวณภายใต้จุดมุ่งหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด	59
4.3	หน้าต่างโปรแกรมคำนวณภายใต้จุดมุ่งหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุด	60
4.4	หน้าต่างโปรแกรมคำนวณของการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)	65
4.5	กราฟเส้นแสดงปริมาณความสกปรกที่เหลือในการจัดสรรงบประมาณ	75
ง 1	ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 1	123
ง 2	ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 2	124
ง 3	ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 3	125

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
ง 4	ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 4	126
ง 5	ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 5	127
ง 6	ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 6	128
ง 7	ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 7	129
ง 8	ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 8	130
ง 9	ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 9	131
ง 10	ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 10	132

คำย่อที่ใช้ในงานวิจัย

BOD	=	Biochemical Oxygen Demand
CH_4	=	Methane
COD	=	Chemical Oxygen Demand
HDPE	=	High Density Polyethylene
H_2S	=	Hydrogen Sulfide
H-UASB	=	High Suspension Solid-Up-flow Anaerobic Sludge Blanket
MC-UASB	=	Medium Channel-Up-flow Anaerobic Sludge Blanket
NH_3	=	Ammonia
P	=	Phosphorous
PE	=	Polyethylene
pH	=	Potential of Hydrogen ion
TKN	=	Total Kjedahl Nitrogen

บทที่ 1

บทนำ

1. 1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

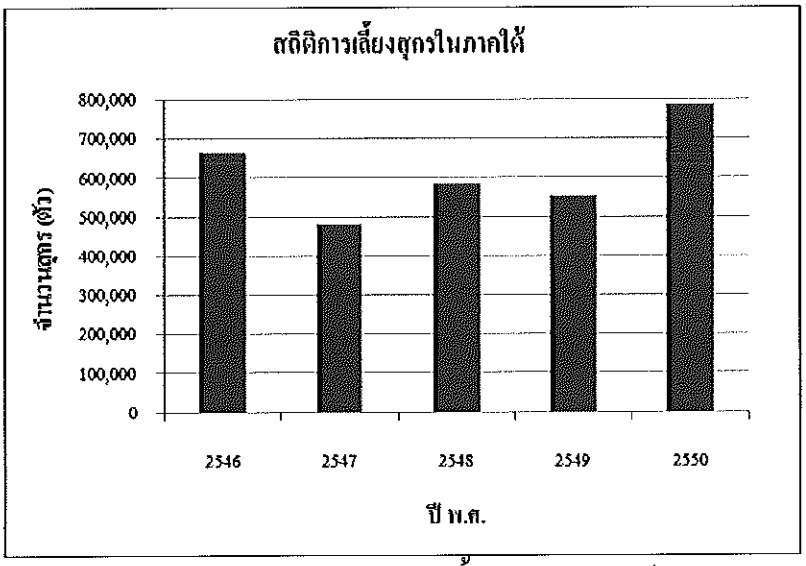
ปัจจุบันลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรม ทั้งด้านแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร แหล่งสัตว์น้ำเพื่อการบริโภค แหล่งรวบรวมความหลากหลายทางชีวภาพของพันธุ์พืชป่าชายเลน ป่าต้นน้ำและพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อการประมงและอนุรักษ์ (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2546) และเป็นที่รองรับน้ำจากลุ่มน้ำย่อยรวม 12 ลุ่มน้ำ จากการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ และการเพิ่มขึ้นของจำนวนของประชากรจึงก่อให้เกิดปัญหามลพิษด้านน้ำเสีย จากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม ท่าเทียบเรือ และการทำการเกษตรของประชาชน ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปริมาณความสกปรกจากกลุ่มลุ่มน้ำย่อยที่ลงสู่ทะเลสาบสงขลา ปี พ.ศ. 2547

ลุ่มน้ำย่อย	ปริมาณความสกปรกจากแหล่งกำเนิดมลพิษ (กก.บีโอดี/วัน)					
	ชุมชน	อุตสาหกรรม	ฟาร์มสุกร	การเพาะเลี้ยงกุ้ง	ท่าเทียบเรือ	รวม
คลองป่าพะยอม	707.0	31.5	74.4	-	-	812.9
คลองท่าแนะ	393.0	1.1	92.4	-	-	486.5
คลองนาท่อม	1,241.0	2.3	82.3	-	-	1,325.6
คลองท่าเชียด	841.0	3.1	122.6	-	-	966.7
คลองป่าบอน	332.0	130.8	199.9	381.8	-	1,044.5
คลองพรุพ้อ	638.0	0.3	265.1	-	-	903.4
คลองรัตภูมิ	508.0	50.5	134.4	68.5	-	761.4
คลองอู่ตะเภา	6,388.0	618.3	387.4	482.1	-	7,875.8
สิ่งตะวันออก 1	577.0	-	29.2	1,971.9	-	2,578.1
สิ่งตะวันออก 2	241.0	-	91.7	169.4	-	502.1
สิ่งตะวันออก 3	773.0	-	-	246.2	-	1,019.2
สิ่งตะวันออก 4	1,565.0	57.7	13.9	10.2	869.0	2,515.8
รวม	14,204.0	895.6	1,493.3	3,330.1	869.0	20,792.0
ร้อยละ	68.3	4.3	7.2	16.0	4.2	100.0

ที่มา: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547

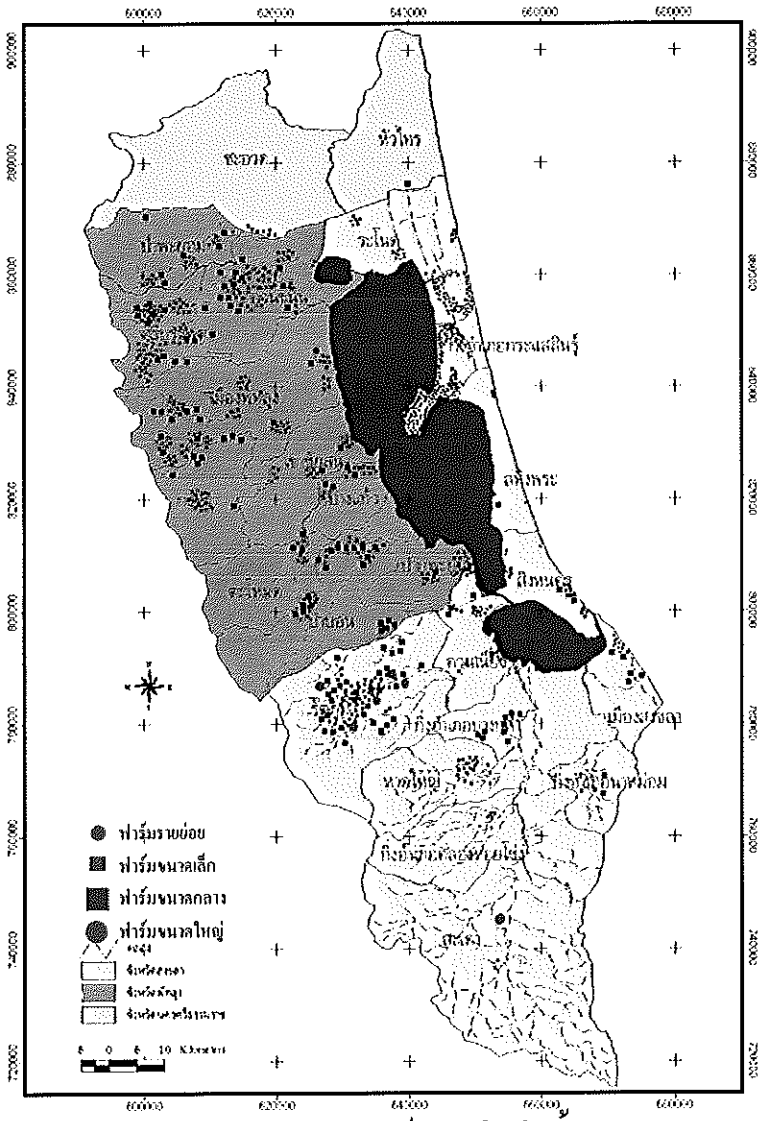
จากตารางแสดงปริมาณความสกปรกจากกลุ่มลุ่มน้ำย่อยที่ลงสู่ทะเลสาบสงขลาปี พ.ศ. 2547 พบว่า น้ำเสียที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามาจาก 3 แหล่งที่สำคัญคือ ชุมชน การเพาะเลี้ยงกุ้ง และการทำฟาร์มสุกร ในส่วนของชุมชนพบว่า ในเขตอำเภอหาดใหญ่และในเขตอำเภอเมืองสงขลาได้มีการจัดการบำบัดน้ำเสียรวมก่อนปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ส่วนการเพาะเลี้ยงกุ้งยังมีการเลี้ยงที่กระจัดกระจาย แต่ส่วนของฟาร์มสุกรที่มีการเลี้ยงอยู่รอบๆ ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นฟาร์มสุกรจึงเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มีความสำคัญมากที่สุด และมีแนวโน้มจะก่อให้เกิดภาวะมลพิษกับแหล่งธรรมชาติอย่างรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากได้มีการขยายการเลี้ยงสุกรเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของผู้บริโภคเนื้อสุกรของ ดังภาพประกอบ 1.1



ภาพประกอบ 1.1 สถิติการเลี้ยงสุกรในภาคใต้

ที่มา: กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ กรมปศุสัตว์, 2551

จากการศึกษาพบว่า น้ำเสียที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรเป็นน้ำเสียที่มีสิ่งสกปรกทั้งเป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เจือปนอยู่ในปริมาณสูงมากจนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่เป็นภาวะมลพิษก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมรวมทั้งแหล่งน้ำเป็นอย่างมาก เช่น ปัญหามลพิษทางน้ำ ปัญหามลพิษทางอากาศ ซึ่งการทำฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีการทำฟาร์มอยู่ด้วยกัน 4 แบบคือ(1)ฟาร์มรายย่อยมีการเลี้ยงจำนวนสุกรน้อยกว่า 50 ตัว (2)ฟาร์มขนาดเล็กมีการเลี้ยงจำนวนสุกรตั้งแต่ 50 - น้อยกว่า 500 ตัว (3)ฟาร์มขนาดกลางมีการเลี้ยงจำนวนสุกรตั่งแต่ 500 - 5,000 ตัว และ(4)ฟาร์มขนาดใหญ่มีการเลี้ยงจำนวนสุกรมากกว่า 5,000 ตัว (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2550) ดังภาพประกอบ 1.2



ภาพประกอบ 1.2 การกระจายตัวฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

ที่มา: ดัดแปลงจาก สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2550

จากการศึกษาข้อมูลในปี พ.ศ. 2550 ของกรมปศุสัตว์พบว่า ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีจำนวนฟาร์มสุกรประมาณ 832 ฟาร์ม รวมจำนวนสุกรประมาณ 190,100 ตัว มีน้ำเสียปริมาณ 1,769,921.10 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี ซึ่งในปัจจุบันมีฟาร์มสุกรประมาณ 40 ฟาร์มมีระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพ โดยในจำนวนฟาร์มสุกรทั้งหมดประมาณร้อยละ 20 เป็นฟาร์มสุกรขนาดกลาง และที่เหลืออีกร้อยละ 80 เป็นฟาร์มสุกรขนาดเล็ก กับฟาร์มสุกรรายย่อย ซึ่งเป็นของเกษตรกรรายย่อยที่ไม่มีเงินลงทุนเพียงพอในการจัดการกับของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งปริมาณความสกปรกนี้ต้องได้รับการบำบัดก่อนที่จะปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา แต่ในปัจจุบันพบว่า ฟาร์มสุกรส่วนใหญ่จะระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยมิได้มีการบำบัด เนื่องด้วยเกษตรกรเองยังขาดความรู้ความเข้าใจ

(โครงการจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา, 2548) สำหรับน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาส่งผลให้เกิดปัญหาคุณภาพน้ำที่เรียกว่า ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ซึ่งเป็นสภาพความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยธาตุอาหารของแหล่งน้ำ เป็นเหตุให้เกิดการเจริญเติบโตของสาหร่ายหรือพืชน้ำที่ปกคลุมตามผิวน้ำเพิ่มมากขึ้นจนก่อการรบกวนที่ไม่ต้องการต่อสมดุลย์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำและต่อคุณภาพน้ำ ดังภาพประกอบ 1.3 โดยสาหร่ายหรือพืชน้ำที่ปกคลุมตามผิวน้ำจะเกิดจากการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อการประมงในทะเลสาบสงขลา เนื่องจากในบริเวณที่เกิดยูโทรฟิเคชันจะเกิดการขาดออกซิเจนจนถึงระดับที่สัตว์น้ำไม่สามารถดำรงชีวิตได้ตามปกติ เมื่อเป็นเช่นนี้สัตว์น้ำจะหลีกหนีไปอยู่ในบริเวณที่มีออกซิเจนสูงกว่า หากหนีไม่ทันก็จะตายไปในที่สุด (กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2547)

ภาพประกอบ 1.3 ลักษณะการแพร่กระจายสาหร่ายที่ปกคลุมตามผิวน้ำ
ที่มา: กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2547

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจเป็นอย่างยิ่งในการหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เพื่อแก้ปัญหาคุณภาพน้ำเสียที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกร โดยตั้งเป้าหมายเบื้องต้นให้สามารถลดปริมาณความสกปรกจากการทำฟาร์มสุกรได้มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 95% จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะชี้ให้เห็นถึงองค์ความรู้และต้นแบบของทางเลือกในการจัดการมลพิษจากฟาร์มสุกรพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาซึ่งมีความหลากหลายของทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อฟื้นฟูคุณภาพน้ำ และหาแนวทางปฏิบัติในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษารวบรวมข้อมูลจำนวนฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และลักษณะของมลพิษที่เกิดขึ้นจากฟาร์มสุกร

1.2.2 เพื่อศึกษารวบรวมระบบบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกรทุกขนาด โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับงบประมาณการลงทุนของระบบบำบัด ผลิตผลพลอยได้ของระบบบำบัด รวมทั้งประสิทธิภาพของระบบบำบัด

1.2.3 เพื่อหาแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับการจัดการมลพิษที่เกิดจากฟาร์มสุกรให้มีประสิทธิภาพต่อปีสูงสุด มีผลตอบแทนต่อปีสูงสุด รวมทั้งเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำที่สุด

1.2.4 นำเสนอให้รัฐบาล หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนำผลการวิจัยไปพิจารณาดำเนินการสู่การปฏิบัติต่อไป

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ทำการศึกษาแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการมลพิษที่เกิดจากฟาร์มสุกรเฉพาะจากฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ภายใต้ข้อกำหนดของกฎหมายที่มีอยู่ในปัจจุบัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

1.4.2 สามารถนำแนวทางไปปฏิบัติได้ จะทำให้ลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากน้ำเสียของฟาร์มสุกรลงสู่ทะเลสาบสงขลาในอนาคต

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การเลี้ยงสุกรจำเป็นต้องใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคในการทำความสะอาดคอกและอุปกรณ์การเลี้ยงสุกร (ฐานิสร์, 2548) โดยของเสียที่เกิดขึ้นจากฟาร์มสุกรแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือส่วนที่เป็นของแข็ง ได้แก่ มูลสัตว์ เศษอาหาร เศษมูลฝอย และส่วนที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำปัสสาวะสุกร น้ำล้างคอก น้ำล้างโรงเรือน น้ำล้างตัวสุกร ปริมาณขับถ่ายของสุกรที่เกิดขึ้นแต่ละวันขึ้นอยู่กับจำนวนสุกรในฟาร์ม ลักษณะอาหาร วิธีการให้อาหาร ขนาดของสุกร ระบบจัดการของเสีย และวิธีการทำความสะอาดคอก ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งแสดงฟาร์มสุกรขนาดต่างๆ ก่อให้เกิดปริมาณน้ำเสียและคุณสมบัติของน้ำเสีย ดังตารางที่ 2.2 ซึ่งนับว่าเป็นน้ำที่สกปรกมากทำให้ฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ และฟาร์มสุกรขนาดกลางถูกกำหนดให้เป็นแหล่งมลพิษตามมาตรา 69 ของพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ที่จะต้องควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่นอกเขตที่ตั้งแหล่งกำเนิดมลพิษ (กรรณิการ์, 2549)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณมูลและปัสสาวะที่สุกรขับถ่ายต่อวัน

น้ำหนักสุกร (กิโลกรัม)	สิ่งขับถ่าย (มูลรวมปัสสาวะ/กิโลกรัม)	สัดส่วนร้อยละของ สิ่งขับถ่าย/น้ำหนักตัว
15	1.04	6.93
30	1.90	6.33
70	4.60	6.57
90	5.80	6.44
125	4.03	3.22
160	4.90	3.06

ที่มา: Hobson และ Robertson, 1977

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณและคุณสมบัติเฉลี่ยของน้ำเสียจากฟาร์มสุกรจำแนกตามประเภทฟาร์ม

ประเภทฟาร์ม	การเกิดน้ำเสีย(ลิตร/ตัว/วัน)	คุณสมบัติของน้ำเสีย (มิลลิกรัม/ลิตร)				
		บีโอดี (BOD)	ซีโอดี (COD)	ของแข็งแขวนลอย	ทีเคเอ็น (TKN)	ฟอสฟอรัส (P)
ขนาดใหญ่	10	3,000	7,000	4,800	540	8.0
ขนาดกลาง	15	2,500	6,800	3,000	540	9.5
ขนาดเล็ก	20	1,500	4,000	2,000	400	17

ที่มา: กองจัดการคุณภาพน้ำ, 2542

การบังคับใช้มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร ดังตารางที่ 2.3 เริ่มใช้บังคับฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ (ฟาร์มประเภท ก) และ ฟาร์มสุกรขนาดกลาง (ฟาร์มประเภท ข) ก่อนทั้งนี้ได้เริ่มบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545 โดยยังไม่มีผลบังคับใช้กับฟาร์มสุกรขนาดเล็ก (ฟาร์มประเภท ค) แต่จะใช้เสมือนเป็นมาตรฐานทางวิชาการที่จะสนับสนุนและส่งเสริมให้ฟาร์มสุกรขนาดเล็กมีการจัดการฟาร์มที่ถูกต้องก่อนที่จะมีการบังคับใช้ต่อไป

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษการเลี้ยงสุกร พ.ศ. 2544

คุณสมบัติของน้ำทิ้ง	หน่วย	ขนาดของฟาร์มสุกร	
		ก* (>600 นปส***)	ข** (60-600 นปส)
พีเอช (ph)	-	5.5-9.0	5.5-9.0
บีโอดี (BOD)	มิลลิกรัม/ลิตร	60	100
ซีโอดี (COD)	มิลลิกรัม/ลิตร	300	400
ของแข็งแขวนลอย	มิลลิกรัม/ลิตร	150	200
ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN)	มิลลิกรัม/ลิตร	120	200

ที่มา: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2546

*ฟาร์มประเภท ก คือ ฟาร์มสุกรที่มีการเลี้ยงสุกร 5,000 ตัวขึ้นไป

**ฟาร์มประเภท ข คือ ฟาร์มสุกรที่มีการเลี้ยงสุกรตั้งแต่ 500 – 5,000 ตัว

***นปส 1 หน่วย คือ น้ำหนักสุทธิของสุกรพ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ สุกรขุน หรือลูกสุกรชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่มีน้ำหนักรวมกันเท่ากับ 500 กิโลกรัม

2.1 ผลกระทบของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร

ปัญหาน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือปัญหาเรื่องกลิ่นมูลสุกร นอกจากนี้ยังมีปัญหาอื่นอีกที่ส่งผลกระทบต่อชุมชนใกล้เคียง เป็นเหตุให้เกิดการร้องทุกข์อยู่เป็นประจำ น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากฟาร์มสุกรก่อให้เกิดผลกระทบในด้านต่างๆดังนี้

2.1.1 ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสุกรจากกลิ่นเหม็นและก๊าซพิษ

น้ำเสียจากฟาร์มสุกรดังตารางที่ 2.2 มีสารอินทรีย์คาร์บอนสูงมากทั้งอยู่ในรูปละลายน้ำและของแข็งแขวนลอย รองลงไปคือไนโตรเจนในรูปของทีเคเอ็น หรือ อินทรีย์ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ซึ่งภายหลังการย่อยสลายแบคทีเรียโดยใช้ออกซิเจนจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย น้ำ และเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์เปลี่ยนรูปต่อไปเป็น N_2O, NO, NO^-_2, NO^-_3 และ N_2 ตามลำดับ ก๊าซแอมโมเนียที่มีความเข้มข้นจะทำให้เกิดอาการปวดหัว อยากอาเจียน เบื่ออาหาร หงุดหงิด

น้ำเสียจากฟาร์มสุกรหากเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะได้ก๊าซและกลิ่นเหม็นต่างๆ ได้แก่ มีเทน (ประมาณร้อยละ 60-70%) คาร์บอนไดออกไซด์ กรดอินทรีย์ระเหยได้ฟินอลิก เช่น ρ-cersol และฟีนอล สารประกอบไนโตรเจนและสารซึ่งมีกำมะถันเป็นส่วนประกอบ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และเมอร์แคปแทน เป็นต้น ดังนั้นฟาร์มสุกรที่มีระบบก๊าซชีวภาพในการบำบัด และมีการจัดการฟาร์มที่ดีนอกจากจะได้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพแล้วยังลดปัญหาด้านกลิ่นเหม็นและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วย

2.1.2 ปัญหาต่อคุณภาพแหล่งน้ำธรรมชาติ

น้ำเสียจากฟาร์มสุกรมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงมาก ทำให้ออกซิเจนจากแหล่งน้ำถูกนำไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ นอกจากนี้กระบวนการเปลี่ยนรูปอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นไนเตรท โดยไนตริฟายอิงแบคทีเรียเป็นการดึงออกซิเจนไปใช้ด้วย ทำให้ออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำลดลง พืชน้ำและสัตว์น้ำจึงขาดออกซิเจนและตายได้

การจัดการปัญหามลพิษจากฟาร์มสุกรมีระเบียบมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรของประเทศไทย พ.ศ. 2542 ได้กำหนดแนวทางปฏิบัติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมไว้เพียงกว้างๆ การจัดการปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมจากฟาร์มสุกรที่มีประสิทธิภาพนั้นผู้ประกอบการฟาร์มสุกร และผู้ที่เกี่ยวข้องไม่เพียงแต่ต้องตระหนักถึงผลกระทบ และทราบแนวทางการจัดการเท่านั้นแต่ต้องมีการดำเนินการให้ของเสียต่างๆ ที่ออกจากฟาร์มสุกรไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมา นอกจากนี้หน่วยงานของรัฐควรปรับมาตรฐานในการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรให้ครอบคลุมฟาร์มสุกรขนาดเล็ก และมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งอย่างเคร่งครัด (กรรณิการ์, 2549)

2.2 การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร

การเลือก และความเหมาะสมของวิธีบำบัดน้ำเสียในแต่ละท้องที่นั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่นขนาดฟาร์ม ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น พื้นที่ที่เหลืออยู่ของฟาร์มเพื่อใช้บำบัดน้ำเสีย งบประมาณ และเทคโนโลยีที่มีอยู่ในขณะจัดสร้างระบบ เป็นต้น หลักการบำบัดของเสียอินทรีย์โดยทั่วไปอาศัยหลักการทำงานของแบคทีเรีย 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ (aerobic bacteria) และกลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการเจริญ (anaerobic bacteria) ซึ่งแต่ละกลุ่มให้ชนิดของผลผลิตที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่แตกต่างกัน โดยระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีข้อดีเหนือกว่าระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน เนื่องจากประหยัดพลังงาน เพราะไม่ต้องมีการใช้เครื่องจักรกลในการเติมอากาศ การเกิดตะกอนจุลินทรีย์ในระบบมีน้อยกว่า จึงช่วยลดภาระในการกำจัดตะกอน และได้ก๊าซชีวภาพสำหรับใช้ประโยชน์ในการให้พลังงาน แต่มีปัญหาด้านกลิ่นเหม็นหากดูแลระบบไม่ดี (กรรณิการ์, 2549)

2.3 ความรู้เกี่ยวกับก๊าซชีวภาพ

แก๊สชีวภาพ คือกลุ่มแก๊สที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ เช่น คน สัตว์ พืช และสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆที่ตายลงแล้วถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมาก) กลุ่มหนึ่ง โดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีชีวิตอยู่ได้โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจน ในขณะที่ทำการย่อยสลายอยู่นั้นจะเกิดแก๊สขึ้นกลุ่มหนึ่งมีแก๊สมีเทนเป็นองค์ประกอบหลัก รองลงมาจะเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สไนโตรเจน แก๊สไฮโดรเจน และแก๊สชนิดอื่นๆ ซึ่งแก๊สมีเทนมีมากที่สุดมีคุณสมบัติไม่มีสีไม่มีกลิ่น และติดไฟได้แต่เมื่อเปิดแก๊สชีวภาพแล้วมีกลิ่นเหม็นนั้นเกิดจากแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือ “แก๊สไข่เน่า” เมื่อจุดไฟกลิ่นเหม็นจะหายไป ซึ่งก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรสามารถเทียบเท่าพลังงานทดแทน ก๊าซหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา ฟืนไม้ และไฟฟ้า ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรมีค่าความร้อนเทียบเท่า: ทดแทน

ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรมีค่าความร้อนเทียบเท่า: ทดแทน (บาท/ลบ.ม.)		
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	0.46 กิโลกรัม	7.75 บาท
น้ำมันเบนซิน	0.67 ลิตร	20.23 บาท
น้ำมันดีเซล	0.60 ลิตร	16.76 บาท
น้ำมันเตา	0.55 ลิตร	8.80 บาท
ฟืนไม้	1.50 กิโลกรัม	1.20 บาท
ไฟฟ้า	1.2 – 2.0 กิโลวัตต์-ชั่วโมง	3.6 - 6.0 บาท

ที่มา: ชัชวาล คำวงศ์ และคณะ, 2550

จากตารางที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่าก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรมีค่าความร้อนเทียบเท่าพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ ได้ดังนี้ ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรมีค่าความร้อนเทียบเท่าน้ำมันเบนซิน 0.67 ลิตร เทียบเท่ารายได้ 20.23 บาท ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรมีค่าความร้อนเทียบเท่าน้ำมันดีเซล 0.60 ลิตร เทียบเท่ารายได้ 16.76 บาท และก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรมีค่าความร้อนเทียบเท่าน้ำมันเตา 0.55 ลิตร เทียบเท่ารายได้ 8.80 บาท เป็นต้น

2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรในปัจจุบัน

การเลี้ยงฟาร์มสุกรสามารถแบ่งตามจำนวนการเลี้ยงสุกรได้ 4 ประเภทคือ ฟาร์มรายย่อย (เทียบเท่าจำนวนสุกรน้อยกว่า 50 ตัว) ฟาร์มขนาดเล็ก (เทียบเท่าจำนวนสุกรตั้งแต่ 50 - น้อยกว่า 500 ตัว) ฟาร์มขนาดกลาง (เทียบเท่าจำนวนสุกรตั่งแต่ 500 - 5,000 ตัว) และฟาร์มขนาดใหญ่ (เทียบเท่าจำนวนสุกรมากกว่า 5,000 ตัว) ซึ่งมีระบบบำบัดในการบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกรแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ระบบบำบัดในการบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกร

วิธีการบำบัด	ประเภทฟาร์ม			
	รายย่อย	ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
ธรรมชาติ	✓	✓	✓	
หมูหลุม	✓			
Fixed Dome		✓		
กรมปศุสัตว์		✓	✓	
Cover Lagoon		✓	✓	✓
MC-UASB			✓	✓
Modified Cover Lagoon			✓	✓
Buffer Tank + H-UASB				✓

จากตารางที่ 2.5 แสดงระบบบำบัดในการบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกร พบว่า ฟาร์มสุกรรายย่อยมีวิธีการบำบัด 2 แบบประกอบด้วย วิธีการบำบัดแบบธรรมชาติ และวิธีการบำบัดแบบหมูหลุม ฟาร์มสุกรขนาดเล็กมีวิธีการบำบัด 4 แบบประกอบด้วย วิธีการบำบัดแบบธรรมชาติ วิธีการบำบัดแบบ Fixed Dome วิธีการบำบัดแบบกรมปศุสัตว์ และวิธีการบำบัดแบบ Cover Lagoon ฟาร์มสุกรขนาดกลางมีวิธีการบำบัด 5 แบบประกอบด้วย วิธีการบำบัดแบบธรรมชาติ วิธีการบำบัดแบบกรมปศุสัตว์ วิธีการบำบัดแบบ Cover Lagoon วิธีการบำบัดแบบ MC-UASB และวิธีการบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon ส่วนฟาร์มสุกรขนาดใหญ่มีวิธีการบำบัด 4 แบบประกอบด้วย วิธีการบำบัดแบบ Cover Lagoon วิธีการบำบัดแบบ MC-UASB วิธีการบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon และวิธีการบำบัดแบบ Buffer Tank + H-UASB

2.5 รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกร

2.5.1 ระบบบำบัดแบบธรรมชาติ (Natural system)

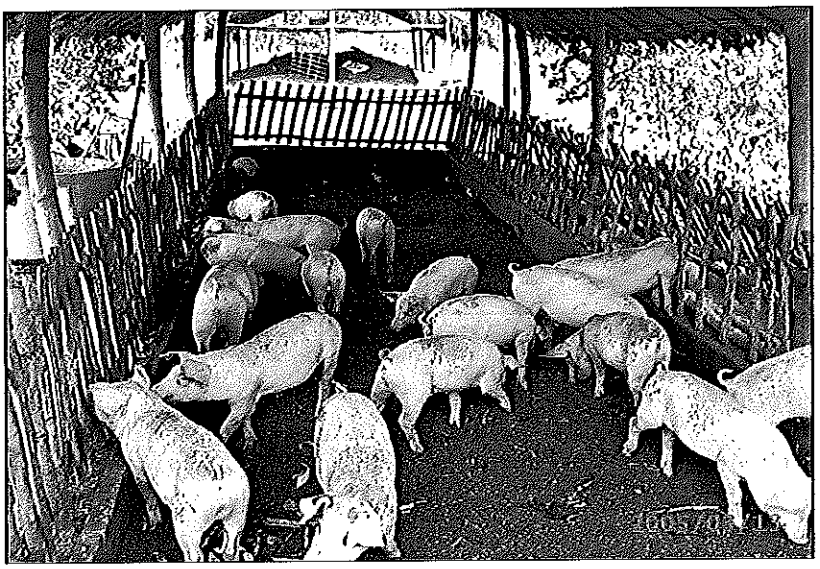
เป็นการขุดบ่อแบบธรรมชาติเพื่อบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรโดยอาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ เพราะมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง การก่อสร้าง และการจัดการบำรุงรักษาง่ายไม่ต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญมาก เป็นระบบที่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นระบบอื่นได้ง่ายแต่จะมีข้อเสียคือใช้พื้นที่ในการบำบัดมาก และส่งกลิ่นเหม็นรบกวน ดังภาพประกอบ 2.1

ภาพประกอบ 2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติบริเวณอำเภอสทิงพระ

2.5.2 ระบบบำบัดแบบหมูหลุม

การเลี้ยงสุกรด้วยระบบการบำบัดแบบหมูหลุมเป็นการเลี้ยงสุกรด้วยแนวทางเกษตรธรรมชาติ โดยเน้นการใช้จุลินทรีย์ทำให้สุกรมีความต้านทานโรค อัตราการแลกเนื้อสูง เนื้อแดงมาก มีไขมันน้อย ไม่มีกลิ่นเหม็นรบกวน และลดต้นทุนการผลิต อีกทั้งพื้นคอกยังสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพและปรับโครงสร้างดินให้ดีขึ้น

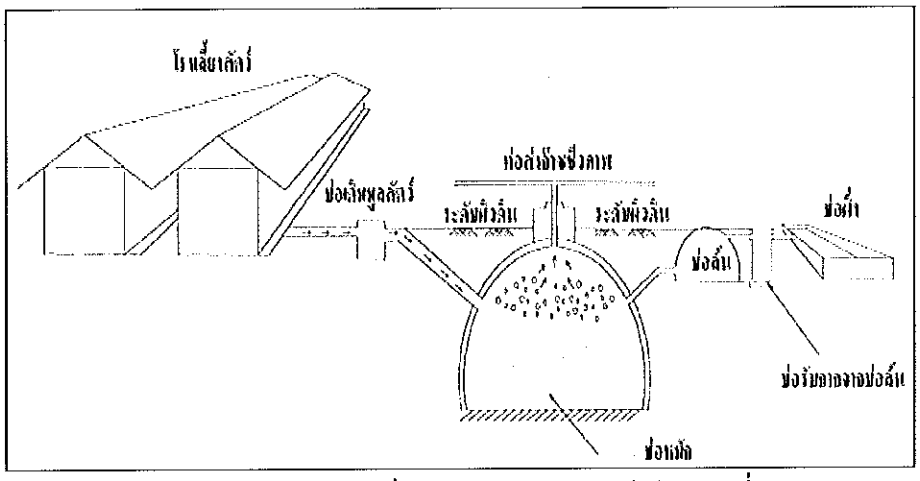
หมูหลุมเป็นการเลี้ยงสุกรในพื้นที่ดอนหรือที่สูงที่ไม่มีน้ำท่วมขัง การสร้างโรงเรือนใช้วัสดุที่หาได้ตามท้องถิ่น เช่น ไม้ไผ่ หญ้าคา เป็นต้น สร้างเป็นลักษณะเพิงหมาแหงนหรือหน้าจั่ว โดยเน้นให้โรงเรือนมีการระบายอากาศที่ดี ปลอดภัยจากแสงแดดและฝน อาจใช้มุ้งตาข่ายขึงโดยรอบเพื่อป้องกันหนู นก และแมลงต่างๆ สุกร 8-10 ตัวจะใช้พื้นที่ในการเลี้ยงประมาณ 18 ตารางเมตร การตั้งโรงเรือนควรอยู่ในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก และถ้าสร้างหลายโรงเรือนในพื้นที่เดียวกันแต่ละโรงเรือนควรห่างกันอย่างน้อย 20 เมตร การจัดการพื้นคอกทำการขุดหลุมลึก 90 เซนติเมตร ดังภาพประกอบ 2.2



ภาพประกอบ 2.2 ระบบบำบัดแบบหมูหลุม
ที่มา: วิชิต ถิ่นรัตนากูล, 2550

2.5.3 ระบบบำบัดแบบ Fixed Dome

ระบบการบำบัดแบบ Fixed Dome เป็นบ่อหมักก๊าซชีวภาพที่มีการส่งเสริมให้ใช้ในฟาร์มเลี้ยงสุกรขนาดเล็ก (ฟาร์มที่เลี้ยงสุกรเทียบเท่าสุกรขุนไม่เกิน 500 ตัว) โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นทรงกลมฝังอยู่ใต้ดิน ส่วนที่เก็บก๊าซมีลักษณะเป็นโดม ซึ่งข้อดีของระบบนี้คือประหยัดพื้นที่บริเวณฟาร์มเนื่องจากถังหมักถูกฝังอยู่ใต้ผิวดิน ง่ายต่อการระบายน้ำมูลสุกรจากโรงเรือนไปสู่บ่อหมักโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงเนื่องจากตัวบ่อจะฝังอยู่ใต้ดิน ดังนั้นดินที่อยู่รอบๆ บ่อหมักจะช่วยป้องกันการแตกร้าวของบ่ออันเนื่องจากแรงดันของก๊าซที่เกิดขึ้น อุณหภูมิภายในบ่อหมักค่อนข้างคงที่ทำให้การหมักของมูลสัตว์เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ในส่วนข้อเสียของบ่อหมักแบบนี้คือ ในบริเวณที่ระดับน้ำใต้ดินสูงการทำงานและการสร้างบ่อหมักจะค่อนข้างยากลำบาก และในส่วนบริเวณส่วนโค้งของถังหมักจะต้องใช้เทคนิคและความชำนาญสูง ดังภาพประกอบ 2.3

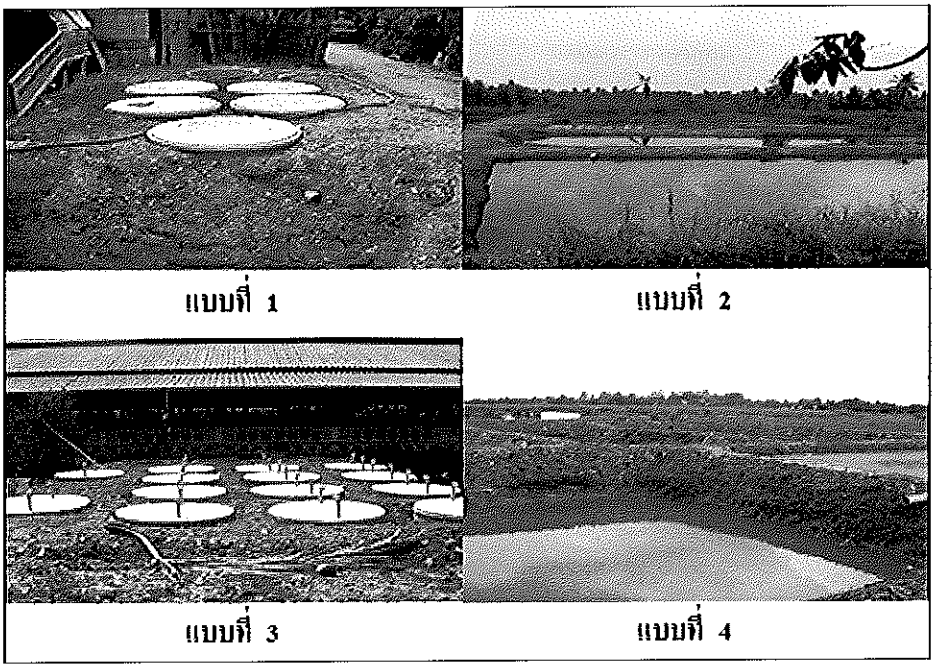


ภาพประกอบ 2.3 แผนผังแสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ของบ่อโดมคงที่ (Fixed Dome)

ที่มา: ดัดแปลงจาก มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2550

2.5.4 ระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์

ระบบการบำบัดแบบกรมปศุสัตว์ประกอบด้วยระบบการบำบัด 4 แบบ ดังภาพประกอบ 2.4

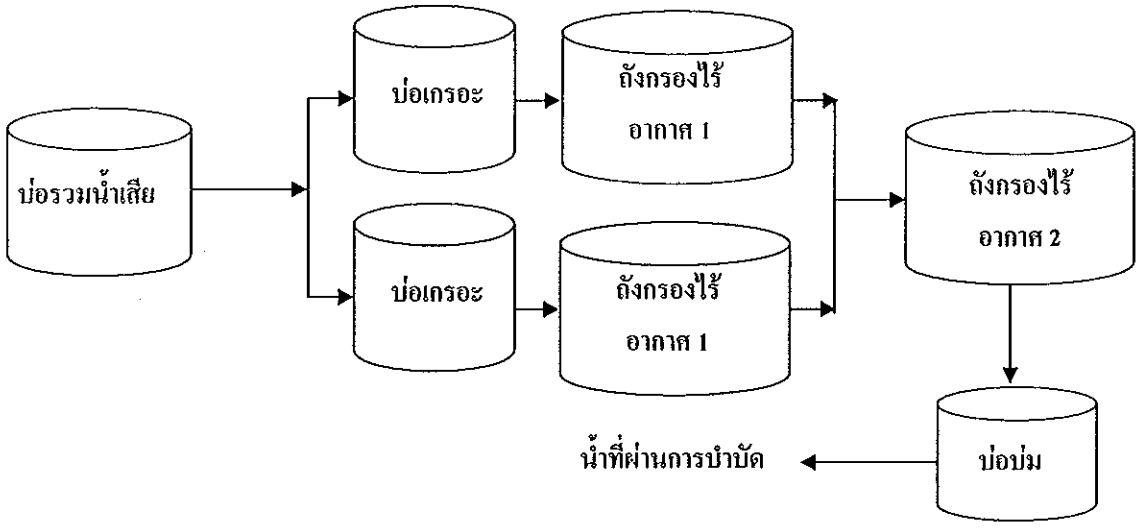


ภาพประกอบ 2.4 ระบบการบำบัดแบบกรมปศุสัตว์

ที่มา: ดัดแปลงจาก สมหมาย, 2550

จากภาพประกอบ 2.4 แสดงระบบการบำบัดแบบกรมปศุสัตว์ โดยระบบบำบัดแบบที่ 1 คือ ระบบถังกรองไร้อากาศใช้บำบัดน้ำเสียที่เกิดจากสุกรไม่เกิน 250 ตัว แบบที่ 2 คือ ระบบบ่อปรับเสถียรใช้บำบัดน้ำเสียที่เกิดจากสุกรไม่เกิน 500 ตัว แบบที่ 3 คือ ระบบถังกรองไร้อากาศใช้บำบัดน้ำเสียที่เกิดจากสุกรไม่เกิน 500 ตัว ซึ่งจะใช้พื้นที่น้อยกว่าระบบบำบัดแบบที่ 2 และระบบบำบัดแบบที่ 4 คือ ระบบบ่อปรับเสถียรใช้บำบัดน้ำเสียที่เกิดจากสุกรไม่เกิน 2,000 ตัว

2.5.4.1 ระบบถังกรองไร้อากาศ ขนาดรับน้ำเสียไม่เกิน 5 ลบ.ม./วัน (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนไม่เกิน 250 ตัว) ใช้พื้นที่ประมาณ 302 ตารางเมตร หรือ 0.2 ไร่ ดังภาพประกอบ 2.5

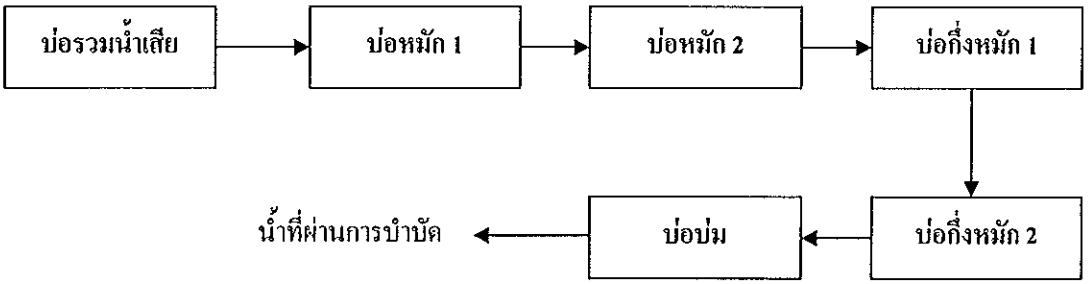


ภาพประกอบ 2.5 กระบวนการทำงานของระบบบำบัดของกรมปศุสัตว์แบบที่ 1
ที่มา: สำนักงานกรมปศุสัตว์ราชบุรี, 2546

จากภาพประกอบ 2.5 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดได้ดังนี้ น้ำเสียที่ผ่านการแยกมูลสุกรจะไหลลงสู่บ่อรวมน้ำเสียก่อน เพื่อให้มูลสุกรตกตะกอนจากนั้นน้ำเสียไหลรวมตามท่อระบายน้ำลงสู่บ่อเกรอะ จำนวน 1 ชุดซึ่งมี 2 บ่อโดยมีปริมาตรรวมทั้งหมดประมาณ 8.5 ลบ.ม. น้ำเสียจะถูกบำบัดจนมีค่าบีโอดีลดเหลือ 750 มก./ล. จากนั้นน้ำเสียเหล่านี้จะไหลต่อเข้าสู่ถังกรองไร้อากาศ จำนวน 2 ชุด ชุดแรกประกอบด้วย ถังกรองไร้อากาศ 1 จำนวน 2 ถัง มีปริมาตรรวมประมาณ 5 ลบ.ม. น้ำเสียจะถูกบำบัดจนมีค่าบีโอดีเหลือประมาณ 225 มก./ล. น้ำเสียจะไหลต่อเข้าสู่ถังกรองไร้อากาศชุดที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยถังกรองไร้อากาศ จำนวน 1 ถัง มีปริมาตรประมาณ 2.5 ลบ.ม. น้ำเสียจะถูกบำบัดจนมีค่าบีโอดีประมาณ 90 มก./ล. จากนั้นน้ำเสียจะ

ไหลเข้าสู่บ่อบ่มมีขนาด 7.0x7.0x1.5 ลบ.ม. ที่บ่อบ่มนี้ น้ำทิ้งจะถูกปรับสภาพทำให้มีคุณภาพดีขึ้นมีค่าบีโอดีไม่เกิน 72 มก./ล.

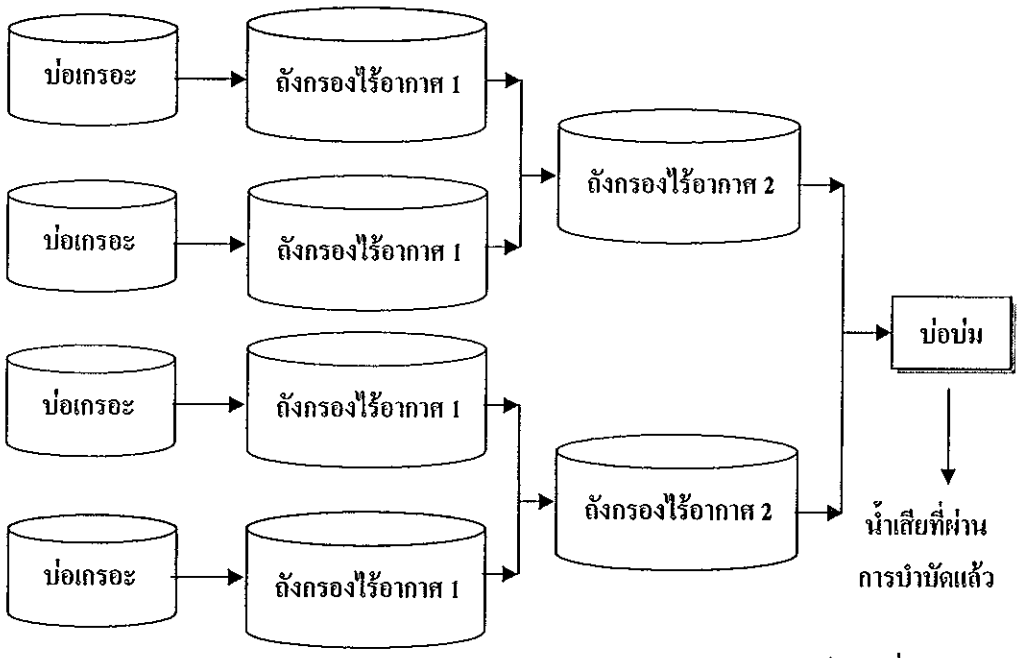
2.5.4.2 ระบบบ่อปรับเสถียร ขนาดรับน้ำเสียไม่เกิน 10 ลบ.ม./วัน (เทียบเท่าจำนวนสุกรไม่เกิน 500 ตัว) ใช้พื้นที่ประมาณ 1,000 ตารางเมตร หรือ 0.67 ไร่ดัง ภาพประกอบ 2.6



ภาพประกอบ 2.6 กระบวนการทำงานของระบบบำบัดของกรมปศุสัตว์แบบที่ 2
ที่มา: สำนักงานกรมปศุสัตว์ราชบุรี, 2546

จากภาพประกอบ 2.6 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดได้ดังนี้ น้ำเสียที่ผ่านการแยกมูลสุกรออกแล้วจะไหลรวมตามท่อระบายน้ำเสียลงสู่บ่อรวมน้ำเสีย เพื่อให้มูลสุกรตกตะกอนจากนั้นน้ำเสียไหลต่อเข้าสู่บ่อหมัก 2 บ่อ โดยบ่อแรกมีขนาด 1.5x12x3.3 ลบ.ม. สามารถบำบัดความสกปรกจนน้ำเสียมีค่าบีโอดีลดลงเหลือ 750 มก./ล. ส่วนบ่อที่สองมีขนาด 1.2x10x2.7 ลบ.ม. ซึ่งลดค่าบีโอดีของน้ำเสียต่อจากบ่อหมักบ่อแรกให้ลดลงเหลือ 375 มก./ล. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดบ่อหมัก ทั้งสองบ่อแล้วจะไหลเข้าสู่บ่อกึ่งหมัก 2 บ่อ โดยบ่อกึ่งหมักบ่อที่ 1 มีขนาด 20x9x1.6 ลบ.ม. ส่วนบ่อกึ่งหมักบ่อที่ 2 มีขนาด 20x7x1.5 ลบ.ม. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากบ่อกึ่งหมักบ่อที่ 1 และบ่อกึ่งหมักที่ 2 จะมีค่าบีโอดีประมาณ 190 และ 114 มก./ล. ตามลำดับ จากนั้นน้ำเสียที่ไหลออกจากบ่อกึ่งหมักทั้งสองบ่อจะไหลเข้าสู่บ่อบ่มที่มีขนาด 20x7x1.ลบ.ม. ที่บ่อบ่มน้ำเสียจะถูกปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น โดยสุดท้ายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากทุกขั้นตอนแล้วจะมีค่าบีโอดีเหลือไม่เกิน 80 มก./ล.

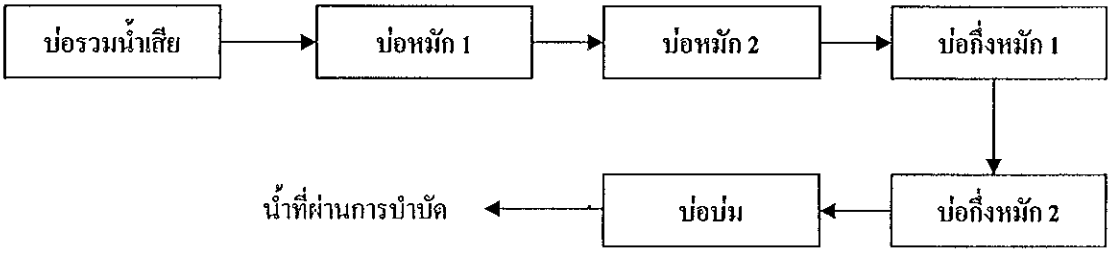
2.5.4.3 ระบบถังกรองไร้อากาศ ขนาดรับน้ำเสียไม่เกิน 10 ลบ.ม./วัน (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนไม่เกิน 500 ตัว) ใช้พื้นที่ประมาณ 520 ตารางเมตร หรือ 0.33 ไร่ ดังภาพประกอบ 2.7



ภาพประกอบ 2.7 กระบวนการทำงานของระบบบำบัดของกรมปศุสัตว์แบบที่ 3
ที่มา: สำนักงานกรมปศุสัตว์ราชบุรี, 2546

จากภาพประกอบ 2.7 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดได้ดังนี้ น้ำเสียที่ผ่านการแยกมูลสุกรจะไหลรวมตามท่อระบายน้ำลงสู่บ่อรวมรวบน้ำเสียก่อนเพื่อให้มูลสุกรตกตะกอน จากนั้นน้ำเสียไหลรวมกันตามท่อระบายน้ำลงสู่บ่อเกรอะ จำนวน 1 ชุด ซึ่งมี 4 บ่อ โดยมีปริมาตรรวมกันทั้งหมดประมาณ 17 ลบ.ม. น้ำเสียจะถูกบำบัดจนมีค่าบีโอดีลดลงเหลือ 750 มก./ล จากนั้นน้ำเสียจะไหลเข้าสู่ถังกรองไร้อากาศจำนวน 2 ชุด ชุดแรกจะประกอบด้วยถังกรองไร้อากาศ จำนวน 4 ถัง มีปริมาตรรวมประมาณ 10 ลบ.ม. น้ำเสียจะถูกบำบัดในขั้นตอนนี้จนมีค่าบีโอดีลดลงเหลือประมาณ 225 มก./ล. น้ำเสียจะไหลต่อเข้าสู่ถังกรองไร้อากาศชุดที่สองซึ่งประกอบด้วยถังกรองไร้อากาศ จำนวน 2 ถัง มีปริมาตรรวมประมาณ 5 ลบ.ม. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากขั้นตอนนี้แล้วจะมีค่าบีโอดีประมาณ 90 มก./ล จากนั้นน้ำทิ้งจะไหลเข้าสู่บ่อบ่มขนาด 7.0x7.0x1.5 ลบ.ม. ที่บ่อบ่มนี้น้ำทิ้ง จะถูกปรับสภาพทำให้มีคุณภาพดีขึ้นจนมีค่าบีโอดีไม่เกิน 72 มก./ล.

2.5.4.4 ระบบบ่อปรับเสถียร ขนาดรับน้ำเสียไม่เกิน 30 ลบ.ม./วัน (เทียบเท่าจำนวนสุกรไม่เกิน 2,000 ตัว) ใช้พื้นที่ประมาณ 2,200 ตารางเมตร หรือ 1.33 ไร่ ดังภาพประกอบ 2.8



ภาพประกอบ 2.8 กระบวนการทำงานของระบบบำบัดของกรมปศุสัตว์แบบที่ 4
ที่มา: สำนักงานกรมปศุสัตว์ราชบุรี, 2546

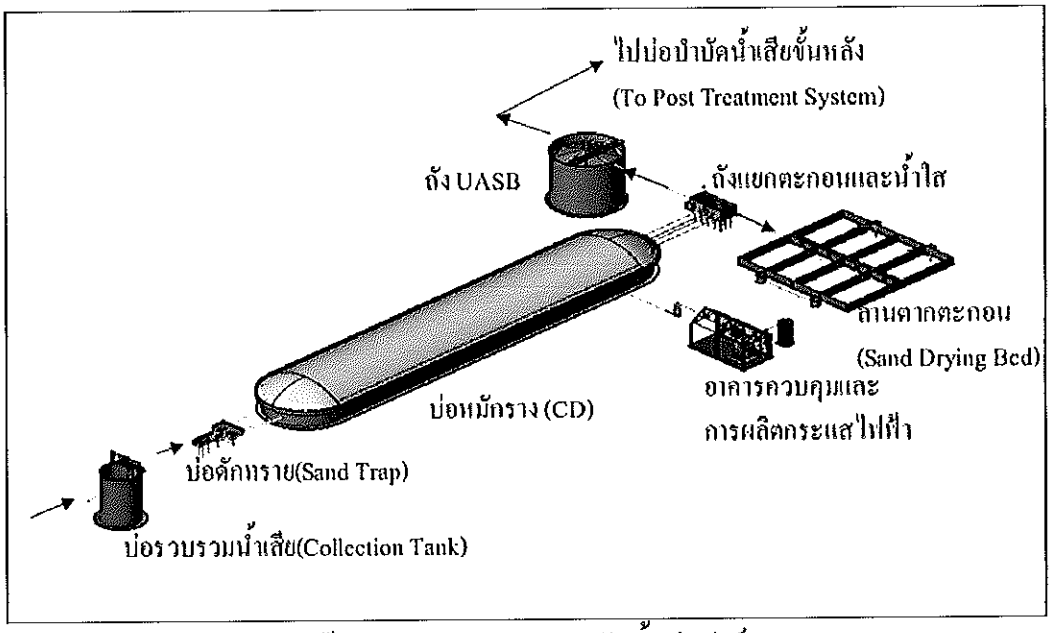
จากภาพประกอบ 2.8 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดได้ดังนี้ น้ำเสียที่ผ่านการแยกมูลสุกรออกแล้วจะไหลรวมตามท่อระบายน้ำเสียลงสู่บ่อรวบรวมน้ำเสีย เพื่อให้มูลสุกรตกตะกอนจากนั้นน้ำเสียไหลต่อเข้าสู่บ่อหมัก 2 บ่อ บ่อแรกมีขนาด 25x12x3.3 ลบ.ม. ส่วนบ่อที่สองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากบ่อแรกและบ่อหมักที่สอง จะมีค่าบีโอดีไม่เกิน 1,000 มก./ล และ 500มก./ล. ตามลำดับ หลังจากนั้นน้ำเสียจะไหลเข้าสู่บ่อกึ่งหมักที่มี จำนวน 2 บ่อ เช่นกัน โดยบ่อกึ่งหมัก 1 มีขนาด 30x20x1.6 ลบ.ม. ส่วนบ่อกึ่งหมัก 2 มีขนาด 30x12x1.5 ลบ.ม. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากบ่อบำบัดจากบ่อกึ่งหมักบ่อแรกและบ่อที่สองจะมีค่าบีโอดีไม่เกิน 250 มก./ล และ 125 มก./ล. ตามลำดับ ต่อจากนั้นน้ำเสียจะถูกนำเข้าสู่บ่อบ่มขนาด 30x11x1.4 ลบ.ม. ซึ่งเป็นการบำบัดขั้นตอนสุดท้าย น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดในขั้นตอนนี้จะมีค่าบีโอดีลดลง เหลือประมาณ 90 มก./ล.

2.5.5 ระบบบำบัดแบบ MC-UASB (Medium Channel - Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียที่ได้รับการปรับปรุงมาจากอดีต โดยมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญ 3 ส่วนคือ 1) ส่วนรวบรวมและบำบัดน้ำเสียขั้นต้น 2) ระบบผลิตก๊าซชีวภาพด้วยบ่อหมักรางและบ่อ UASB 3) ส่วนบำบัดน้ำเสียขั้นหลัง (Post Treatment)

ระบบบำบัดแบบ MC-UASB สามารถผลิตก๊าซและบำบัดน้ำเสียได้ดีหรือเกิดปัญหากับการเดินระบบน้อย จากการศึกษาพบว่าเป็นระบบการบำบัดที่เหมาะกับฟาร์มสุกรขนาดกลาง และมีการให้บริการที่ครอบคลุมและลดภาระของผู้ประกอบการลงเกือบทั้งหมด โดย

ให้บริการต่าง ๆ ด้านวิศวกรรม เช่น การสำรวจ ออกแบบ ควบคุมการก่อสร้าง เดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพและการใช้ประโยชน์ เช่น ความร้อนและไฟฟ้า รวมถึงการให้คำปรึกษาและตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ปี การบริการดังกล่าวจึงทำให้เกษตรกรมั่นใจในคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบที่จะได้รับ ดังภาพประกอบ 2.9



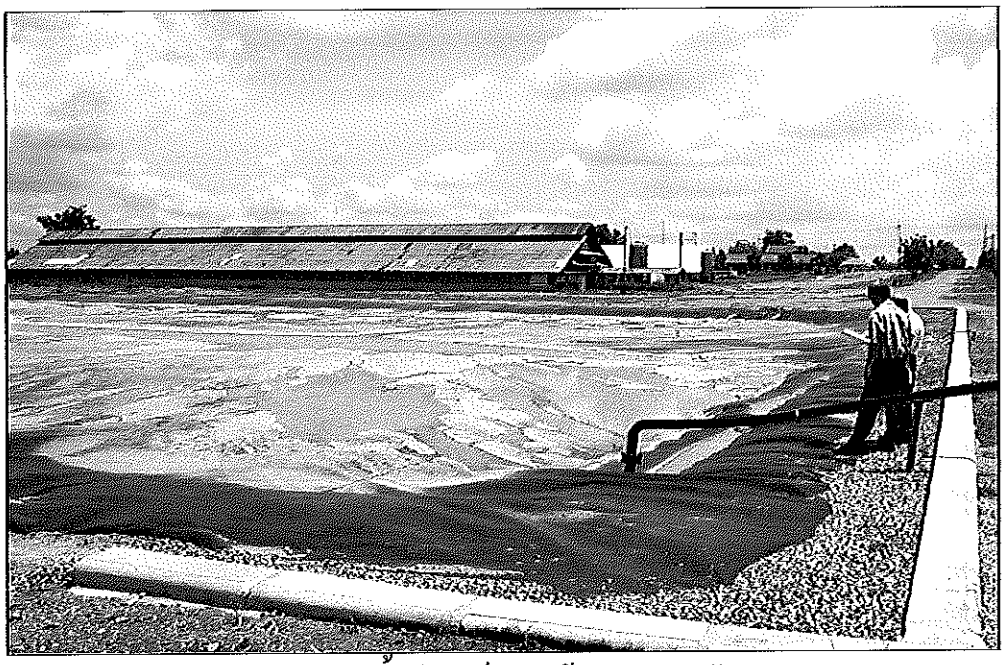
ภาพประกอบ 2.9 ระบบก๊าซชีวภาพและระบบบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรแบบ MC-UASB

ที่มา: ดัดแปลงจาก สมหมาย, 2550

2.5.6 ระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon

โครงสร้างบ่อเป็นบ่อคอนกรีตหรือดินขุดในกรณีที่เป็นบ่อดินขุด อาจปูแผ่นยางที่ใช้ปูสระเก็บน้ำมาปูทับ เพื่อไม่ให้เกิดการรั่วซึมของของเสียลงใต้ดิน ด้านบนของบ่อคลุมด้วยผืนพลาสติกขนาดใหญ่เพื่อรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นก่อนนำก๊าซไปใช้ประโยชน์ และเพื่อป้องกันไม่ให้กลิ่นแพร่กระจายออกไป ระบบนี้สามารถดัดแปลงจากระบบบ่อผึ่ง จึงไม่จำเป็นต้องสร้างบ่อใหม่หลักการทำงานของระบบนี้เนื่องจากด้านบนมีพลาสติกคลุมทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียในสภาพไร้ออกซิเจนได้ ก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ ดังภาพประกอบ 2.10

สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร



ภาพประกอบ 2.10 การบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรด้วยระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon

ที่มา: ดัดแปลงจาก มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2550

2.5.7 ระบบบำบัดแบบ H-UASB

บ่อหมัก H-UASB (High suspension solids - Up flow Anaerobic Sludge Blanket) เป็นบ่อหมักที่ปรับปรุงจากบ่อหมัก UASB เพื่อแก้ปัญหาการอุดตันระบบหัวจ่ายน้ำของUASB เนื่องจากตะกอนของมูลสัตว์ โดยเพิ่ม Buffer tank ให้ทำหน้าที่แยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสียและมูลสัตว์ ให้มีปริมาณน้อยที่สุด พร้อมกันนี้ยังได้นำแผ่นยาง PE ที่ใช้คลุมบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบรางมาคลุมบน Buffer tank ทำให้เก็บก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบ UASB

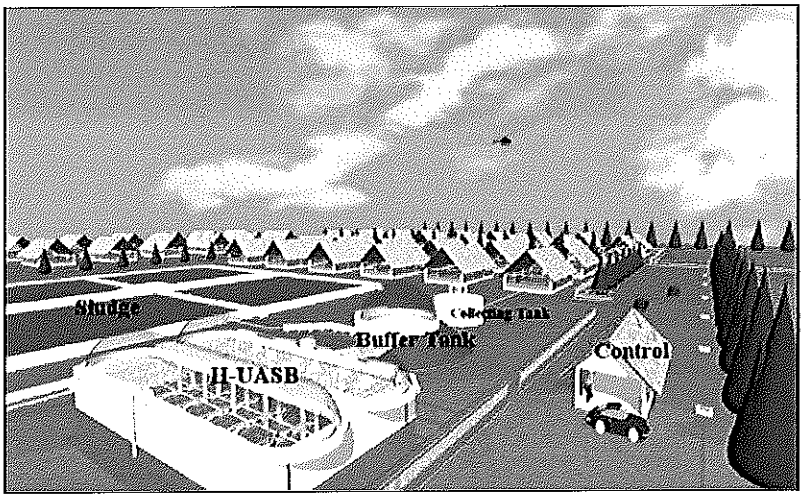
ขั้นตอนของระบบการจัดการน้ำเสียลักษณะโครงสร้างการทำงานของระบบถังหมัก H –UASB ที่จะนำมาใช้ในโรงเลี้ยงสุกร มีดังนี้

1) หน่วยบำบัดน้ำเสียขั้นต้น (Primary Treatment) ทำหน้าที่กำจัดสิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมออกจากน้ำเสียก่อนที่จะนำน้ำเสียเข้าบำบัดในถังหมัก H-UASB ทั้งนี้เนื่องจากสิ่งสกปรกดังกล่าวบำบัดได้ยากในถังหมัก H-UASB และอาจส่งผลเสียต่อการทำงานของถังหมักได้ หน่วยบำบัดขั้นต้นที่นำมาใช้ ได้แก่ ตะแกรงแยกขยะและบ่อดักทราย ทำหน้าที่แยกความสกปรกในรูปของแข็งที่มีขนาดใหญ่และแยกทรายรวมทั้งสิ่งต่างๆ ที่ไม่พึงประสงค์ออกจากน้ำเสีย

2) ถังพักน้ำเสียหรือถังปรับสภาพน้ำเสีย (Buffer Tank) ทำหน้าที่รวบรวมน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นและปรับอัตราไหลสำหรับป้อนเข้าสู่ถังหมัก H – UASB ให้มีค่าคงที่

หรือสม่ำเสมอหรือใช้พักน้ำเสียและตะกอนเฉื่อยที่ถูกลำเลียงมาจากโรงเรือนเลี้ยงสุกร น้ำเสียในถังนี้จะถูกผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเพื่อให้น้ำเสียที่เข้าสู่ถังหมัก H – UASB มีลักษณะสมบัติใกล้เคียงกันตลอดเวลา ส่วนตะกอนหนักที่อาจสะสมในก้นถังและตะกอนเบาที่อาจลอยเป็นฝ้าบนผิวน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตะกอนที่คงสภาพแล้วนั้น ระบบจะถูกออกแบบให้สามารถสูบหรือระบายออกจากถังได้โดยสะดวก โดยนำไปพักไว้ในบ่อพักตะกอนเพื่อให้ตะกอนปรับสภาพจนมีความคงสภาพอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะนำไปกำจัดต่อไป เช่น ใช้ถมที่หรือปรับสภาพดิน นอกจากนี้ด้านบนของถังพักน้ำเสียจะมีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่เก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากถังหมัก H – UASB เพื่อรอการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป โดยจะติดตั้งระบบการควบคุมการนำก๊าซไปใช้และการจัดการก๊าซส่วนเกินให้มีความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน

3) ถังหมัก H – UASB (High suspension solids – Up flow Anaerobic Sludge Blanket) ทำหน้าที่เปลี่ยนสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้เป็นก๊าซชีวภาพ โดยอาศัยกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน ผลจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในถังหมักดังกล่าว จะทำให้น้ำเสียมีความสกปรกในรูปซีโอดีลดลงประมาณ 90% และได้ก๊าซชีวภาพที่มีส่วนประกอบของก๊าซมีเทนค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 60-70 % ก๊าซที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปพักที่หน่วยเก็บรวบรวมก๊าซที่อยู่ส่วนบนของถังพักน้ำเสีย (Buffer Tank) ทั้งนี้เพื่อลดผลกระทบจากแรงดันก๊าซที่จะมีต่อสภาพการทำงานของถังหมัก ดังภาพประกอบ 2.11



ภาพประกอบ 2.11 โครงสร้างการทำงานของระบบบำบัดแบบ H-UASB

ที่มา: สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์, 2553

4) ลานทรายกรอง/ตากตะกอน ทำหน้าที่กรองและตากตะกอนที่ถูกส่งมาจากถังหมัก H – UASB ตะกอนที่แห้งแล้วจะถูกกวาดและรวบรวมบรรจุในภาชนะเพื่อรอการ

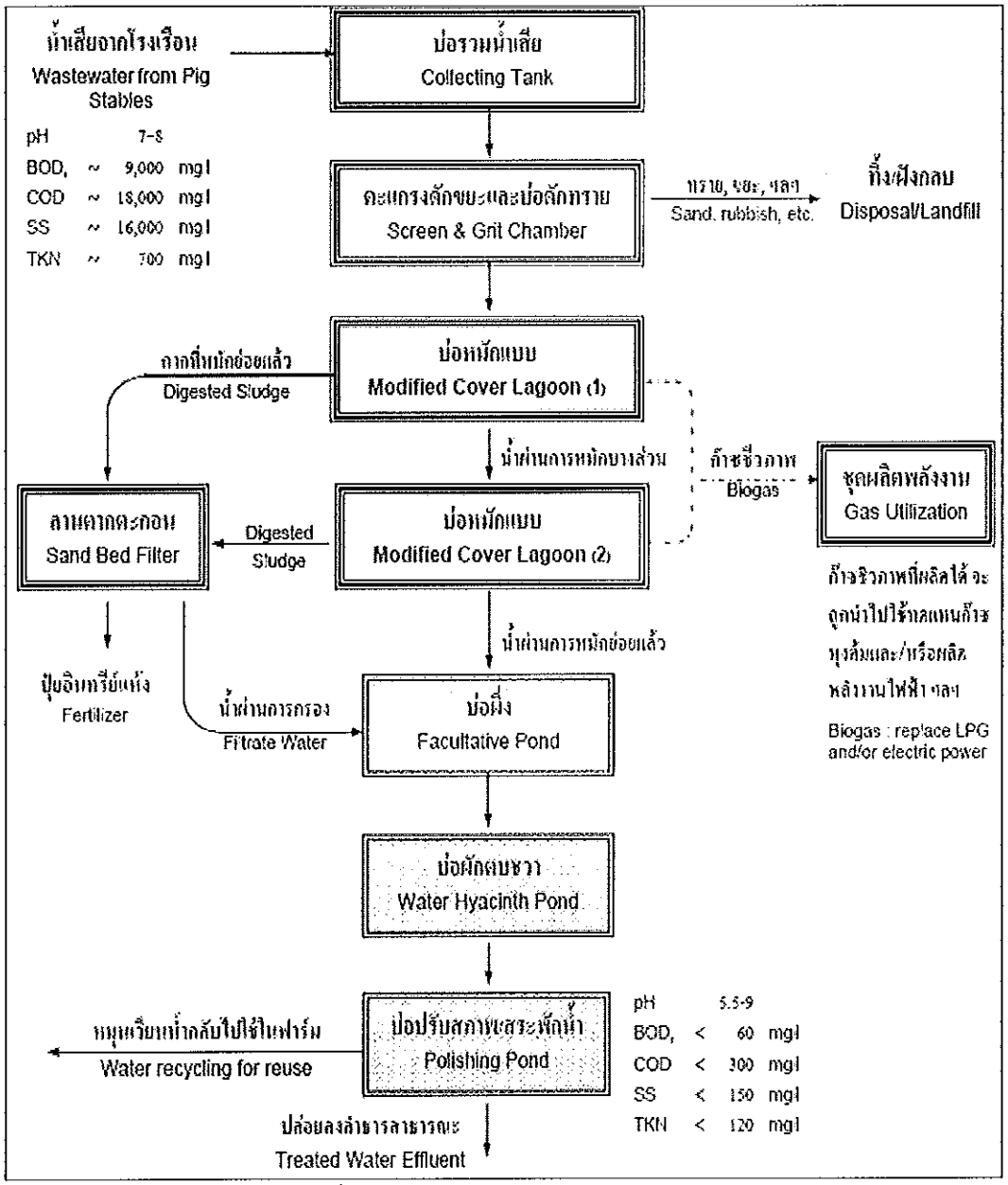
กำจัดหรือจำหน่ายเช่น นำไปถมที่ หรือใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับการเพาะปลูกและปรับปรุงดิน เป็นต้น ส่วนน้ำที่ผ่านการกรองจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดขั้นหลังต่อไป

5) ระบบบำบัดขั้นหลัง ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียต่อจากถังหมัก H – UASB และบำบัดน้ำที่ออกมาจากลานกรอง/ตากตะกอน เพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น จนสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ประโยชน์ หรือปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติภายนอกได้โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งที่กฎหมายกำหนด ประกอบกับการออกแบบระบบบำบัดขั้นหลังให้เป็นแบบบ่อธรรมชาติ ซึ่งการที่น้ำเสียจากถังหมัก H – UASB มีค่าความสกปรกไม่สูงมากนัก จะทำให้การบำบัดโดยใช้ระบบบ่อธรรมชาติไม่ก่อให้เกิดปัญหากลิ่นเหม็นหรือเกิดกลิ่นเหม็นน้อย

2.5.8 ระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon

มีหลักการทำงานที่เหมือนกับการกำบัดแบบ Cover Lagoon ซึ่งมีข้อเสียคือ ไม่มีการดึงกากตะกอนออกจากระบบ จึงทำให้เกิดการสะสมของกากตะกอนในระยะเวลา 3-5 ปีการสะสมของกากตะกอนส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซลดลง ดังนั้นในระบบ Modified Cover Lagoon จึงมีการปรับปรุง 1) ระบบดูดกากตะกอนออกจากบ่อหมัก และติดตั้งลานตากตะกอน 2) ออกแบบการไหลตามแนวยาวแบบ Plug Flow เพื่อป้องกันการไหลลัดวงจร 3) ออกแบบระบบทำความสะอาดก๊าซชีวภาพ และดักจับ H2S ด้วยขบวนการ ทางเคมีและ ทางชีวภาพ

บ่อหมักแบบ Modified Cover Lagoon สามารถรองรับภาระของเสียจากฟาร์มที่เลี้ยงสุกรขนาดไม่เกิน 5,000 ตัว (เทียบเท่าสุกรขุนน้ำหนักเฉลี่ย 60 กิโลกรัม/ตัว) หรือ 600 หน่วยปศุสัตว์ ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บไว้ด้านบนของบ่อหมักซึ่งคลุมปิดด้วยผืนพลาสติกชนิด High Density Polyethylene (HDPE) เพื่อรอการนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานทดแทนต่อไป ตะกอนที่ผ่านการหมักย่อยแล้วจากบ่อหมักดังกล่าวจะถูกดึงออกไปยังลานตากตะกอน (Sand Bed Filter) เพื่อแยกน้ำและกากตะกอนออกจากกัน โดยตะกอนที่ตากแห้งแล้วจะถูกกวาดเก็บไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการเกษตร ส่วนน้ำเสียที่ผ่านการหมักย่อยแล้วบางส่วนจากบ่อหมักนี้จะถูกส่งไปบำบัดต่อในส่วนของระบบบำบัดขั้นหลังต่อไป ดังภาพประกอบ 2.12



ภาพประกอบ 2.12 แผนผังองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon

ที่มา: ดัดแปลงจากมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2550

2.6 โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

โปรแกรมเชิงเส้นเป็นการศึกษาเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด (Sultan, 1993) และทำการแก้ปัญหาซึ่งอยู่ในรูปฟังก์ชันเชิงเส้นโดยอาศัยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) (Hillier, 1990) นอกจากนี้โปรแกรมเชิงเส้นยังสามารถนำไปประยุกต์กับเรื่องอื่นๆ ได้ด้วยกล่าวคือปัญหาใดที่มีรูปแบบทางคณิตศาสตร์

อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้นก็คือปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นนั้นเอง ส่วนประกอบของโปรแกรมเชิงเส้นมี 3 ส่วน ดังนี้

1) ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

2) เป้าหมาย (Objective)

3) ข้อจำกัด (Constrains) (Taha, 1997)

รูปแบบโปรแกรมเชิงเส้น

ฟังก์ชันเป้าหมาย

$$\text{Max. (Min.) } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx_n$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n \ (\leq, \geq, =)\ b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n \ (\leq, \geq, =)\ b_2$$

$$\vdots$$

$$A_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n \ (\leq, \geq, =)\ b_m$$

$$x_1, x_2, \ldots, x_n \geq 0$$

การแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น โดยทั่วๆ ไปได้แก่

1) แก้ปัญหาด้วยกราฟ ใช้กรณีมีตัวแปรตัดสินใจ 2 ตัว

2) แก้ปัญหาด้วยวิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) เป็นวิธีที่สามารถแก้ปัญหาที่มีตัวแปรตัดสินใจหลาย ๆ ตัวแปร

3) แก้ปัญหาด้วยวิธีซิมเพล็กซ์ควบคู่ (Dual Simplex Method) แนวคิดในการแก้ปัญหาคล้ายกับวิธีซิมเพล็กซ์แต่เป้าหมายในการแก้ปัญหาต่างกัน ซึ่งสุดท้ายแล้วค่าของตัวแปรตัดสินใจจะเท่ากัน

4) การใช้ตัวแปรสมมุติ จะใช้กรณีที่ข้อจำกัดอยู่ในรูปเครื่องหมายเท่ากับ (=) มากกว่าหรือเท่ากับ (≥) วิธีการทำได้โดยการเพิ่มตัวแปรเทียม (Artificial Variable) เข้าไปในข้อจำกัดแล้วทำการแก้ปัญหาด้วยเทคนิค Big – M หรือ Two Phase

5) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันนิยมใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปในการวิเคราะห์โปรแกรมเชิงเส้นเพื่อหาผลลัพธ์กันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะปัญหาที่มีความซับซ้อนกันมากๆ หรือมีจำนวนตัวแปรตัดสินใจและข้อจำกัดของปัญหาเป็นจำนวนมาก ซึ่งการหาผลลัพธ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความแม่นยำในการคำนวณสูง อีกทั้งยังสะดวกและรวดเร็ว เช่น โปรแกรม LINDO เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพมาก (Sultan, 1993)

2.7 การโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)

โปรแกรมเชิงเป้าหมาย เป็นเทคนิคหนึ่งของของการวิจัยดำเนินงาน โดยพัฒนามาจากโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ซึ่งโปรแกรมเชิงเส้นนี้ใช้ในการแก้ปัญหาหรือจัดระบบงานที่มีเป้าหมายเพียงเป้าหมายเดียว (Single Goal) เช่น ต้องการกำไรสูงสุดหรือต้นทุนต่ำสุดเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อจำกัดบางประการ เช่น ความต้องการของลูกค้า ความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร และจำนวนคนงาน เป็นต้นแต่โดยทั่วๆ ไปในทางปฏิบัติเป้าหมายของการจัดการมิได้มีเพียงเป้าหมายเดียว มักมีมากกว่าหนึ่งเป้าหมาย (Multiple Goal) ซึ่งแต่ละเป้าหมายอาจมีผลคล้อยตามไปในทิศทางเดียวกัน เช่น ต้องการหาค่าต่ำสุดหรือสูงสุดทั้งหมด หรือเป้าหมายแต่ละเป้าหมายอาจมีทิศทางตรงข้ามกันก็ได้ กล่าวคือ ในบางเป้าหมายต้องการหาค่าสูงสุด บางเป้าหมายต้องการค่าต่ำสุด กรณีที่ปัญหามีหลายเป้าหมายนี้จึงต้องนำเทคนิคใหม่และการวิเคราะห์มาช่วยแก้ปัญหา เทคนิคใหม่นี้ก็คือโปรแกรมเชิงเป้าหมาย

โปรแกรมเชิงเป้าหมายจะใช้แก้ปัญหาที่มีหลายเป้าหมาย (ตั้งแต่สองเป้าหมายขึ้นไป) แนวคิดพื้นฐานในการแก้ปัญหาก็คือ ต้องการให้ผลลัพธ์บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ทั้งหมด แต่ในทางปฏิบัติผลลัพธ์ที่ได้อาจบรรลุเป้าหมายได้เพียงบางส่วน ดังนั้นหลักการที่สำคัญของโปรแกรมเชิงเป้าคือ ต้องการให้ได้ผลลัพธ์ที่มีค่าใกล้เคียงกับเป้าหมายมากที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าต้องการให้มีค่าเบี่ยงเบนจากเป้าหมายน้อยที่สุด โปรแกรมเชิงเป้าหมายจึงเกี่ยวข้องกับการหาค่าที่น้อยที่สุดของตัวแปร เบี่ยงเบน (Deviational Variable) ใช้สัญลักษณ์ d_i^+ และ d_i^- ซึ่งจะแสดงให้ทราบว่าผลลัพธ์มีค่าสูงหรือต่ำกว่าเป้าหมาย (Taha, 1997) โดย d_i^- จะใช้บอกถึงส่วนเบี่ยงเบนขาด (Underachieved) กล่าวคือผลลัพธ์ที่คำนวณได้ต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ และ d_i^+ จะใช้บอกถึงส่วนเบี่ยงเบนเกิน (Overachieved) กล่าวคือผลลัพธ์ที่คำนวณได้สูงกว่าค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้

ปัญหาในลักษณะของการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย เป็นปัญหาที่ต้องการผลลัพธ์ที่มีค่าใกล้เคียงกับเป้าหมายที่กำหนดไว้มากที่สุด หรือต้องการผลลัพธ์ที่มีค่าเท่ากับเป้าหมายที่กำหนดไว้ ผลลัพธ์ที่ได้จะต้องให้ค่า d_i^+ และ d_i^- รวมเป็น 0 (ไม่มีส่วนเบี่ยงเบน) ซึ่งเขียนในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$MIN: Z = \sum_i (d_i^- + d_i^+)$$

ในกรณีที่ค่าเป้าหมายมีคุณลักษณะแตกต่างกัน (มีหน่วยต่างกัน) ซึ่งทำให้ส่วนเบี่ยงเบนไม่สามารถนำมาบวกกันได้ จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนสมการวัตถุประสงค์เป็น "ผลรวม

อัตราส่วนเบี่ยงเบน (Sum of Percentage Deviation) ของเป้าหมายทุกข้อที่แตกต่างกัน ซึ่งเขียนในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$MIN: Z = \sum_i \frac{1}{t_i}(d_i^- + d_i^+)$$

ให้ t_i แทน Target value ของเป้าหมาย i และ $t > 0$

ในการหาผลลัพธ์จากสมการวัตถุประสงค์สามารถตัดสินใจได้ง่าย หากสมการวัตถุประสงค์นั้นสามารถให้น้ำหนัก (Weight) กับข้อจำกัดเป้าหมายทั้งหมดที่ปรากฏทั้งค่าเบี่ยงเบนขาดและค่าเบี่ยงเบนเกิน โดยมีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$MIN: Z = \sum_i (w_i^- d_i^- + w_i^+ d_i^+)$$

หรือ

$$MIN: Z = \sum_i \frac{1}{t_i}(w_i^- d_i^- + w_i^+ d_i^+)$$

โดย w_i^- และ w_i^+ แทนค่าคงที่ใดๆ ที่ให้น้ำหนักกับข้อจำกัดเป้าหมายต่างๆ โดยข้อจำกัดเป้าหมายที่ไม่ต้องการให้ผลลัพธ์นั้นสูงหรือต่ำกว่าค่าเป้าหมาย (ให้ความสำคัญข้อจำกัดเป้าหมายนั้นมาก) ให้กำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่ามาก แต่ถ้าข้อจำกัดที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลงจากค่าเป้าหมายได้นั้น (ไม่ได้ให้ความสำคัญข้อจำกัดเป้าหมาย) ให้กำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าน้อย (พนิดา และยุทธภูมิ, 2546)

การเลือกน้ำหนักและการจัดลำดับความสำคัญของเป้าหมาย

เนื่องจากโปรแกรมเชิงเป้าหมาย ประกอบด้วยหลายเป้าหมายโดยต้องมีการเลือกน้ำหนัก และจัดเรียงเป้าหมายตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย ตัวที่กำหนดความ สำคัญนี้เรียกว่า Preemptive priority factors, Pk คือความสำคัญของเป้าหมายที่ k ซึ่งสามารถ แสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$P_1 >>> P_2 >>> \ldots >>> P_k >>> \ldots P_{k+1}$

เมื่อ >>> หมายถึง มีความสำคัญมากกว่า นั่นคือ P_k มีความสำคัญมากกว่า P_{k+1} มากๆ แม้ว่าจะนำค่า n ซึ่งมีปริมาณมาก มาคูณ P_{k+1} ก็จะไม่ทำให้ความสำคัญ P_{k+1} มากกว่า P_k ($P_k > nP_{k+1}$) โดยที่เป้าหมายที่มีความสำคัญมากที่สุดต้องได้บรรลุวัตถุประสงค์ก่อนเป้าหมายที่สำคัญรอง ๆ ลงมาจะบรรลุวัตถุประสงค์เป็นลำดับถัดๆ ไปการจัดลำดับความสำคัญของเป้าหมายนี้เป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก หากจัดลำดับความ สำคัญไม่เหมาะสมผลลัพธ์ที่ได้ก็จะไม่เหมาะสมไปด้วยอย่างไรก็ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หลายๆ เป้าหมายนั้นแต่ละเป้าหมายอาจมีเงื่อนไขต่างๆ ซึ่ง

ยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง วิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมายคือ พยายามให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเงื่อนไขให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ นั่นคือพยายามให้มีค่าเบี่ยงเบนจากเงื่อนไขที่ตั้งไว้ให้น้อยที่สุด ค่าเบี่ยงเบนนี้จัดเป็นตัวแปรประเภทหนึ่งเรียกว่าตัวแปรเบี่ยงเบน (deviation variables) ซึ่งอาจมีค่าเบี่ยงเบนไปในทิศทางที่สูงกว่าเงื่อนไขหรือต่ำกว่าเงื่อนไขก็ได้

เนื่องจาก P_1 เป็นลำดับความสำคัญของเป้าหมายที่สำคัญมากที่สุด ดังนั้นตัวแปรเบี่ยงเบนที่สัมพันธ์กับ P_1 จะถูกนำมาพิจารณาเพื่อหาค่าต่ำสุดเป็นอันดับแรกเมื่อไม่สามารถจะหาค่าต่ำสุดของตัวแปรเบี่ยงเบนนี้ได้อีกแล้ว จึงจะพิจารณาตัวแปรเบี่ยงเบนที่สัมพันธ์กับ P_2, P_3, เป็นลำดับถัดไป

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของโปรแกรมเชิงเป้าหมาย มีโครงสร้างดังนี้

1) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ จะต้องอยู่ในรูปการหาค่าต่ำสุดเสมอ โดยเป็นการหาค่าต่ำสุดของตัวแปรเบี่ยงเบนที่ได้ให้ค่าน้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญไว้แล้ว

2) เป้าหมายแต่ละเป้าหมาย ก็คือสมการเงื่อนไข อันหนึ่งที่ค่าคงที่ทางขวามือ (right – hand - side value) จะสะท้อนให้เห็นจุดมุ่งหมายของเป้าหมายนั้น

3) สมการเงื่อนไขอื่น ๆ เป็นเงื่อนไขเกี่ยวกับข้อจำกัดของทรัพยากรต่างๆ อาจอยู่ในรูปสมการ หรืออสมการก็ได้แต่จะต้องอยู่ในรูปเชิงเส้น (Linear Form)

4) ตัวแปรเบี่ยงเบนจะปรากฏในสมการเงื่อนไขทั้งหลายซึ่งอาจเบี่ยงเบนในทางมากกว่าหรือน้อยกว่าเป้าหมายนั้นๆ

5) ตัวแปรทุกตัว คือตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ และตัวแปรเบี่ยงเบน มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ (Ignizio, 1982)

จากโครงสร้างทั้ง 5 ข้อ นำมาเขียนรูปแบบได้ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $$MinZ = \sum_{k=1}^{K}\sum_{i=1}^{m} P_k (w_{ik}^{+} d_i^{+} + w_{ik}^{-} d_i^{-})$$

สมการเงื่อนไข $$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + d_i^{-} - d_i^{+} = b_i$$

โดย $$x_j, d_i^{+}, d_i^{-} \geq 0 \text{ และ } i = 1,2,3,\ldots m$$

p_k คือลำดับความสำคัญที่ k

w_{ik}^{+} คือค่าน้ำหนักสำหรับตัวแปรเบี่ยงเบน d_i^{+} ในลำดับความสำคัญที่ k

w_{ik}^{-} คือค่าน้ำหนักสำหรับตัวแปรเบี่ยงเบน d_i^{-} ในลำดับความสำคัญที่ k

d_i^{+} คือตัวแปรเบี่ยงเบนในทิศทางสูงกว่าของเงื่อนไขที่ i

d_i^{-} คือตัวแปรเบี่ยงเบนในทิศทางต่ำกว่าของเงื่อนไขที่ i

a_{ij} คือสัมประสิทธ์ของตัวแปรที่ใช้ในการตัดสนใจ x_j ในเงื่อนไขที่ i

b_i คือค่าคงที่ทางขวามือของเงื่อนไขที่ i

2.7.1 การหาผลลัพธ์ของปัญหาการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย

วิธีการ ที่สามารถใช้หาผลลัพธ์ของปัญหาการโปรแกรมเชิงเป้าหมายมีดังนี้

2.7.1.1 Preemptive และ Non preemptive Goal Programming เป็นวิธีการแก้ปัญหาทีละเป้าหมาย หรือทีละขั้น การแก้ปัญหาจะพิจารณาจากลำดับความสำคัญของเป้าหมาย ซึ่งเป้าหมายที่มีความสำคัญมากที่สุดจะจัดไว้เป็นอันดับแรก และจะได้รับการพิจารณาเพื่อแก้ปัญหาก่อน ส่วนเป้าหมายที่สำคัญรองลงไปก็จะได้รับการพิจารณาต่อ ๆ ไปมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

<u>ขั้นเริ่มต้น</u> จะเริ่มต้นด้วยการจัดเรียงลำดับความสำคัญของเป้าหมายในโปรแกรมเชิงเป้าหมาย โดยเรียงจากเป้าหมายที่มีความสำคัญมากไปหาเป้าหมายที่มีความสำคัญรองลงไป

<u>ขั้นดำเนินการ</u> ทำการแก้ปัญหาที่ทำการจัดลำดับความสำคัญไว้ลำดับแรกก่อน โดยฟังก์ชันเป้าหมายจะกำหนดในรูปแบบ Minimize ของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรที่เบี่ยงเบนจากเป้าหมายเสมอ จากนั้นทำการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีเดียวกับการแก้ปัญหาเชิงเส้น เมื่อได้ผลลัพธ์ซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดจากเป้าหมายนี้แล้ว จึงจะพิจารณาตัวแปรเบี่ยงเบนที่สัมพันธ์กับเป้าหมายที่มีความสำคัญลำดับรองลงไปปฏิบัติเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกเป้าหมาย ก็จะได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมของการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเป้าหมาย

ส่วน Non-preemptive Goal Programming มีหลักการที่คล้ายกับวิธี Preemptive Goal Programming กล่าวคือ พยายามหาคำตอบที่ทำให้เกิดผลรวมของค่าเบี่ยงเบนจากเป้าหมายทุกเป้าหมายน้อยที่สุด ต่างกันตรงที่ Non-preemptive Goal Programming กำหนดให้ลำดับความสำคัญของแต่ละเป้าหมายไม่แตกต่างกันมาก แต่สามารถกำหนดค่าน้ำหนักให้แต่ละเป้าหมายได้ และจะหาคำตอบโดยพิจารณาเป้าหมายทุกข้อไปพร้อมๆ กันซึ่งสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

Min (ผลรวม [น้ำหนักความสำคัญของแต่ละเป้าหมาย×ค่าเบี่ยงเบนของแต่ละเป้าหมาย)

ภายใต้เซตของสมการขอบข่าย

2.7.1.2 วิธีถ่วงน้ำหนัก (Weighting Method) เป็นวิธีการจะจัดให้เป้าหมายทั้งหมดอยู่ในฟังก์ชันเป้าหมายเดียวแล้วกำหนดความสำคัญให้กับแต่ละเป้าหมาย ซึ่งรูปแบบของฟังก์ชันเป้าหมายจะเป็นผลรวมของเป้าหมายแบบถ่วงน้ำหนักดังนี้

$$MinZ = w_1P_1 + w_2P_2 + ... + w_nP_n$$

เมื่อ w_i , i = 1, 2, …,n เป็นค่าที่กำหนดน้ำหนักให้กับเป้าหมายที่ i (P_i) ถ้ากำหนดให้ w_i = 1 จะเรียกว่าเป็นการให้น้ำหนักแบบเท่ากัน (equal weight) การหาผลลัพธ์จากรูปแบบของโปรแกรมเชิงเป้าหมายในแบบนี้ สามารถหาผลลัพธ์ได้โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นโดยทั่วๆ ไปแต่จำเป็นจะต้องทราบค่าน้ำหนักหรือค่าความสำคัญของเป้าหมายทั้งหมดเสียก่อน และเป้าหมายที่ได้รับการกำหนดน้ำหนักมากก็จะมีโอกาสในการพิจารณาก่อนจึงมีโอกาสที่จะบรรลุเป้าหมายที่มีน้ำหนักรองลงไป

2.7.1.3 ใช้กฎ Column – Dropping เป็นวิธีการหาผลลัพธ์ของโปรแกรมเชิงเป้าหมายที่ใช้แนวคิดในการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับวิธี Preemptive กล่าวคือจะต้องจัดเรียงลำดับความสำคัญของเป้าหมายก่อน และพิจารณาเป้าหมายที่มีความสำคัญมากที่สุดก่อนแล้วนำผลลัพธ์ไปใช้ในฟังก์ชันเป้าหมายต่อไป โดยไม่ต้องเปลี่ยนฟังก์ชันเป้าหมายให้อยู่ในรูปของการหาค่าความเบี่ยงเบนน้อยที่สุดเหมือนกับวิธี Preemptive ซึ่งจะต้องระวังในเรื่องการกำหนดรูปแบบของฟังก์ชันให้เหมาะสม และในกรณีที่มีเป้าหมายในการพิจารณาเป็นจำนวนมาก การหาผลลัพธ์ในเป้าหมายท้ายๆ จะมีข้อจำกัดเพิ่มขึ้นมาจากเป้าหมายก่อนหน้าเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีความยุ่งยากในการกำหนดรูปแบบเพื่อแก้ปัญหามาก (Lavin, 1982)

2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ลักษณะประกอบด้วย งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มสุกร และลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เช่น การศึกษาการนำก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลสุกรมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ การศึกษาในด้านการบำบัดน้ำเสีย การศึกษาในด้านผลกระทบต่างๆ จากการทำฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เป็นต้น และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิค Goal Programming มาใช้ในการแก้ปัญหา

2.8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มสุกร และลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

อำนวย (2539) ศึกษาการใช้น้ำที่แท้จริงของพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยทะเลสาบสงขลา ที่ประกอบไปด้วยกิจกรรมต่างๆ ของประชากรที่อาศัยอยู่รอบทะเลสาบสงขลาอันอาจเกิดผลกระทบต่อความเสื่อมโทรมของทะเลสาบ พบว่าการจัดการของเสียและสิ่งปฏิกูลของประชาชนยังไม่ดีพอและไม่เป็นระบบ รวมถึงประชาชนยังคงมีความเป็นอยู่ไม่ดีนักและขาดการดูแลสิ่งแวดล้อม ตลอดจนความสำนึกต่อผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งควรมีการรณรงค์ให้มากขึ้น

นิคม และคณะ (2549) ศึกษาสาเหตุการตายของปลากะพงขาว ช่วงปี พ.ศ. 2547 - พ.ศ. 2548 โดยเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินในทะเลสาบสงขลาตอนนอกบริเวณบ้านหัวเขา เกาะยอ และบ้านท่าเสา และจุดควบคุมของแต่ละบริเวณ ซึ่งอยู่ห่างจากกระชังประมาณ 500 เมตร เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับตะกอนดินซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง พบว่าปริมาณออกซิเจนและความโปร่งใสบริเวณกระชังเลี้ยงปลามีค่าต่ำ แต่ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในมวลน้ำสูงกว่าจุดควบคุม 2-4 เท่า ซึ่งการตายอย่างฉับพลันนี้เกิดจากน้ำบริเวณกระชังมีออกซิเจนต่ำ

ภิญญดา และ ศุวดา (2544) ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดน้ำเสียมูลสุกร โดยระบบบึงประดิษฐ์ที่มีการไหลใต้ผิวดินในแนวดิ่งปลูกด้วยต้นกกรังกาอยู่เหนือถังกรองทรายที่มีการไหลแนวนอนทำให้ระบบนี้มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในฟาร์มที่มีพื้นที่จำกัดเนื่องจากใช้พื้นที่น้อยการทดลองนี้ใช้แบบจำลองระดับห้องปฏิบัติการขนาดกว้าง 1.2 ม. ยาว 1.2 ม. และสูง 1.2 ม. โดยสูบน้ำเสียเข้าระบบแบบครั้งคราวคือ ทำงาน 4 ชม.และหยุด 4 ชม. สลับกันไปที่อัตราการไหลของน้ำ 4.5 ล./ชม. เพื่อหาอัตราหมุนเวียนที่ทำให้มีการกำจัดไนโตรเจนได้สูงสุด พบว่าหมุนเวียนน้ำกลับเข้าระบบสามารถลดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดได้ดีขึ้น มีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับประสิทธิภาพการกำจัด 93.0% ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นอย่างชัดเจนในส่วนบนที่เป็นการไหลแนวดิ่ง ส่วนด้านล่างที่เป็นถังกรองทรายที่มีการไหลในแนวนอนสามารถลดค่าซีโอดีได้เพิ่มขึ้น และเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันได้อย่างน่าพอใจ

อุไรวรรณ (2545) ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนของระบบพึงประดิษฐ์แบบผสมผสานที่ประกอบด้วยแบบจำลองที่มีการไหลของน้ำใต้ผิวดินในแนวราบ และแบบจำลองที่มีการไหลของน้ำในแนวดิ่ง ต่อแบบอนุกรมจำนวน 2 ชุด โดยชุดแรกปลูกธูปฤาษี และชุดที่ 2 ปลูกกกสามเหลี่ยม เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดของพืชทั้ง 2 ชนิดพบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนได้ 85-92% สำหรับค่าบีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย ฟอสฟอรัสกำจัดได้ 93-99% และพบว่าธูปฤาษีมีการสะสมไนโตรเจนได้ดีกว่ากกสามเหลี่ยม

เสาวลักษณ์ (2549) ศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา โดยใช้วิธีการศึกษาคุณภาพอาศัยแบบสัมภาษณ์ผู้ให้ข่าวสารสำคัญขององค์กรที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการ ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จำนวน 18 องค์กรซึ่งผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญคือ ปัญหาน้ำเสีย

2. องค์การจัดการลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภามีปัญหาด้านการประสานงาน การวางแผน การติดตามประเมินผล ปัญหาด้านวิสัยทัศน์ และปัญหาด้านบุคลากร

3. การบริหารจัดการลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาและลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภามีความเชื่อมโยงกันทั้งทางชีวภาพ และทางเศรษฐสังคม

ผลการวิจัยมีข้อเสนอแนะในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการ ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาในบริบทของการบริหารจัดการลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา คือควรมีการกำหนดเป้าหมายการจัดการและแผนการใช้ทรัพยากรอย่างชัดเจน

Batzias, F.A., et al. (2004) ทำการศึกษาฐานข้อมูลเรื่องสัตว์เพื่อมาประเมินการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ (หมู แพะ แกะ วัว ควาย เป็ด ไก่ และอื่นๆ) อีกทั้งศึกษาความน่าจะเป็นการพัฒนาที่จะผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อการจัดจำหน่ายในระดับชาติ

Aburs, R., et al. (2002) ทำการศึกษาการออกแบบ การสร้างและการปฏิบัติงานของฟาร์มต้นทุนต่ำโดยนำของเสียจากสัตว์มาทำให้เกิดก๊าซชีวภาพ และนำก๊าซมาใช้ทำน้ำร้อนและผลิตกระแสไฟฟ้ามาใช้ในฟาร์มสุกร

2.8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค Goal Programming

พิสิษฐ์ (2546) ได้นำโปรแกรมเชิงเป้าหมายแบบเลขจำนวนเต็ม มาจัดสรรจำนวนอาจารย์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ผลการศึกษาพบว่า ในคณะวิทยาการจัดการ และคณะทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มีจำนวนอาจารย์ที่มีอยู่จริงมากกว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมาย แต่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชามีจำนวนอาจารย์ที่มีอยู่จริงน้อยกว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมาย ซึ่งอาจารย์ที่มีอยู่จริงในแต่ละคณะเป็นอาจารย์พิเศษมากกว่าอาจารย์ประจำ จึงควรลดจำนวนอาจารย์พิเศษลง และเพิ่มจำนวน

อาจารย์ประจำให้มีมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์คุณวุฒิปริญญาเอก ซึ่งแต่ละคณะยังมีจำนวนต่ำกว่าเกณฑ์อยู่มาก นอกจากนี้ในแต่ละคณะควรส่งเสริมให้อาจารย์ประจำคุณวุฒิปริญญาตรีและปริญญาโทได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาเอก เพื่อเพิ่มจำนวนอาจารย์ประจำคุณวุฒิปริญญาเอกให้มีจำนวนมากขึ้นด้วย

วิไลลักษณ์ (2528) ได้นำโปรแกรมเชิงเป้าหมายมาประยุกต์ใช้กับการจัดสรรทรัพยากรบุคคล ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยศึกษาการจัดสรรจำนวนคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ธุรการของ 2 คณะ คือ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี ซึ่งเป็นตัวแทนของคณะที่ไม่มีวิชาปฏิบัติการในห้องทดลอง และคณะวิทยาศาสตร์เป็นตัวแทนของคณะที่มีวิชาปฏิบัติในห้องปฏิบัติการในห้องทดลอง โดยคำนึงถึงข้อกำหนดต่าง ๆ วิธีการที่ใช้หาผลลัพธ์ใช้วิธีการซิมเพล็กซ์ ผลการวิเคราะห์พบว่าจำนวน คณาจารย์ที่มีอยู่จริงในปัจจุบันคณาจารย์วุฒิต่ำกว่าปริญญาเอกมีมากกว่าจำนวนผลตามการวิเคราะห์ ส่วนคณาจารย์วุฒิปริญญาเอกมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนผลการวิเคราะห์ทางด้านเจ้าหน้าที่ธุรการ พบว่าจำนวนที่มีอยู่จริงในปัจจุบันแตกต่างจากจำนวนผลการวิเคราะห์เล็กน้อย

สอาด (2540) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับการโปรแกรมเชิงเส้นโดยเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา Visual Basic 3.0 for Windows สำหรับการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น 4 วิธีคือ วิธีซิมเพล็กซ์, วิธีซิมเพล็กซ์ควบคู่, วิธี Two-Phase และวิธี Revise Simplex โดยมีตัวแปรตัดสินใจมากที่สุด 20 ตัวแปร และอสมการข้อจำกัดมากที่สุด 20 ตัวแปรแล้วทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรมสำเร็จรูปกับการคำนวณด้วยมือ พบว่าผลลัพธ์ที่ได้ไม่แตกต่างกัน

สุกัญญา (2535) ได้นำโปรแกรมเชิงเป้าหมายแบบเลขจำนวนเต็มมาใช้จัดสรรบุคลากรในสายวิทยาการของโรงเรียนนายเรืออากาศ โดยแบ่งเป้าหมายเป็น 4 กลุ่มซึ่งจัดเรียงตามลำดับความสำคัญสูงสุดไปยังลำดับความสำคัญต่ำสุด โดยใช้วิธีการซิมเพล็กซ์ในการหาผลลัพธ์ ผลการวิเคราะห์พบว่า ในส่วนของคณาจารย์วุฒิปริญญาตรีไม่ต้องจ้างอาจารย์พิเศษ แต่ควรรับอาจารย์ประจำเพิ่มขึ้นเพราะสามารถพัฒนาอาจารย์ให้มีคุณวุฒิ และตำแหน่งทางวิชาการที่สูงขึ้นได้ อีกทั้งส่งผลให้การจ้างอาจารย์พิเศษคุณวุฒิสูงกว่าปริญญาตรีลดลงด้วย ส่วนอาจารย์ประจำวุฒิสูงกว่าปริญญาตรีมีจำนวนเหมาะสมแล้ว เพียงแต่สนับสนุนให้มีการทำผลงานทางวิชาการเพื่อให้มีตำแหน่งทางวิชาการที่สูงขึ้น ทางด้านเจ้าหน้าที่ธุรการนั้นแตกต่างจากจำนวนที่มีอยู่จริงเพียงเล็กน้อย

สุเมศวร (2549) ศึกษาการประยุกต์ใช้กระบวนการ AHP และ Goal Programming เพื่อพยากรณ์การสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ในงานอุตสาหกรรม และการเลือกผู้จัดหาสินค้าที่เหมาะสม พบว่า ในการจัดหาสินค้าที่ดีที่สุดสามารถลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อได้ 1,990,000 บาท ในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งสามารถลดต้นทุนลงประมาณ 36% ของยอดการสั่งซื้อสินค้าทั้งหมด

Gleason, J.M. and Lilly, C.C. (1977) ได้นำโปรแกรมเชิงเป้าหมายมาใช้ในการจัดการของบริษัทประกันภัย เนื่องจากเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสิ่งแวดล้อมทางธุรกิจมีผลต่อทรัพย์สินและการบาดเจ็บหรือตายโดยอุบัติเหตุ บริษัทประกันภัยจึงต้องพิจารณาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของบริษัทใหม่ ซึ่งต้องการที่จะรักษาจำนวนผู้เอาประกันภัยเพื่อที่จะคาดคะเนฐานะทางธุรกิจโดยพยายามที่จะลดค่าใช้จ่ายโดยให้ใช้บริการของบริษัทให้เป็นประโยชน์อย่างเต็มที่ ในการวิจัยนี้ ใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมายมาช่วยในการตัดสินใจซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ส่วนแรกจะเป็นการอภิปรายถึงเป้าหมายที่เป็นไปได้ของบริษัทประกันภัย ในส่วนที่สองเป็นการพิจารณารูปแบบของโปรแกรมเชิงเป้าหมาย และได้เสนอแนะให้ทำวิจัยทางด้านการประกันภัยต่อไป

Kenneth, E.B. and Bartlett, E.T. (1975) ได้นำเสนอเรื่องการจัดสรรทรัพยากรโดยใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมาย ซึ่งได้กล่าวถึงสาเหตุหลักประการหนึ่งของความจำกัดในการใช้โปรแกรมเชิงเส้นแก้ปัญหา คือ การที่โปรแกรมเชิงเส้นมีเป้าหมายสำหรับการตัดสินใจเพื่อเลือกกลวิธีที่ดีที่สุดเพียงเป้าหมายเดียว ดังนั้นรูปแบบของโปรแกรมเชิงเป้าหมายจึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถใช้งานได้กับเป้าหมายที่หลากหลายและแตกต่างกันออกไป ดังที่นำไปใช้ในการจัดการพื้นที่ทางตอนเหนือของรัฐโคโรราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้สามารถจัดการกับปัญหาของโปรแกรมเชิงเส้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสนับสนุนการตัดสินใจในการกำหนดเป้าหมายสำหรับการแก้ปัญหาอันหลากหลาย สามารถใช้ในการวางแผนการจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ เช่น การจัดสรรเกี่ยวกับป่าไม้ และการจัดสรรเกี่ยวกับที่ดิน เป็นต้น

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่องการหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาในครั้งนี้ อาศัยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) ซึ่งพัฒนามาจากโปรแกรมเชิงเส้นช่วยวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนของการดำเนินงานดังนี้

3.1 สำรวจข้อมูลพื้นฐานของการทำฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานประกอบด้วย จำนวนฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ประเภทฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ปริมาณมลพิษและคุณลักษณะน้ำเสียที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ระบบบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกรในเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มสุกร จากนั้นทำการศึกษาสภาพปัจจุบันของการทำฟาร์มสุกรของเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง มาใช้ประกอบการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุน และผลพลอยได้ต่างๆ จากการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร สำหรับนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการวิเคราะห์เพื่อหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย

3.2 สร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) ช่วยในการหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมาย โดยมีจุดมุ่งหมายในการหาคำตอบ 3 ข้อประกอบด้วย (1) แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่ให้ผลตอบแทนต่อปีสูงสุด (Maximize annual gross margin) (2) แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด (Maximize annual treatment efficiency) และ(3) แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่เสียค่าใช้จ่ายในลงทุนต่อปีต่ำที่สุด (Minimize annual investment) ซึ่งคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาแบบหลายจุดมุ่งหมายโดยใช้วิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมายจะทำให้ทราบถึงแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

3.3 เสนอแนวทางการจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้น

(Linear Programming) เพื่อหาแนวทางการจัดสรรงบประมาณที่สามารถลดปริมาณมลพิษจากการทำฟาร์มสุกรได้สูงสุดในแต่ละปี

3.1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของการทำฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในการทำฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เริ่มต้นจากศึกษาข้อมูลบางส่วนจากกรมปศุสัตว์จังหวัดสงขลา จังหวัดพัทลุง และจังหวัดนครศรีธรรมราช ในปีพ.ศ.2550 ร่วมกับการลงพื้นที่เพื่อทำการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกร จากนั้นทำการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมทางอินเทอร์เน็ตในส่วนของหน่วยงานบริการก๊าซชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และทำการศึกษาข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยข้อมูลพื้นฐานที่ทำการสำรวจประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้

3.1.1 จำนวนฟาร์มสุกรทั้งหมดในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ปัจจุบันการทำฟาร์มสุกรต้องมีการจดทะเบียนฟาร์มสุกรต่อกรมปศุสัตว์ประจำจังหวัด เพื่อทราบจำนวนสุกรภายประเทศ สำหรับนำไปใช้ในการวางแผนการผลิตสุกรของประเทศ และยังสามารถควบคุมปริมาณสุกรภายในประเทศให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด นอกจากนี้ยังเป็นการควบคุมโรคติดต่อที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรอีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอความอนุเคราะห์ข้อมูลด้านการทำฟาร์มสุกรจากกรมปศุสัตว์จังหวัดสงขลา จังหวัดพัทลุง และจังหวัดนครศรีธรรมราช ในปีพ.ศ. 2550 เพื่อที่จะทำให้ทราบถึงการทำฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาในปัจจุบัน ประกอบด้วยข้อมูลจำนวนการทำฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งข้อมูลจากกรมปศุสัตว์เป็นการแสดงจำนวนฟาร์มสุกรทุกประเภทรวมกัน และแต่ละฟาร์มมีการเลี้ยงสุกรประเภท ขนาด และช่วงอายุแบบใด โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากกรมปศุสัตว์มาคำนวณเพื่อแยกประเภทของฟาร์มสุกร

3.1.2 จำนวนฟาร์มสุกรแต่ละประเภทในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในส่วนนี้ผู้วิจัยนำข้อมูลจากข้อ 3.1.1 มาทำการคำนวณโดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 เพื่อแยกประเภทฟาร์มสุกรและแยกจำนวนการทำฟาร์มสุกรแต่ละประเภทในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งทำให้ทราบว่าลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีการทำฟาร์มสุกรประเภทใด จำนวนเท่าใด และการที่ฟาร์มสุกรแต่ละประเภทมีการเลี้ยงสุกรที่มีขนาด และช่วงอายุแตกต่างกันภายในฟาร์ม เป็นผลให้การเกิดมลพิษของฟาร์มสุกรแต่ละประเภทมีปริมาณที่แตกต่างกันถึงแม้ว่าจะมีจำนวนสุกรภายในฟาร์มเท่ากัน ส่งผลให้ในการแยกประเภทฟาร์มสุกรไม่สามารถแยกตามจำนวนสุกรภายในฟาร์มได้ ดังนั้นในการแยกประเภทของฟาร์มสุกรผู้วิจัยจะใช้น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์เป็นเกณฑ์มาตรฐานใน

การแยกประเภทของฟาร์มสุกร โดยน้ำหนัก 1 หน่วยปศุสัตว์ เท่ากับน้ำหนักสุกรรวมภายในฟาร์ม 500 กิโลกรัม ซึ่งสามารถอธิบายการคำนวณได้ดังนี้

$$\text{น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์รวม} = \frac{\text{ผลรวม (จำนวนสุกรแต่ละชนิด} \times \text{น้ำหนักสุกรเฉลี่ยแต่ละชนิด)}}{500}$$

จากการคำนวณข้างต้นทำให้ทราบน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์รวมของการทำฟาร์มสุกร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแยกประเภทฟาร์มสุกร ซึ่งสามารถแสดงการคำนวณแบบละเอียดดังตาราง ที่ 3.1 โดยในการคำนวณมีการกำหนดน้ำหนักเฉลี่ยของสุกรดังต่อไปนี้

น้ำหนักเฉลี่ยสุกรพ่อพันธุ์	เท่ากับ	250	กิโลกรัม
น้ำหนักเฉลี่ยสุกรแม่พันธุ์	เท่ากับ	180	กิโลกรัม
น้ำหนักเฉลี่ยสุกรสาวทดแทน	เท่ากับ	90	กิโลกรัม
น้ำหนักเฉลี่ยสุกรขุน	เท่ากับ	60	กิโลกรัม
น้ำหนักเฉลี่ยลูกสุกร	เท่ากับ	15	กิโลกรัม

ตารางที่ 3.1 วิธีการคำนวณน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์รวมของฟาร์มสุกร

ชนิดสุกร	น้ำหนักเฉลี่ย(กิโลกรัม)	สูตรคำนวณ	น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์
สุกรพ่อพันธ์	250	จำนวนสุกร.....ตัว×250 / 500	
สุกรแม่พันธ์	180	จำนวนสุกร.....ตัว×180 / 500	
สุกรสาวทดแทน	90	จำนวนสุกร.....ตัว×90 / 500	
สุกรขุน	60	จำนวนสุกร.....ตัว×60 / 500	
ลูกสุกร	15	จำนวนสุกร.....ตัว×15 / 500	
น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์รวม (นปส.)			

ที่มา: ดัดแปลงจาก มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2550

จากตารางที่ 3.1 แสดงวิธีการคำนวณน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์รวมของฟาร์มสุกร โดยการแปลงน้ำหนักของสุกรแต่ละชนิดเป็นหน่วยน้ำหนักปศุสัตว์แล้วนำมารวมกันทำให้ได้น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์รวม จากนั้นนำน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์รวมมาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานเพื่อแบ่ง

ประเภทของฟาร์มสุกร โดยเกณฑ์มาตรฐานการแบ่งประเภทของฟาร์มสุกรสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- ประเภท ก คือ ฟาร์มขนาดใหญ่มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ มากกว่า 600 น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ (เทียบเท่าจำนวนสุกรมากกว่า 5,000 ตัว)
- ประเภท ข คือ ฟาร์มขนาดกลางมีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ ตั้งแต่ 60 - 600 น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ (เทียบเท่าจำนวนสุกรตั้งแต่ 500 - 5,000 ตัว)
- ประเภท ค คือ ฟาร์มขนาดเล็กมีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ ตั้งแต่ 6 - น้อยกว่า 60 น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ (เทียบเท่าจำนวนสุกรตั้งแต่ 50 - น้อยกว่า 500 ตัว) และ
- ประเภท ง คือ ฟาร์มรายย่อยมีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ น้อยกว่า 6 น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ (เทียบเท่าจำนวนสุกรน้อยกว่า 50 ตัว)

3.1.3 ศึกษากฎหมาย และข้อบังคับในการทำฟาร์มสุกร โดยผู้วิจัยใช้การสอบถามหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มสุกรประกอบกับการใช้ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น ซึ่งในการศึกษาเน้นการศึกษาเรื่องระบบการบำบัดน้ำเสียเป็นหลัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสีย เช่น คุณสมบัติของน้ำเสียจากการทำฟาร์มสุกรที่ผ่านการบำบัดที่ควรมีก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และการบำบัดน้ำเสียที่ไม่ส่งกลิ่นเหม็นรบกวนต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมรอบๆ ฟาร์มสุกร รวมถึงศึกษาบทลงโทษหากเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรปล่อยน้ำเสียที่ไม่ได้มาตรฐานลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ สร้างความเดือดร้อนแก่ชุมชน และสิ่งแวดล้อมซึ่งประกอบด้วยกฎหมายดังนี้

- พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535
- พระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2537
- พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535
- พระราชบัญญัติชลประทานหลวง พ.ศ. 2485

3.1.4 ศึกษาระบบการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร โดยงานวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะระบบการบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกรรายย่อย ฟาร์มสุกรขนาดเล็ก และฟาร์มสุกรขนาดกลางเป็นหลัก เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีการทำฟาร์มสุกร 3 ประเภทนี้มาก และมีระบบบำบัดที่ไม่ได้มาตรฐานเป็นส่วนใหญ่ โดยในการศึกษาผู้วิจัยทำการลงพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรของฟาร์มสุกรตัวอย่างจำนวน 30 ฟาร์ม ซึ่งครอบคลุมฟาร์มสุกรทั้งขนาดกลาง ขนาดเล็ก และรายย่อย ร่วมกับการใช้ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น

3.1.5 คำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุน และผลพลอยได้ที่ได้จากแนวทางปฏิบัติในการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร โดยนำข้อมูลจากหัวข้อ 3.1.4 มาทำการคำนวณหาค่าต่างๆ ประกอบด้วย (1) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบบำบัด (2) ผลตอบแทนของระบบบำบัดโดยจะแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ ผลตอบแทนจากก๊าซชีวภาพและผลตอบแทนจากปุ๋ยมูลสุกร และ(3) ประสิทธิภาพของระบบบำบัด ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณจะนำมาทำการสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)

3.2 สร้างแบบจำลองด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)

เมื่อเก็บข้อมูลต่างๆ ตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.1 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) เพื่อศึกษาแนวทางปฏิบัติในการบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกรที่ทำให้เกิดจุดมุ่งหมาย 3 ข้อ ประกอบด้วย (1) แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่มีผลตอบแทนต่อปีสูงสุด (2) แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด และ (3) แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่มีค่าใช้จ่ายการลงทุนต่อปีต่ำที่สุด ภายใต้เงื่อนไขของจำนวนการทำฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) โดยใช้ Excel เป็นหลักซึ่งเป็นการสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดสินใจในเชิงธุรกิจที่มีผลต่อการสนับสนุนดำเนินงาน ไม่ว่าจะเป็นการตัดสินใจในด้านใดๆ ก็ตามที่เป็นปัญหาที่ต้องได้รับการตัดสินใจที่ดีและรวดเร็ว (พนิดา และยุทธภูมิ, 2546) โดยวิธีการของการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) เป็นวิธีที่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดจากปัญหาที่มีหลายจุดมุ่งหมาย (Multi-Criterions Optimization)

ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองในการหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Office Excel 2007 ในการแก้ปัญหา ซึ่งตัวแบบข้อมูลประกอบด้วย 2 ส่วนคือ สมการเป้าหมาย (Objective Function) และฟังก์ชันขอบข่าย (Constraint) โดยมีการกำหนดตัวแปรดังต่อไปนี้

ตัวแปรตัดสินใจ

X_{11} = จำนวนฟาร์มสุกรรายย่อยบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

X_{12} = จำนวนฟาร์มสุกรรายย่อยบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบหมูหลุม

X_{21} = จำนวนฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Fixed Dome

X_{22} = จำนวนฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

X_{23} = จำนวนฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์

X_{24} = จำนวนฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon

X_{31} = จำนวนฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ MC-UASB

X_{32} = จำนวนฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon

X_{33} = จำนวนฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon

X_{34} = จำนวนฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

X_{35} = จำนวนฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์

d_1^+ = ค่าเบี่ยงเบนที่สูงจากเป้าหมายด้านผลตอบแทนต่อปี

d_1^- = ค่าเบี่ยงเบนที่ต่ำจากเป้าหมายด้านผลตอบแทนต่อปี

d_2^+ = ค่าเบี่ยงเบนที่สูงจากเป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปี

d_2^- = ค่าเบี่ยงเบนที่ต่ำจากเป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปี

d_3^+ = ค่าเบี่ยงเบนที่สูงจากเป้าหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปี

d_3^- = ค่าเบี่ยงเบนที่ต่ำจากเป้าหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปี

ค่าสัมประสิทธิ์

a_{11} = ผลตอบแทนต่อปีของฟาร์มสุกรรายย่อยบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

a_{12} = ผลตอบแทนต่อปีของฟาร์มสุกรรายย่อยบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบหมูหลุม

a_{21} = ผลตอบแทนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Fixed Dome

a_{22} = ผลตอบแทนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

a_{23} = ผลตอบแทนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์

a_{24} = ผลตอบแทนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon

a_{31} = ผลตอบแทนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ MC-UASB

a_{32} = ผลตอบแทนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon

a_{33} = ผลตอบแทนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon

a_{34} = ผลตอบแทนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

a_{35} = ผลตอบแทนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์

b_{11} = ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีของฟาร์มสุกรรายย่อยบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

b_{12} = ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีของฟาร์มสุกรรายย่อยบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบหมูหลุม

b_{21} = ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Fixed Dome

b_{22} = ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

b_{23} = ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์

b_{24} = ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon

b_{31} = ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ MC-UASB

b_{32} = ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon

b_{33} = ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon

b_{34} = ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

b_{35} = ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์

c_{11} = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีของฟาร์มสุกรรายย่อยบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

c_{12} = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีของฟาร์มสุกรรายย่อยบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบหมูหลุม

c_{21} = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Fixed Dome

c_{22} = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

c_{23} = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์

c_{24} = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon

c_{31} = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ MC-UASB

c_{32} = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon

c_{33} = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon

c_{34} = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ

c_{35} = ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีของฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์

D_1 = จำนวนการทำฟาร์มสุกรรายย่อย
D_2 = จำนวนการทำฟาร์มสุกรขนาดเล็ก
D_3 = จำนวนการทำฟาร์มสุกรขนาดกลาง

T_1 = เป้าหมายด้านผลตอบแทนต่อปี
T_2 = เป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปี
T_3 = เป้าหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปี

w_1^+ = น้ำหนักความสำคัญที่เบี่ยงเบนสูงจากเป้าหมายด้านผลตอบแทนต่อปี
w_1^- = น้ำหนักความสำคัญที่เบี่ยงเบนต่ำจากเป้าหมายด้านผลตอบแทนต่อปี
w_2^+ = น้ำหนักความสำคัญที่เบี่ยงเบนสูงจากเป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปี
w_2^- = น้ำหนักความสำคัญที่เบี่ยงเบนต่ำจากเป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปี
w_3^+ = น้ำหนักความสำคัญที่เบี่ยงเบนสูงจากเป้าหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปี
w_3^- = น้ำหนักความสำคัญที่เบี่ยงเบนต่ำจากเป้าหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปี

3.2.1 การหาคำตอบด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)

จากวิธีการของการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) เพื่อหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีขั้นตอนในการหาคำตอบซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.2.1.1 การหาคำตอบภายใต้จุดมุ่งหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุด เพื่อหาแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่มีผลตอบแทนต่อปีสูงสุด โดยนำผลตอบแทนต่อปีที่ได้จากการสร้างระบบบำบัดแบบต่างๆ ของฟาร์มสุกรแต่ละประเภทมารวมกันเพื่อให้คำตอบมีค่าสูงสุด ซึ่งสามารถแสดงรูปแบบของฟังก์ชันคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ (1)

สมการเป้าหมาย :

$$\text{Maximize} \quad a_{11} X_{11} + a_{12} X_{12} + a_{21} X_{21} + a_{22} X_{22} + a_{23} X_{23} + a_{24} X_{24} + a_{31} X_{31} + a_{32} X_{32} + a_{33} X_{33} + a_{34} X_{34} + a_{35} X_{35} \qquad (1)$$

3.2.1.2 การหาคำตอบภายใต้จุดมุ่งหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด เพื่อหาแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด โดยนำประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีที่ได้จากการสร้างระบบบำบัดแบบต่างๆ ของฟาร์มสุกรแต่ละประเภทมารวมกันเพื่อให้คำตอบมีค่าสูงสุด ซึ่งสามารถแสดงรูปแบบของฟังก์ชันคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ (2)

สมการเป้าหมาย :

$$\text{Maximize} \quad b_{11} X_{11} + b_{12} X_{12} + b_{21} X_{21} + b_{22} X_{22} + b_{23} X_{23} + b_{24} X_{24} + b_{31} X_{31} + b_{32} X_{32} + b_{33} X_{33} + b_{34} X_{34} + b_{35} X_{35} \qquad (2)$$

3.2.1.3 การหาคำตอบภายใต้จุดมุ่งหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุด เพื่อหาแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่มีต้นทุนต่อปีต่ำสุด โดยนำค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีที่ได้จากการสร้างระบบบำบัดแบบต่างๆ ของฟาร์มสุกรแต่ละประเภทมารวมกันเพื่อให้คำตอบมีค่าต่ำสุด ซึ่งสามารถแสดงรูปแบบของฟังก์ชันคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ (3)

สมการเป้าหมาย :

$$\text{Minimize} \quad c_{11} X_{11} + c_{12} X_{12} + c_{21} X_{21} + c_{22} X_{22} + c_{23} X_{23} + c_{24} X_{24} + c_{31} X_{31} + c_{32} X_{32} + c_{33} X_{33} + c_{34} X_{34} + c_{35} X_{35} \qquad (3)$$

จากหัวข้อ 3.2.1.1 - 3.2.1.3 สามารถสร้างฟังก์ชันขอบข่ายบังคับหรือควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ให้กับสมการที่ (1) - (3) เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพจริงในการทำฟาร์มสุกรบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา สามารถแสดงได้ดังฟังก์ชัน (4) – (6)

ฟังก์ชันขอบข่าย :

$$X_{11} + X_{12} = D_1 \qquad (4)$$

: จำนวนฟาร์มรายย่อยบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรรายย่อยบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = D_2 \quad (5)$$

: จำนวนฟาร์มขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรขนาดเล็กบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} = D_3 \quad (6)$$

: จำนวนฟาร์มขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรขนาดกลางบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

$$X_{11}, X_{12}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35} \geq 0$$

3.2.1.4 นำคำตอบที่ได้จากข้อ 3.2.1.1 - 3.2.1.3 มากำหนดเป็นเป้าหมาย เพื่อหาคำตอบที่มีค่าเบี่ยงเบนจากเป้าหมายทุกเป้าหมายรวมกันน้อยที่สุด แต่เนื่องจากเป้าหมายในงานวิจัยมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน ทำให้ส่วนเบี่ยงเบนของเป้าหมายไม่สามารถนำมาคำนวณรวมกันได้ ดังนั้นจึงต้องปรับเปลี่ยนเป็นการหาผลรวมของอัตราส่วนเบี่ยงเบน โดยในงานวิจัยได้มีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้แก่เป้าหมาย ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (7)

<u>สมการเป้าหมาย</u> :

$$\text{Minimize} \quad \frac{w_1^+}{T_1} d_1^+ + \frac{w_1^-}{T_1} d_1^- + \frac{w_2^+}{T_2} d_2^+ + \frac{w_2^-}{T_2} d_2^- + \frac{w_3^-}{T_3} d_3^- \quad (7)$$

โดยมีฟังก์ชันขอบข่ายบังคับหรือควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ให้กับฟังก์ชันที่ (7) เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมาย และสภาพจริงในการทำฟาร์มสุกรบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาสามารถแสดงได้ดังฟังก์ชัน (8) – (13)

<u>ฟังก์ชันขอบข่าย</u> :

$$a_{11} X_{11} + a_{12} X_{12} + a_{21} X_{21} + a_{22} X_{22} + a_{23} X_{23} + a_{24} X_{24}$$
$$+ a_{31} X_{31} + a_{32} X_{32} + a_{33} X_{33} + a_{34} X_{34} + a_{35} X_{35} + d_1^- - d_1^+ = T_1 \quad (8)$$

: ผลตอบแทนต่อปีที่ได้จากการสร้างระบบบำบัดแบบต่างๆ ของฟาร์มสุกรแต่ละประเภทรวมค่าเบี่ยงเบนต้องเท่ากับเป้าหมายด้านผลตอบแทนต่อปี

$$b_{11} X_{11} + b_{12} X_{12} + b_{21} X_{21} + b_{22} X_{22} + b_{23} X_{23} + b_{24} X_{24}$$

$$+ b_{31} X_{31} + b_{32} X_{32} + b_{33} X_{33} + b_{34} X_{34} + b_{35} X_{35} + d_2^- - d_2^+ = T_2 \quad (9)$$

: ผลตอบแทนต่อปีที่ได้จากการสร้างระบบบำบัดแบบต่างๆ ของฟาร์มสุกรแต่ละประเภทรวมค่าเบี่ยงเบนต้องเท่ากับเป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปี

$$c_{11} X_{11} + c_{12} X_{12} + c_{21} X_{21} + c_{22} X_{22} + c_{23} X_{23} + c_{24} X_{24}$$
$$+ C_{31} X_{31} + C_{32} X_{32} + C_{33} X_{33} + C_{34} X_{34} + C_{35} X_{35} + d_3^- - d_3^+ = T_3 \quad (10)$$

: ผลตอบแทนต่อปีที่ได้จากการสร้างระบบบำบัดแบบต่างๆ ของฟาร์มสุกรแต่ละประเภทรวมค่าเบี่ยงเบนต้องเท่ากับเป้าหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปี

$$X_{11} + X_{12} = D_1 \quad (11)$$

: จำนวนฟาร์มรายย่อยบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรรายย่อยบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = D_2 \quad (12)$$

: จำนวนฟาร์มขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรขนาดเล็กบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} = D_3 \quad (13)$$

: จำนวนฟาร์มขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรขนาดกลางบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

$$X_{11}, X_{12}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35},$$
$$d_1^+, d_1^-, d_2^+, d_2^-, d_3^+, d_3^- \geq 0$$

3.3 เสนอแนวทางในการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

ศึกษาแนวทางในการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยใช้คำตอบจากการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) และศึกษาเกี่ยวกับหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดฟาร์มสุกร รวมถึงศึกษารูปแบบการสนับสนุนของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และการสอบถามเพิ่มเติมจากหน่วยงานของรัฐ มาจัดทำแผนการสนับสนุนงบประมาณที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาสงขลาในยุทธศาสตร์ที่ 3 เรื่องการป้องกันและควบคุมมลพิษ ซึ่งแผนพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีการจัดสรรงบประมาณในโครงการต่างๆ เป็นระยะเวลา 3 – 5 ปีเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการวิจัยนี้ผู้วิจัยแบ่งแผนการจัดสรรงบประมาณเป็นแบบ 3 ปี และแบบ 5 ปี ปีละเท่าๆ กัน โดยในการจัดสรรงบประมาณผู้วิจัยได้นำวิธีการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) มาใช้ในการจัดสรร

งบประมาณ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรได้สูงสุดในแต่ละปีได้สูงสุด ภายใต้เงื่อนไขจำนวนการทำฟาร์มสุกรประเภทต่างๆ ในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และการสนับสนุนงบประมาณการสร้างระบบบำบัดจากภาครัฐซึ่งประกอบด้วย (1) หน่วยบริการก๊าซชีวภาพ (Biogas Advisory Unit : BAU) สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กระทรวงพลังงาน ซึ่งให้การสนับสนุนงบประมาณในส่วนค่าใช้จ่ายด้านการก่อสร้างและติดตั้งระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรขนาดกลางร้อยละ 27 ของค่าใช้จ่ายการลงทุน (2) สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งให้การสนับสนุนงบประมาณในส่วนค่าใช้จ่ายด้านการก่อสร้างและติดตั้งระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรขนาดเล็กและฟาร์มรายย่อยร้อยละ 45 ของค่าใช้จ่ายการลงทุน เพื่อแก้ปัญหามลพิษจากการทำฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา จากนั้นทำการเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากการจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปี และแบบ 5 ปี ซึ่งผลของการจัดสรรทำให้ทราบถึงปริมาณความสกปรกที่ลดได้ในแต่ละปี ปริมาณความสกปรกที่เหลือในแต่ละปี จำนวนระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรในแต่ละปี และงบประมาณการสนับสนุนในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถกำหนดตัวแปรดังต่อไปนี้

กำหนดให้

i = ประเภทฟาร์มสุกร ($i = 1, 2, 3$)

โดยที่ 1 แทน ฟาร์มสุกรรายย่อย

2 แทน ฟาร์มสุกรขนาดเล็ก

3 แทน ฟาร์มสุกรขนาดกลาง

j = ปีที่ได้รับการจัดสรรงบประมาณ ($j = 1, 2, \ldots, n$)

โดยที่ $n = 3$ แทน การจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปี

$n = 5$ แทน การจัดสรรงบประมาณแบบ 5 ปี

ตัวแปรตัดสินใจ

Y_{ij} = จำนวนฟาร์มสุกรประเภท i ที่ได้รับการจัดสรรงบประมาณปีที่ j (ฟาร์ม)

ค่าสัมประสิทธิ์

c_{ij} = ปริมาณความสกปรกที่ลดได้จากฟาร์มสุกรประเภท i ปีที่ j (กก.บีโอดี/ปี)

f_{ij} = งบประมาณที่สนับสนุนฟาร์มสุกรประเภท i ปีที่ j (บาท/ฟาร์ม)

H_j = งบประมาณที่สนับสนุนจากกระทรวงพลังงานปีที่ j (บาท/ปี)

I_j = งบประมาณที่สนับสนุนจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ปีที่ j (บาท/ปี)

D_i = จำนวนฟาร์มสุกรประเภท i (ฟาร์ม)

ในการสร้างแบบจำลองใช้วิธีการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ จัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรให้สามารถลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรในแต่ละปีได้สูงสุด ภายใต้การสนับสนุนงบประมาณจากภาครัฐ ทั้งนี้ในการศึกษาด้านการจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ การจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปี ปีละเท่าๆ กัน และการจัดสรรงบประมาณแบบ 5 ปี ปีละเท่าๆ กัน ดังแสดงเป้าหมายในการจัดสรรงบประมาณในสมการ (14)

3.3.1 การจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปี และแบบ 5 ปีปีละเท่าๆ กัน

<u>สมการเป้าหมาย</u>

$$\text{Maximize} \quad \sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{n} e_{ij} Y_{ij} \tag{14}$$

จากสมการเป้าหมายของการจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัด แบบ 3 ปี และแบบ 5 ปี ผู้วิจัยสามารถสร้างฟังก์ชันขอบข่ายเพื่อควบคุมเงื่อนไขต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพจริงของการทำฟาร์มสุกร และการสนับสนุนงบประมาณจากหน่วยงานทางภาครัฐ ดังแสดงฟังก์ชันขอบข่ายในสมการ (15) – (17)

<u>ฟังก์ชันขอบข่าย</u> :

$$\sum_{i=1}^{2} f_{ij} Y_{ij} \quad \leq \quad I_j \qquad \text{for } j = 1, 2, \ldots, n \tag{15}$$

: ผลรวมของงบประมาณที่สนับสนุนฟาร์มสุกรประเภท i ปีที่ j ต้องไม่เกินงบประมาณที่สนับสนุนจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ปีที่ j

$$f_{3j} Y_{3j} \quad \leq \quad H_j \qquad \text{for } j = 1, 2, \ldots, n \tag{16}$$

: งบประมาณที่สนับสนุนฟาร์มสุกรประเภทที่ 3 ปีที่ j ต้องไม่เกินงบประมาณที่สนับสนุนจากกระทรวงพลังงานปีที่ j

$$\sum_{j=1}^{n} Y_{ij} = D_i \qquad \text{for } i = 1, 2, 3 \qquad (17)$$

: ผลรวมของจำนวนฟาร์มสุกรประเภท i ปีที่ j ต้องเท่ากับจำนวนฟาร์มสุกรประเภท i

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์และอภิปรายผลการวิจัยสำหรับการหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีข้อมูลประกอบด้วย จำนวนฟาร์มสุกรและประเภทฟาร์มสุกรทั้งหมดในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา คุณลักษณะของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มสุกร ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และผลพลอยได้ต่างๆ ที่ได้จากการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร การคำนวณหาแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และแนวทางการจัดสรรงบประมาณในการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งผลของการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

4.1 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของการทำฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

4.1.1 จำนวนฟาร์มสุกร และประเภทฟาร์มสุกรทั้งหมดในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

จากการศึกษาข้อมูลการทำฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาพบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีการทำฟาร์มสุกร 4 ประเภท ประกอบด้วย ฟาร์มสุกรรายย่อย ฟาร์มสุกรขนาดเล็ก ฟาร์มสุกรขนาดกลาง และฟาร์มสุกรขนาดใหญ่รวมเป็นจำนวนฟาร์มสุกรทั้งหมดจำนวน 832 ฟาร์ม ซึ่งสามารถคำนวณจำนวนสุกรเฉลี่ยในฟาร์มสุกรแต่ละประเภทได้ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนฟาร์มสุกรและจำนวนสุกรเฉลี่ยต่อฟาร์มในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

ประเภทฟาร์มสุกร	จำนวนฟาร์มสุกร (ฟาร์ม)	จำนวนสุกรเฉลี่ย (ตัว/ฟาร์ม)
รายย่อย	242	20
ขนาดเล็ก	444	140
ขนาดกลาง	140	650
ขนาดใหญ่	6	5,350
รวม	832	-

จากตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนฟาร์มสุกร และจำนวนสุกรเฉลี่ยต่อฟาร์มในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พบว่า ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีการทำฟาร์มสุกรทั้งหมด 832 ฟาร์มประกอบด้วย การทำฟาร์มสุกรรายย่อยจำนวน 242 ฟาร์ม มีการเลี้ยงสุกรเฉลี่ย 20 ตัวต่อฟาร์ม การทำฟาร์มสุกรขนาดเล็กจำนวน 444 ฟาร์ม มีการเลี้ยงสุกรเฉลี่ย 140 ตัวต่อฟาร์ม การทำฟาร์มสุกรขนาดกลางจำนวน 140 ฟาร์ม มีการเลี้ยงสุกรเฉลี่ย 650 ตัวต่อฟาร์ม และการทำฟาร์มสุกรขนาดใหญ่จำนวน 6 ฟาร์ม มีการเลี้ยงสุกรเฉลี่ย 5,350 ตัวต่อฟาร์ม โดยลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีการทำฟาร์มสุกรขนาดเล็กมากที่สุด และมีการทำฟาร์มสุกรสุกรขนาดใหญ่น้อยที่สุด

4.1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร

จากการศึกษา พบว่า ฟาร์มสุกรแต่ละประเภทก่อให้เกิดลักษณะของน้ำเสียแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนสุกรในฟาร์ม ลักษณะอาหาร วิธีการให้อาหาร ขนาดของสุกร ระบบจัดการของเสีย และวิธีการทำความสะอาดคอก โดยปริมาณการเกิดน้ำเสียและคุณสมบัติน้ำเสียของฟาร์มแต่ละขนาด แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณและคุณสมบัติเฉลี่ยของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร

ขนาดฟาร์ม	การเกิดน้ำเสีย (ลิตร/ตัว/วัน)	คุณสมบัติของน้ำเสีย บีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)
ขนาดเล็ก	20	1,500
ขนาดกลาง	15	2,500
ขนาดใหญ่	10	3,000

ที่มา: กองจัดการคุณภาพ, 2542

จากตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณและคุณสมบัติเฉลี่ยของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร พบว่า ฟาร์มสุกรขนาดเล็กก่อให้เกิดปริมาณน้ำเสีย 20 ลิตรต่อตัวต่อวัน มีคุณสมบัติของน้ำเสียด้านบีโอดีเท่ากับ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟาร์มสุกรขนาดกลางก่อให้เกิดปริมาณน้ำเสีย 15 ลิตรต่อตัวต่อวัน มีคุณสมบัติของน้ำเสียด้านบีโอดีเท่ากับ 2,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ก่อให้เกิดปริมาณน้ำเสีย 10 ลิตรต่อตัวต่อวัน มีคุณสมบัติของน้ำเสียด้านบีโอดีเท่ากับ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเห็นได้ว่าฟาร์มสุกรขนาดเล็กก่อให้เกิดปริมาณน้ำเสียมากที่สุดแต่มีคุณสมบัติของน้ำเสียน้อย

ที่สุด ในทางตรงกันข้ามฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ก่อให้เกิดปริมาณน้ำเสียน้อยที่สุด แต่มีคุณสมบัติของน้ำเสียมากที่สุด

จากคุณสมบัติน้ำเสียที่แตกต่างกันทำให้มีการบังคับใช้มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำเสียจากฟาร์มสุกร โดยเริ่มบังคับใช้กับฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ และฟาร์มสุกรขนาดกลางก่อนโดยยังไม่มีผลบังคับใช้กับฟาร์มสุกรขนาดเล็กและฟาร์มรายย่อยเนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรไม่มีเงินลงทุนที่จะสร้างระบบบำบัด ดังนั้นฟาร์มสุกรขนาดเล็กและฟาร์มรายย่อยจึงกำหนดให้ใช้เป็นมาตรฐานทางวิชาการที่จะสนับสนุนและส่งเสริมให้ฟาร์มสุกรขนาดเล็กและฟาร์มรายย่อยมีการจัดการฟาร์มที่ถูกต้องก่อนที่จะมีการบังคับใช้ต่อไป ซึ่งมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร

คุณสมบัติน้ำเสีย	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานสูงสุด	
		ฟาร์มขนาดใหญ่	ฟาร์มขนาดกลาง
พีเอช	-	5.5-9.0	5.5-9.0
บีโอดี	มิลลิกรัม/ลิตร	60	100
ซีโอดี	มิลลิกรัม/ลิตร	300	400

ที่มา: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2546

จากตารางที่ 4.3 แสดงมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร สามารถแบ่งเกณฑ์ในการพิจารณาออกเป็น 3 คุณสมบัติ คือ (1) คุณสมบัติด้านพีเอช กำหนดให้ฟาร์มสุกรขนาดใหญ่และฟาร์มสุกรขนาดกลางควรมีคุณสมบัติด้านพีเอชเท่ากับ 5.5-9.0 ส่วน (2) คุณสมบัติน้ำเสียด้านบีโอดีของฟาร์มสุกรขนาดใหญ่กำหนดให้มีค่าสูงสุดไม่เกิน 60 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าบีโอดีสูงสุดไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตรสำหรับฟาร์มสุกรขนาดกลาง และ (3) คุณสมบัติน้ำเสียด้านซีโอดีของฟาร์มสุกรขนาดใหญ่มีค่าไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตรในฟาร์มสุกรขนาดกลาง จากมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำเสียที่กำหนดส่งผลให้การทำฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ต้องมีการระบายน้ำเสียที่มีคุณสมบัติดีกว่าการทำฟาร์มสุกรขนาดกลาง

4.1.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องในการทำฟาร์มสุกร

การทำฟาร์มสุกรเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและ สังคมซึ่งประกอบไปด้วย น้ำเสียจากการล้างทำความสะอาดคอกสุกรที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และกลิ่นที่เกิดจากน้ำเสียที่ไม่ได้รับการบำบัดหรือได้รับการบำบัดแล้วแต่ยังไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นการทำฟาร์มสุกรจึงมีความเกี่ยวข้องกับกฎหมายต่างๆ ดังนี้

4.1.3.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เกี่ยวข้องในการทำฟาร์มสุกรโดยกำหนดให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมออกกฎกระทรวงเพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และมาตรการในการควบคุมหรือกำกับดูแล สำหรับกิจการหรือการดำเนินการในเรื่องต่างๆ โดยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้มีการออกกฎกระทรวงออกมา 2 ฉบับคือ (1) กำหนดให้การเลี้ยงสุกรเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม (2) กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร ซึ่งกรมปศุสัตว์ในส่วนมาตรฐานด้านการปศุสัตว์สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ เป็นหน่วยงานที่ดูแลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงสุกรได้ออกระเบียบการปฏิบัติงานเพื่อเป็นคู่มือในการปฏิบัติงานตามมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร และออกระเบียบมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพ การอำนวยความสะดวกทางการค้า และการคุ้มครองผู้บริโภค ตลอดถึงการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมถ้าหากผู้เลี้ยงสุกรไม่ปฏิบัติตากกฎเกณฑ์ต่างๆ ก็จะถูกเพิกถอนใบอนุญาตการเลี้ยงสุกร

4.1.3.2 พระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2537 มีเนื้อหา 2 หมวดที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มสุกร คือ หมวด 1 สภาตำบล ส่วนที่ 2 อำนาจหน้าที่ของสภาตำบล มาตราที่ 23 (3) และ (4) มีหน้าที่ในการรักษาความสะอาด กำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล คุ้มครองดูแลและบำรุงรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภายใต้ข้อบังคับกฎหมาย และในหมวด 2 องค์กรบริหารส่วนตำบล ในส่วนที่ 3 อำนาจหน้าที่ขององค์กรบริหารส่วนตำบล มาตราที่ 67 (2) (3) และ (9) ซึ่งมีหน้าที่ในการรักษาความสะอาด กำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล คุ้มครองดูแลบำรุงรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมภายใต้ข้อบังคับกฎหมาย ปฏิบัติหน่าที่อื่นตามที่ทางราชการมอบหมายโดยจัดสรรงบประมาณตามความจำเป็นและสมควร

4.1.3.3 พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 มีเนื้อหา 2 หมวดที่เกี่ยวข้องในการทำฟาร์มสุกร ได้แก่ (1) หมวดที่ 3 การกำจัดสิ่งปฏิกูลและขยะมูลฝอย มาตราที่ 18 มาตราที่ 19 มาตราที่ 20 (1) - (6) และ (2) หมวดที่ 5 เหตุรำคาญ มาตราที่ 25 (1) (2) (3) (4)

และ(5) มาตราที่ 26 มาตราที่ 27 มาตราที่ 28 มีหน้าที่ในการกำจัดสิ่งปฏิกูลให้เป็นไปตามอำนาจหน้าที่ของท้องถิ่นนั้นๆ ห้ามมิให้ผู้ใดทำธุรกิจเกี่ยวกับการกำจัดสิ่งปฏิกูลเว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากเจ้าพนักงานท้องถิ่น ในกรณีที่มีเหตุอันอาจก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงให้ถือว่าเป็นเหตุรำคาญให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นมีอำนาจห้ามผู้หนึ่งผู้ใดมิให้ก่อเหตุรำคาญ รวมทั้งการระงับเหตุรำคาญด้วย ตลอดทั้งการดูแล ปรับปรุง บำรุงรักษา บรรดาถนน ทางบก ทางน้ำ รางระบายน้ำ คู คลอง และสถานที่ต่างๆ ในเขตของตนให้ปราศจากเหตุรำคาญ

4.1.3.4 พระราชบัญญัติการชลประทานหลวง พ.ศ. 2485 หมวดที่ 3 การบำรุงรักษา มาตราที่ 28 ว่าด้วยห้ามมิให้ผู้ใดทิ้งขยะมูลฝอย ซากสัตว์ ซากพืช เถ้าถ่าน หรือสิ่งปฏิกูลลงในทางน้ำชลประทานหรือ ทำให้น้ำเป็นอันตรายแก่การเพาะปลูกหรือการบริโภคห้ามมิให้ผู้ใดปล่อยน้ำซึ่งทำให้เกิดเป็นพิษแก่น้ำตามธรรมชาติ หรือสารเคมีเป็นพิษลงในทางน้ำชลประทาน จนอาจทำให้น้ำในทางน้ำชลประทานเป็นอันตรายแก่เกษตรกรรม การบริโภคหรือสุขภาพอนามัย(4) 4 (ม.28 เดิมถูกยกเลิกโดย ม.6 พ.ร.บ.การชลประทานฯ ฉบับที่4 พ.ศ.2518 โดยให้ใช้ข้อความที่ปรากฏแทน)

จากพระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มสุกรดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการทำฟาร์มสุกรจะต้องตระหนักถึงเรื่องการบำบัดมลพิษ เพื่อไม่ให้การทำฟาร์มสุกรก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และสังคม ซึ่งการกระทำที่ไม่เป็นไปตามพระราชบัญญัติถือว่าผิดกฎหมาย ดังนั้นเกษตรกรผู้ทำฟาร์มสุกรจึงต้องมีระบบบำบัดมลพิษที่ได้มาตรฐาน

4.2 การสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)

4.2.1 ผลการศึกษาระบบบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกรปัจจุบัน และค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบบำบัด

ผู้วิจัยลงพื้นที่สัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกร และนักวิชาการเกษตร โดยภาพรวมของการสัมภาษณ์สามารถสรุปได้ว่า การทำฟาร์มสุกรบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีการเลี้ยงสุกร 2 แบบคือ การเลี้ยงสุกรที่เกษตรกรเป็นผู้เลี้ยงสุกรและจำหน่ายสุกรด้วยตนเอง และการเลี้ยงสุกรที่เกษตรกรเป็นผู้เลี้ยงสุกรแต่จำหน่ายสุกรให้แก่บริษัท โดยการเลี้ยงสุกรทั้ง 2 แบบมีการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรเป็นระบบแบบธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีลักษณะเป็นการขุดบ่อเพื่อกักเก็บน้ำเสียจากการล้างคอกสุกร ล้างตัวสุกร และการทำกิจกรรมต่างๆ ที่ต้องใช้น้ำภายในฟาร์ม การขุดบ่อเพื่อกักเก็บน้ำเสียจะมีผลพลอยได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรเพียงอย่างเดียว โดยขายได้ในราคา

กระสอบละ 30-40 บาท ส่วนฟาร์มสุกรที่มีระบบบำบัดมลพิษที่ได้มาตรฐานจะมีเป็นส่วนน้อยซึ่งมีการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร 2 แบบคือ ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรแบบ Fixed Dome มีผลพลอยได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรและการนำก๊าซชีวภาพที่ได้นำกลับไปใช้เป็นก๊าซหุงต้ม และระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรแบบ Cover Lagoon ซึ่งมีผลพลอยได้จากการนำก๊าซชีวภาพที่ได้นำกลับไปใช้เป็นก๊าซหุงต้มเพียงอย่างเดียว

สำหรับเหตุผลในการตัดสินใจลงทุนสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรสามารถสรุปได้ว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาให้น้ำหนักความสำคัญในด้านการบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพไม่ผิดต่อกฎหมายในระดับ 5 ส่วนน้ำหนักความสำคัญด้านผลตอบแทนในการบำบัดในระดับ 3 และน้ำหนักความสำคัญด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนในระดับ 2 และจากการศึกษาพบว่าการทำฟาร์มสุกรส่วนใหญ่เป็นฟาร์มสุกรขนาดเล็ก รองลงมาคือ ฟาร์มสุกรรายย่อย ฟาร์มสุกรขนาดกลาง และฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ ตามลำดับ ซึ่งในงานวิจัยจะไม่พิจารณาฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ และ ฟาร์มสุกรที่มีระบบบำบัดที่ได้มาตรฐาน เนื่องจากฟาร์มสุกรขนาดใหญ่และฟาร์มที่มีระบบบำบัดที่ได้มาตรฐานจะมีระบบการจัดการด้านการบำบัดที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานอยู่แล้ว ดังนั้นในการวิจัยจึงพิจารณาข้อมูลจากฟาร์มสุกรรายย่อย ฟาร์มสุกรขนาดเล็ก และฟาร์มสุกรขนาดกลางเท่านั้น เนื่องจากฟาร์มทั้ง 3 ประเภทเป็นฟาร์มสุกรที่ไม่มีระบบบำบัดหรือมีระบบบำบัดที่ไม่ได้มาตรฐาน จากการศึกษาสามารถรวบรวมระบบบำบัดมลพิษจากการทำฟาร์มสุกรแต่ละประเภท ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ระบบบำบัดมลพิษในฟาร์มสุกรแต่ละประเภท

ประเภทฟาร์ม	จำนวน (ฟาร์ม)	ระบบบำบัด
รายย่อย	242	แบบธรรมชาติ
		แบบหมูหลุม
ขนาดเล็ก	432	แบบ Fixed Dome
		แบบธรรมชาติ
		แบบกรมปศุสัตว์
		แบบ Cover Lagoon
ขนาดกลาง	118	แบบ MC-UASB
		แบบ Modified Cover Lagoon
		แบบ Cover Lagoon
		แบบธรรมชาติ
		แบบกรมปศุสัตว์

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าระบบบำบัดมลพิษในฟาร์มสุกรที่รวบรวมได้มีจำนวนทั้งหมด 11 ระบบ แบ่งออกเป็นระบบบำบัดมลพิษ 2 ระบบของฟาร์มรายย่อยประกอบด้วยระบบบำบัดแบบธรรมชาติ กับระบบบำบัดแบบหมูหลุม ฟาร์มขนาดเล็กมีจำนวนระบบบำบัดมลพิษจำนวน 4 ระบบประกอบด้วย ระบบบำบัดแบบ Fixed Dome ระบบบำบัดแบบธรรมชาติ ระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์ ระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon และสุดท้ายระบบบำบัดมลพิษของฟาร์มสุกรขนาดกลางมีจำนวน 5 ระบบประกอบด้วย ระบบบำบัดแบบ MC-UASB ระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon ระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon ระบบบำบัดแบบธรรมชาติและระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์

จากระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาทั้ง 11 ระบบ สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุน และผลพลอยได้ จากการสร้างระบบบำบัด รวมถึงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรของแต่ละระบบ ซึ่งค่าใช้จ่ายการลงทุนในระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรประกอบด้วย ค่าขุดบ่อ ค่าอุปกรณ์ในระบบบำบัด ค่าพลาสติก HDPE นอกจากนี้การสร้างระบบบำบัดมลพิษจะส่งให้ผู้เลี้ยงสุกรมีรายได้จากพลังงานก๊าซชีวภาพที่สามารถไปใช้แทนก๊าซหุงต้มได้ และรายได้จากการผลิตปุ๋ยมูลสุกรซึ่งเป็นผลพลอยได้จากระบบบำบัดมลพิษ ในขณะเดียวกันระบบบำบัดมลพิษยังมีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละปี ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร ค่าแรงงานในการดูแล ค่าไฟฟ้า โดยการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน รายได้ รวมถึงประสิทธิภาพในการบำบัดมลพิษ เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุน และผลพลอยได้ต่างๆจากระบบบำบัดน้ำเสียและนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการสร้างแบบจำลองในการหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายของการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยผลจากการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.5 และแสดงวิธีการคำนวณดังภาคผนวก ก

ตารางที่ 4.5 แสดงงบประมาณ ผลพลอยได้ ประสิทธิภาพ และผลตอบแทนจากการลงทุนในการสร้างระบบบำบัดต่าง ๆ ในฟาร์มสุกรแต่ละประเภท

ประเภทฟาร์ม	ระบบบำบัด	ค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบบำบัด บาท/ฟาร์ม-ปี	ผลพลอยได้ (บาท/ปี)		ปริมาณความสกปรกเข้าระบบ (กก.บีโอดี/ปี)	ปริมาณความสกปรกออกระบบ (กก.บีโอดี/ปี)	ปริมาณความสกปรกลดได้ (กก.บีโอดี/ปี)	ผลตอบแทน (บาท/ปี)
			ก๊าซ	ปุ๋ย				
รายย่อย	ธรรมชาติ	4,383.33	0.00	1,024.80	219.60	98.82	120.78	-3,358.53
	หมูหลุม	9,359.20	0.00	12,000.00	219.60	0.00	219.60	2,640.80
เล็ก	Fixed Dome	16,780.60	33,434.10	7,173.60	1,537.20	76.86	1,460.34	23,827.10
	ธรรมชาติ	18,798.33	0.00	7,173.60	1,537.20	691.74	845.46	-11,624.73
	กรมปศุสัตว์	8,930.00	0.00	10,950.00	1,537.20	214.62	2,851.38	2,020.00
	Cover Lagoon	25,392.67	35,663.04	0.00	1,537.20	30.74	1,506.46	10,270.37
กลาง	MC-UASB	146,720.10	172,488.11	33,306.00	8,921.25	267.64	8,653.61	59,074.01
	Modified Cover Lagoon	142,520.10	191,052.00	33,306.00	8,921.25	267.64	8,653.61	81,837.90
	Cover Lagoon	89,459.33	165,578.40	0.00	8,921.25	178.42	8,742.83	76,119.07
	ธรรมชาติ	51,563.17	0.00	33,306.00	8,921.25	4,014.56	4,906.69	-13,257.17
	กรมปศุสัตว์	29,800.00	0.00	33,306.00	8,921.25	624.47	8,296.78	3,506.00

หมายเหตุ รายละเอียดการคำนวณในอยู่ในภาคผนวก ก

4.2.2 ผลการคำนวณแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายในการลงทุน ผลพลอยได้ ประสิทธิภาพการบำบัด และผลตอบแทนจากการลงทุนในการสร้างระบบบำบัดต่าง ๆ ของฟาร์มสุกรแต่ละประเภทนำมาช่วยการสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการของการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร โดยได้กำหนดจุดมุ่งหมายในการเลือกแนวทางปฏิบัติไว้ 3 ข้อประกอบด้วย (1) แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่มีผลตอบแทนต่อปีสูงสุด (2) แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด และ(3) แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุด ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดต่างๆ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Office Excel 2007 ในการคำนวณหาแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.2.2.1 คำนวณแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรภายใต้จุดมุ่งหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุด โดยนำข้อมูลผลตอบแทนต่อปีจากตารางที่ 4.5 มาแทนค่าในสมการที่ (1) ซึ่งมีรูปแบบสมการเป้าหมายดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Max } Z = & -3{,}358.33X_{11} + 2{,}640.8X_{12} + 23{,}827.10X_{21} - 11{,}624.73X_{22} \\ & + 2{,}020X_{23} + 10{,}270.37X_{24} + 59{,}074.01X_{31} + 81{,}837.90X_{32} \\ & + 76{,}119.07X_{33} - 13{,}257.17X_{34} + 3{,}506X_{35} \end{aligned}$$

โดยมีฟังก์ชันขอบข่ายเพื่อควบคุมให้การสร้างระบบบำบัดแบบต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรแต่ละประเภท ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$X_{11} + X_{12} = 242$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = 432$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} = 118$$

โดยที่ $X_{11}, X_{12}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35} \geq 0$

จากสมการข้างต้นสามารถคำนวณหาแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรภายใต้จุดมุ่งหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุดโดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ดังภาพประกอบ 4.1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		ระบบการบำบัด												
2		ฟาร์มรายย่อย		ฟาร์มขนาดเล็ก				ฟาร์มขนาดกลาง						
3		X_{11}	X_{12}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}		
4	จำนวนฟาร์มที่บำบัดที่ใช้	0	242	432	0	0	0	0	118	0	0	0		
5														
6	วัตถุประสงค์												รวม	
7	ผลตอบแทน (บาท/ปี)	-3,359	2,641	23,827	-11,625	2,020	10,270	59,074	81,838	76,119	-13,257	3,506	20,589,253	
8	ปริมาณความสกปรกที่ลด (กก.บีโอดี/ปี)	121	220	1,460	845	1,323	1,506	8,654	8,654	8,743	4,907	8,297	1,705,136	
9	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน(บาท/ปี)	4,383	9,359	16,781	18,798	8,930	25,393	146,720	142,520	89,459	51,563	29,800	26,331,517	
10														
11	ข้อจำกัด												เลือกได้	ต้องการ
12	ฟาร์มรายย่อย	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	242	242
13	ฟาร์มขนาดเล็ก	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	432	432
14	ฟาร์มขนาดกลาง	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	118	118

ภาพประกอบ 4.1 หน้าต่างโปรแกรมคำนวณภายใต้จุดมุ่งหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุด

จากภาพประกอบ 4.1 แสดงหน้าต่างโปรแกรมคำนวณภายใต้จุดมุ่งหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุด โดยผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาภายใต้จุดมุ่งหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุดมีแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดดังนี้ (1)ฟาร์มสุกรรายย่อยสร้างระบบบำบัดแบบหมุนเวียน จำนวน 242 ฟาร์ม (2)ฟาร์มสุกรขนาดเล็กสร้างระบบบำบัดแบบ Fixed Dome จำนวน 432 ฟาร์ม และ(3)ฟาร์มสุกรขนาดกลางสร้างระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon จำนวน 118 ฟาร์ม เมื่อสร้างระบบบำบัดด้วยแนวทางปฏิบัตินี้สามารถได้ผลตอบแทนต่อปีสูงสุดเท่ากับ 20,589,253 บาทต่อปี

4.2.2.2 คำนวณแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรภายใต้จุดมุ่งหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด โดยนำข้อมูลปริมาณความสกปรกที่ลดได้จากตารางที่ 4.5 มาแทนค่าในสมการที่ (2) ซึ่งมีรูปแบบสมการเป้าหมายดังนี้

$$\text{Max } Z = 120.78X_{11} + 219.60X_{12} + 1{,}460.34\,X_{21} + 845.46X_{22} + 1{,}322.58X_{23} + 1{,}506.46X_{24} + 8{,}653.61X_{31} + 8{,}653.61X_{32} + 8{,}742.83X_{33} + 4{,}906.69X_{34} + 8{,}296.78X_{35}$$

โดยมีฟังก์ชันขอบข่ายเพื่อควบคุมให้การสร้างระบบบำบัดแบบต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรแต่ละประเภท ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$X_{11} + X_{12} = 242$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = 432$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} = 118$$

โดยที่ $X_{11}, X_{12}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35} \geq 0$

จากสมการเป้าหมายดังกล่าวสามารถคำนวณหาแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรภายใต้จุดมุ่งหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด โดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ดังภาพประกอบ 4.2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		ระบบการบำบัด												
2		ฟาร์มรายย่อย		ฟาร์มขนาดเล็ก				ฟาร์มขนาดกลาง						
3		X_{11}	X_{12}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}		
4	จำนวนฟาร์มที่เลือก	0	242	0	0	0	432	0	0	118	0	0		
5														
6	วัตถุประสงค์												รวม	
7	ผลตอบแทน (บาท/ปี)	-3,359	2,641	23,827	-11,625	2,020	10,270	59,074	81,838	76,119	-13,257	3,506	14,057,924	
8	ปริมาณความสกปรกที่ลด (กก.บีโอดี/ปี)	121	220	1,460	845	1,323	1,506	8,654	8,654	8,743	4,907	8,297	1,735,588	
9	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน(บาท/ปี)	4,383	9,359	16,781	18,798	8,930	25,393	146,720	142,520	89,459	51,563	29,800	23,790,761	
10														
11	ข้อจำกัด												เลือกได้	ต้องการ
12	ฟาร์มรายย่อย	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	242	242
13	ฟาร์มขนาดเล็ก	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	432	432
14	ฟาร์มขนาดกลาง	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	118	118

ภาพประกอบ 4.2 หน้าต่างโปรแกรมคำนวณภายใต้จุดมุ่งหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด

จากภาพประกอบ 4.2 แสดงหน้าต่างโปรแกรมคำนวณภายใต้จุดมุ่งหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด โดยมีแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดภายใต้จุดมุ่งหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดมีดังนี้ (1)ฟาร์มสุกรรายย่อยสร้างระบบบำบัดแบบหมุนหุม จำนวน 242 ฟาร์ม (2)ฟาร์มสุกรขนาดเล็กสร้างระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon จำนวน 432 ฟาร์ม และ(3)ฟาร์มสุกรขนาดกลางสร้างระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon จำนวน 118 ฟาร์ม เมื่อบำบัดด้วยแนวทางปฏิบัตินี้สามารถลดปริมาณความสกปรกสูงสุดได้เท่ากับ 1,735,588 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

4.2.2.3 คำนวณแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรภายใต้จุดมุ่งหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุด โดยนำข้อมูลค่าใช้จ่ายในการลงทุนจากตารางที่ 4.5 มาแทนค่าในสมการที่ (3) ซึ่งมีรูปแบบสมการเป้าหมายดังนี้

$$\text{Min } Z = 4{,}383.33X_{11} + 9{,}359.20X_{12} + 16{,}780.60\,X_{21} + 18{,}798.33X_{22} + 8{,}930X_{23} + 25{,}392.67X_{24} + 146{,}720.10X_{31} + 142{,}520.10X_{32} + 89{,}459.33X_{33} + 51{,}563.17X_{34} + 29{,}800X_{35}$$

โดยมีฟังก์ชันขอบข่ายเพื่อควบคุมให้การสร้างระบบบำบัดแบบต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรแต่ละประเภท ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$X_{11} + X_{12} = 242$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = 432$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} = 118$$

โดยที่ $X_{11}, X_{12}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35} \geq 0$

จากสมการเป้าหมายข้างต้นสามารถคำนวณหาแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรภายใต้จุดมุ่งหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุด ด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ดังภาพประกอบ 4.3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		ระบบการบำบัด												
2		ฟาร์มรายย่อย		ฟาร์มขนาดเล็ก				ฟาร์มขนาดกลาง						
3		X_{11}	X_{12}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}		
4	จำนวนฟาร์มที่ต้องการ	242	0	0	0	432	0	0	0	0	0	118		
6	วัตถุประสงค์												รวม	
7	ผลตอบแทน (บาท/ปี)	-3,359	2,641	23,827	-11,625	2,020	10,270	59,074	81,838	76,119	-13,257	3,506	473,584	
8	ปริมาณความสกปรกที่ลด (กก.บีโอดี/ปี)	121	220	1,460	845	1,323	1,506	8,654	8,654	8,743	4,907	8,297	1,579,603	
9	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน(บาท/ปี)	4,383	9,359	16,781	18,798	8,930	25,393	146,720	142,520	89,459	51,563	29,800	6,434,926	
11	ข้อจำกัด												เลือกได้	ต้องการ
12	ฟาร์มรายย่อย	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	242	242
13	ฟาร์มขนาดเล็ก	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	432	432
14	ฟาร์มขนาดกลาง	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	118	118

ภาพประกอบ 4.3 หน้าต่างโปรแกรมคำนวณภายใต้จุดมุ่งหมาย
ด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุด

จากภาพประกอบ 4.3 แสดงหน้าต่างโปรแกรมคำนวณภายใต้จุดมุ่งหมายด้านค่าใช้จ่ายในลงทุน ซึ่งจากการแก้สมการ พบว่าแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมีดังนี้ (1)ฟาร์มสุกรรายย่อยสร้างระบบบำบัดแบบธรรมชาติ จำนวน 242 ฟาร์ม (2)ฟาร์มสุกรขนาดเล็ก

สร้างระบบบำบัดแบบ กรมปศุสัตว์ จำนวน 432 ฟาร์ม และ(3)ฟาร์มสุกรขนาดกลางสร้างระบบบำบัดแบบ กรมปศุสัตว์ จำนวน 118 ฟาร์ม เมื่อบำบัดด้วยแนวทางปฏิบัตินี้ใช้ค่าใช้จ่ายการลงทุนในการสร้างระบบบำบัดต่ำสุด เท่ากับ 8,434,926 บาทต่อปี

จากการคำนวณภายใต้จุดมุ่งหมายทั้ง 3 ด้านสามารถสรุปแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัด ภายใต้จุดมุ่งหมายในด้านต่างๆ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดภายใต้จุดมุ่งหมายด้านต่างๆ

จุดมุ่งหมายด้าน	แนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัด			มูลค่า
	รายย่อย	ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	
ผลตอบแทนต่อปีสูงสุด	หมูหลุม	Fixed Dome	Modified Cover Lagoon	20,589,253 บาทต่อปี
ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด	หมูหลุม	Cover Lagoon	Cover Lagoon	1,735,588 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี
ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุด	ธรรมชาติ	กรมปศุสัตว์	กรมปศุสัตว์	8,434,926 บาทต่อปี

4.2.2.4 คำนวณแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรภายใต้จุดมุ่งหมายทั้ง 3 ด้าน

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดภายใต้จุดมุ่งหมายด้านต่างๆ มีความขัดแย้งกันกล่าวคือ คำตอบของฟาร์มสุกรรายย่อย ภายใต้จุดมุ่งหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุดเลือกระบบบำบัดแบบหมูหลุม ภายใต้จุดมุ่งหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุดเลือกระบบบำบัดแบบหมูหลุม และภายใต้จุดมุ่งหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุดเลือกระบบบำบัดแบบธรรมชาติ ส่วนคำตอบของฟาร์มสุกรขนาดเล็ก ภายใต้จุดมุ่งหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุดเลือกระบบบำบัดแบบ Fixed Dome ภายใต้จุดมุ่งหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุดเลือกระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon และเลือกระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์ภายใต้จุดมุ่งหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุด ส่วนคำตอบของฟาร์มขนาดกลาง ภายใต้จุดมุ่งหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุดเลือกระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon ภายใต้จุดมุ่งหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุดเลือกระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon และภายใต้จุดมุ่งหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุดเลือกระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์ จากแนวทางการเลือกระบบบำบัดดังกล่าวส่งผลให้ผู้วิจัยไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าระบบบำบัดแบบใดเป็นระบบบำบัดที่ดีที่สุดสำหรับจุดมุ่งหมายทั้ง 3 ด้าน ดังนั้นใน

การหาคำตอบในการสร้างระบบบำบัดจึงต้องนำวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) มาประยุกต์ใช้เพื่อหาแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่ดีที่สุดภายใต้จุดมุ่งหมายทั้ง 3 ด้านนี้ โดยเทคนิคการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) เป็นการหาคำตอบภายใต้ค่าเบี่ยงเบนของเป้าหมายทุกด้านรวมกันต้องมีค่าต่ำสุด โดยการวิจัยจะนำคำตอบจากจุดมุ่งหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุดที่มีค่าเท่ากับ 20,589,253 บาทต่อปี จุดมุ่งหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุดที่มีปริมาณเท่ากับ 1,735,588 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี และจุดมุ่งหมายด้านงบประมาณลงทุนต่อปีต่ำสุดที่มีค่าเท่ากับ 8,434,926 บาทต่อปี มาเป็นเป้าหมายในการสร้างแบบจำลองการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) แต่เนื่องจากเป้าหมายแต่ละด้านในการวิจัยนี้มีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน (มีหน่วยต่างกัน) ทำให้ส่วนเบี่ยงเบนของเป้าหมายทุกด้านไม่สามารถนำมารวมกันได้ ดังนั้นผู้วิจัยต้องมีการเปลี่ยนการหาคำตอบเป็นการหา "ผลรวมอัตราส่วนเบี่ยงเบน (Sum of Percentage Deviation) ของเป้าหมายทุกด้าน" โดยในสมการเป้าหมายมีการคำนวณค่าคงที่เพื่อช่วยตัดสินใจในการเลือกแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร ซึ่งสามารถคำนวณค่าคงที่ให้แก่เป้าหมายในแต่ละด้านได้โดยการนำค่าน้ำหนักความสำคัญของเป้าหมายในด้านต่างๆ หารด้วยคำตอบที่ได้จากการคำนวณในจุดมุ่งหมายด้านต่างๆ ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเป้าหมาย และค่าคงที่ในสมการเป้าหมาย

เป้าหมาย	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ค่าเป้าหมาย	ค่าคงที่ในสมการเป้าหมาย (Goal Programming)
ผลตอบแทนต่อปีสูงสุด	3	20,589,253	1.46×10^{-7}
ประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด	5	1,735,588	2.88×10^{-6}
ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุด	2	8,434,926	2.37×10^{-7}

จากตารางที่ 4.7 แสดงการคำนวณค่าคงที่ของเป้าหมายด้านต่างๆ ที่นำไปประกอบในสมการเป้าหมาย พบว่าค่าน้ำหนักที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรเพื่อกำหนดเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของเป้าหมายที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้ ค่าน้ำหนักความสำคัญด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุดมีค่าเท่ากับ 5 รองลงมาคือค่าน้ำหนักความสำคัญด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุดมีค่าเท่ากับ 3 และค่าน้ำหนักความสำคัญด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 2 ทั้งนี้การที่เป้าหมายในการวิจัยนี้มีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน(มีหน่วยต่างกัน)

ส่งผลให้ผู้วิจัยต้องทำการคำนวณค่าคงที่ที่จะนำไปประกอบในฟังก์ชันเป้าหมายของการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณค่าคงที่ของเป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุดได้ดังนี้ เป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุดมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 5 และมีค่าเป้าหมายคือ 1,735,588 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี ดังนั้นการคำนวณค่าคงที่ที่จะนำไปใช้ประกอบการสร้างฟังก์ชันเป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุดคือ 5/1,735,588 มีค่าเท่ากับ 2.88×10^{-6} เป็นต้น โดยในการคำนวณค่าคงที่ในสมการเป้าหมายจะทำการคำนวณจนครบเป้าหมายทุกด้าน

ในการศึกษานี้ได้กำหนดความสำคัญของการเบี่ยงเบนให้กับเป้าหมายในแต่ละด้านซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ เป้าหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุด กับเป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด จะให้ความสำคัญกับส่วนเบี่ยงเบนขาดและส่วนเบี่ยงเบนเกินกล่าวคือไม่ยอมให้ผลลัพธ์เบี่ยงเบน มากกว่าหรือน้อยกว่าจากเป้าหมายซึ่งจะปรากฏตัวแปร d^+ และ d^- ในสมการเป้าหมาย ส่วนเป้าหมายสุดท้ายคือเป้าหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุดให้ความสำคัญกับส่วนเบี่ยงเบนขาดนั่นคือ ยอมให้ผลลัพธ์เบี่ยงเบนมากกว่าเป้าหมายได้แต่ไม่ยอมให้ผลลัพธ์เบี่ยงเบนน้อยกว่าเป้าหมาย ซึ่งจะปรากฏตัวแปร d^- ในสมการเป้าหมาย โดยในการสร้างสมการเป้าหมายจะนำค่าที่คำนวณได้จากตารางที่ 4.7 และค่าน้ำหนักที่กำหนดให้กับเป้าหมายในแต่ละด้าน สามารถนำมากำหนดสมการเป้าหมายได้ดังนี้

$$\text{Min: } Z = 1.46\times10^{-7}d_1^+ + 1.46\times10^{-7}d_1^- + 2.88\times10^{-6}d_2^+ + 2.88\times10^{-6}d_2^- + 2.37\times10^{-7}d_3^-$$

โดยมีฟังก์ชันขอบข่ายเพื่อควบคุมให้การสร้างระบบบำบัดแบบต่างๆ เป็นไปตามเป้าแต่ละด้าน ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

<u>เป้าหมายด้านผลตอบแทนต่อปี</u>

$$-3{,}358.53\,X_{11} + 2{,}640.80\,X_{12} + 23{,}827.10\,X_{21} - 11{,}624.73\,X_{22} + 2{,}020.\,X_{23} + 10{,}270.37\,X_{24} + 59{,}074.01\,X_{31} + 81{,}837.90\,X_{32} + 76{,}119.07\,X_{33} - 13{,}257.17\,X_{34} + 3{,}506\,X_{35} + d_1^- - d_1^+ = 20{,}589{,}253$$

<u>เป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัด</u>

$$120.78\,X_{11} + 219.60\,X_{12} + 1{,}460.34\,X_{21} + 845.46\,X_{22} + 1{,}322.58\,X_{23} + 1{,}506.46\,X_{24} + 8{,}653.61\,X_{31} + 8{,}653.61\,X_{32} + 8{,}742.83\,X_{33} + 4{,}906.69\,X_{34} + 8{,}296.78\,X_{35} + d_2^- - d_2^+ = 1{,}735{,}588$$

<u>เป้าหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุน</u>

$$4{,}383.33\ X_{11} + 9{,}359.20\ X_{12} + 16{,}780.60\ X_{21} + 18{,}798.33\ X_{22} + 8{,}930\ X_{23}$$
$$+ 25{,}392.67\ X_{24} + 146{,}720.10\ X_{31} + 142{,}520.10\ X_{32} + 89{,}459.33\ X_{33}$$
$$+ 51{,}563.17\ X_{34} + 29{,}800\ X_{35} + d_3^- - d_3^+ = 8{,}434{,}926$$

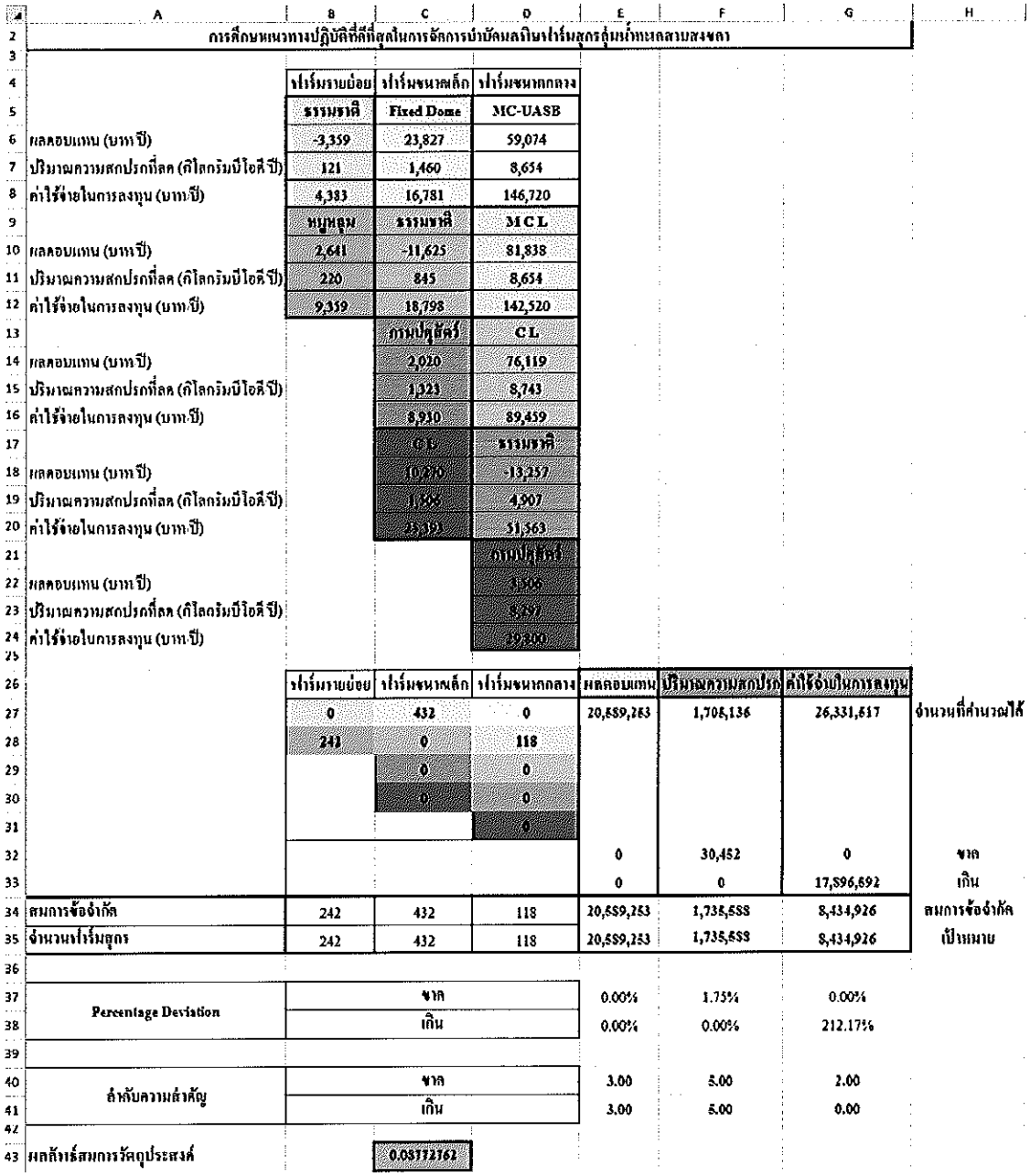
และมีฟังก์ชันขอบข่ายเพื่อควบคุมให้การสร้างระบบบำบัดแบบต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรแต่ละประเภท ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$X_{11} + X_{12} = 242$$
$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = 432$$
$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} = 118$$

โดยที่ $X_{11}, X_{12}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35} \geq 0$

$d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^- \geq 0$

จากการสร้างแบบจำลองสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Office Excel 2007 ได้ดังภาพประกอบ 4.4



	A	B	C	D	E	F	G	H
2	การศึกษาแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดในการจัดการบำบัดผลกินฟาร์มสุกรลุ่มแม่น้ำทะเลสาบสงขลา							
3								
4		ฟาร์มรายย่อย	ฟาร์มขนาดเล็ก	ฟาร์มขนาดกลาง				
5		ธรรมชาติ	Fixed Dome	MC-UASB				
6	ผลตอบแทน (บาท/ปี)	-3,359	23,827	59,074				
7	ปริมาณความสกปรกที่ลด (กิโลกรัมบีโอดี/ปี)	121	1,460	8,654				
8	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท/ปี)	4,383	16,781	146,720				
9		หมูหลุม	ธรรมชาติ	MCL				
10	ผลตอบแทน (บาท/ปี)	2,641	-11,625	81,838				
11	ปริมาณความสกปรกที่ลด (กิโลกรัมบีโอดี/ปี)	220	845	8,654				
12	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท/ปี)	9,339	18,798	142,520				
13			ภาคปฏิบัติที่	CL				
14	ผลตอบแทน (บาท/ปี)		2,020	76,119				
15	ปริมาณความสกปรกที่ลด (กิโลกรัมบีโอดี/ปี)		1,323	8,743				
16	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท/ปี)		8,910	89,459				
17			CL	ธรรมชาติ				
18	ผลตอบแทน (บาท/ปี)		10,210	-13,257				
19	ปริมาณความสกปรกที่ลด (กิโลกรัมบีโอดี/ปี)		1,366	4,907				
20	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท/ปี)		25,383	51,363				
21				ภาคปฏิบัติที่				
22	ผลตอบแทน (บาท/ปี)			13,905				
23	ปริมาณความสกปรกที่ลด (กิโลกรัมบีโอดี/ปี)			8,697				
24	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท/ปี)			89,300				
25								
26		ฟาร์มรายย่อย	ฟาร์มขนาดเล็ก	ฟาร์มขนาดกลาง	ผลตอบแทน	ปริมาณความสกปรก	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	
27		0	432	0	20,559,253	1,705,136	26,331,617	จำนวนที่คำนวณได้
28		241	0	118				
29			0	0				
30			0	0				
31				0				
32					0	30,452	0	ขาด
33					0	0	17,896,692	เกิน
34	สมการข้อจำกัด	242	432	118	20,559,253	1,735,588	8,434,926	สมการข้อจำกัด
35	จำนวนฟาร์มสุกร	242	432	118	20,559,253	1,735,588	8,434,926	เป้าหมาย
36								
37	Percentage Deviation	ขาด			0.00%	1.75%	0.00%	
38		เกิน			0.00%	0.00%	212.17%	
39								
40	ลำดับความสำคัญ	ขาด			3.00	5.00	2.00	
41		เกิน			3.00	5.00	0.00	
42								
43	ผลลัพธ์สมการวัตถุประสงค์	0.08772762						

ภาพประกอบ 4.4 หน้าต่างโปรแกรมคำนวณของการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming)

จากภาพประกอบ 4.4 แสดงหน้าต่างโปรแกรมคำนวณของการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) พบว่า ผลรวมอัตราส่วนเบี่ยงเบนที่ต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.0877 โดยมีแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดคือ ฟาร์มสุกรรายย่อยสร้างระบบบำบัดแบบหมูหลุม จำนวน 242 ฟาร์ม ฟาร์มสุกรขนาดเล็กสร้างระบบบำบัดแบบ Fixed Dome จำนวน 432 ฟาร์ม และฟาร์มสุกรขนาดกลางสร้างระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon จำนวน 118 ฟาร์ม จากคำตอบของการโปรแกรมเชิงเป้าหมายมีการเบี่ยงเบนในเป้าหมาย 2 ด้าน ประกอบด้วย (1)

เป้าหมายด้านประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุดเบี่ยงเบนต่ำจากค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้เท่ากับ 30,451.80 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี ซึ่งเป็นค่าเบี่ยงเบนที่ต่ำจากเป้าหมายที่น้อยที่สุดที่ทำให้คำตอบมีผลตอบแทนต่อปีสูงสุด และเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำสุด และ(2) เป้าหมายด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำสุดมีคำตอบเบี่ยงเบนสูงจากค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้เท่ากับ 17,896,591.54 บาทต่อปี ซึ่งเป็นค่าเบี่ยงเบนที่สูงจากเป้าหมายที่น้อยที่สุดที่ทำให้คำตอบมีผลตอบแทนต่อปีสูงสุดและมีประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด ส่วนเป้าหมายด้านผลตอบแทนต่อปีสูงสุดไม่มีการเบี่ยงเบนจากเป้าหมายที่ตั้งไว้

4.3 แนวทางในการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

4.3.1 ผลการคำนวณการจัดสรรงบประมาณในการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

จากคำตอบของแนวทางปฏิบัติในการสร้างระบบบำบัดที่ควรจะเป็นของการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ผู้วิจัยได้นำแนวทางปฏิบัติที่ควรจะเป็นมาแบ่งรูปแบบการจัดสรรงบประมาณออกเป็น 2 แบบคือ การจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปี ปีละเท่าๆ กัน และการจัดสรรงบประมาณแบบ 5 ปี ปีละเท่าๆ กัน เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และเป็นการเปรียบเทียบให้เห็นถึงปริมาณความสกปรกที่ลดได้จากการจัดสรรทั้ง 2 แบบ จากนั้นทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการของบประมาณสนับสนุนจากหน่วยงานทางภาครัฐที่ให้การสนับสนุนในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร พบว่า มีหน่วยงานทางภาครัฐที่ให้การสนับสนุนในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรประกอบด้วย หน่วยบริการก๊าซชีวภาพ (Biogas Advisory Unit : BAU) สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต กรมส่งเสริมการเกษตร ภายใต้การสนับสนุนของกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน(สนพ.) ซึ่งแต่ละหน่วยงานมีเงื่อนไขในการสนับสนุนงบประมาณในส่วนค่าใช้จ่ายด้านการก่อสร้างและการติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรขนาดกลางคิดเป็นร้อยละ 27 ของค่าใช้จ่ายในการลงทุนเฉพาะค่าก่อสร้างและการติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ ส่วนกรมส่งเสริมการเกษตรจะให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร ประเภทฟาร์มสุกรขนาดเล็กและฟาร์มสุกรรายย่อยคิดเป็นร้อยละ 45 ของค่าใช้จ่ายในการลงทุนเฉพาะค่าก่อสร้าง

และการติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ ส่วนที่เหลือจากการสนับสนุนจากหน่วยงานทางภาครัฐ ประกอบด้วย ระบบบำบัดขั้นหลัง การแก้ไขงานโครงสร้าง สภาพดิน หรือระดับดินในบริเวณที่ก่อสร้าง เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรจะต้องสมทบค่าใช้จ่ายเอง

โดยค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรเฉพาะค่าใช้จ่ายด้านการก่อสร้างและการติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ(ดังแสดงวิธีคำนวณในภาคผนวก ก)มีดังนี้ ฟาร์มสุกรรายย่อยบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบหมุนเวียนเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน 16,796 บาทต่อฟาร์ม ฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Fixed Dome เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน 53,900 บาทต่อฟาร์ม และฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน 889,000 บาทต่อฟาร์ม รวมเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด 132,251,432 บาท ซึ่งสามารถแสดงการสนับสนุนจากหน่วยงานทางภาครัฐและงบประมาณที่เกษตรกรต้องสมทบค่าใช้จ่าย ได้ดังแสดงตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 งบประมาณสนับสนุนจากภาครัฐ และค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรสมทบ

ประเภทฟาร์มสุกร	งบประมาณสนับสนุนทางภาครัฐ (บาท/ฟาร์ม)	ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรต้องสบทบ (บาท/ฟาร์ม)	รวมค่าใช้จ่ายในก่อสร้างและการติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ
ฟาร์มรายย่อย	7,558.20	9,237.80	16,796
ฟาร์มขนาดเล็ก	24,255.00	29,645.00	53,900
ฟาร์มขนาดกลาง	240,030.00	648,970.00	889,000

จากตารางที่ 4.8 แสดงงบประมาณสนับสนุนจากภาครัฐ และค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรต้องสมทบ พบว่า หน่วยงานทางภาครัฐสนับสนุนงบประมาณร้อยละ 27 ในการสร้างระบบบำบัดของฟาร์มสุกรขนาดกลางเป็นงบประมาณจำนวน 240,030 บาทต่อฟาร์มและเกษตรกรสมทบค่าใช้จ่ายเป็นเงินจำนวน 648,970 บาทต่อฟาร์ม ส่วนฟาร์มสุกรรายย่อยและฟาร์มสุกรขนาดเล็กหน่วยงานทางภาครัฐสนับสนุนงบประมาณร้อยละ 45 ในการสร้างระบบบำบัด ดังนั้นฟาร์มสุกรขนาดเล็กภาครัฐสนับสนุนงบประมาณจำนวน 24,255 บาทต่อฟาร์มและเกษตรกรสมทบค่าใช้จ่ายเป็นเงินจำนวน 29,645 บาทต่อฟาร์ม ส่วนฟาร์มสุกรรายย่อยหน่วยงานทางภาครัฐสนับสนุนงบประมาณจำนวน 7,558.2 บาทต่อฟาร์มและเกษตรกรสมทบค่าใช้จ่ายเป็นเงินจำนวน 9,237.8 บาทต่อฟาร์ม ดังนั้น งบประมาณที่ภาครัฐต้องสนับสนุนทั้งหมดในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีมูลค่า 40,630,784.40 บาท และค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรต้องสมทบในการ

สร้างระบบบำบัดคิดเป็นเงินจำนวน 91,620,647.60 บาท รวมเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีค่าเท่ากับ 132,251,432 บาท

ขั้นตอนการของบประมาณสนับสนุนในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรปัจจุบัน คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรเสนอความจำนงเข้าร่วมโครงการกับหน่วยงานของภาครัฐที่ให้การสนับสนุนในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร เพื่อขอรับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ในการก่อสร้างและติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ ตามเกณฑ์ที่ สนพ. กำหนด ซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรต้องให้ข้อมูลรายละเอียดเพื่อพิจารณาขั้นต้น เพื่อคัดเลือกฟาร์มสุกรเข้าร่วมในโครงการ และสามารถให้เจ้าหน้าที่โครงการ เข้าพบเพื่อสัมภาษณ์และสำรวจพื้นที่ฟาร์มเพื่อดูความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร เมื่อโครงการอนุมัติเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรจะได้รับการสนับสนุนตามที่สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กำหนด

จากข้อมูลการสนับสนุนงบประมาณจากหน่วยงานของภาครัฐ และข้อมูลปริมาณความสกปรกที่บำบัดได้ของระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรประเภทต่างๆ ผู้วิจัยสามารถแบ่งการจัดสรรงบประมาณจากหน่วยงานของภาครัฐออกเป็น 2 แบบ คือ การจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปีปีละเท่าๆ กัน และการจัดสรรงบประมาณแบบ 5 ปีปีละเท่าๆ กัน แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณความสกปรกที่ลดได้ และงบประมาณสนับสนุนจากหน่วยงานของภาครัฐของฟาร์มสุกรประเภทต่างๆ

ประเภทฟาร์ม	ปริมาณความสกปรกที่ลดได้ (กก.บีโอดี/ปี)	งบประมาณสนับสนุนนแบบ 3 ปีปีละเท่าๆ กัน (บาท/ปี)		งบประมาณสนับสนุนนแบบ 5 ปีปีละเท่าๆ กัน (บาท/ปี)	
		สนับสนุนตามประเภทฟาร์ม	สนับสนุนตามหน่วยงานภาครัฐ	สนับสนุนตามประเภทฟาร์ม	สนับสนุนตามหน่วยงานภาครัฐ
ฟาร์มรายย่อย	219.60	609,694.80	4,102,414.80	365,816.88	2,461,448.88
ฟาร์มขนาดเล็ก	1,460.34	3,492,720		2,095,632	
ฟาร์มขนาดกลาง	8,653.61	9,441,180.00	9,441,180.00	5,664,708.00	5,664,708.00

จากตารางที่ 4.9 แสดงงบประมาณสนับสนุนจากหน่วยงานของภาครัฐ และปริมาณความสกปรกที่ลดได้ของระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรประเภทต่างๆ พบว่า ฟาร์มสุกรรายย่อยบำบัดแบบหมูหลุมสามารถลดปริมาณความสกปรกได้ 219.60 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยมี

งบประมาณสนับสนุนแบบ 3 ปี จำนวน 609,694.80 บาทต่อปี และมีงบประมาณสนับสนุนแบบ 5 ปี จำนวน 365,816.88 บาทต่อปี ฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดแบบ Fixed Dome สามารถลดปริมาณความสกปรกได้ 1,460.34 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยมีงบประมาณสนับสนุนแบบ 3 ปี จำนวน 3,492,720 บาทต่อปี และมีงบประมาณสนับสนุนแบบ 5 ปี จำนวน 2,095,632 บาทต่อปี ส่วนฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon สามารถลดปริมาณความสกปรกได้ 8,653.61 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยมีงบประมาณสนับสนุนแบบ 3 ปี จำนวน 9,441,180.00 บาทต่อปี และมีงบประมาณสนับสนุนแบบ 5 ปี จำนวน 5,664,708.00 บาทต่อปี

โดยสถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต กรมส่งเสริมการเกษตรให้การสนับสนุนงบประมาณแบบ 3 ปี สำหรับฟาร์มสุกรรายย่อยและฟาร์มสุกรขนาดเล็กจำนวน 4,102,414.80 บาทต่อปี และสนับสนุนงบประมาณแบบ 5 ปี สำหรับฟาร์มสุกรรายย่อยและฟาร์มสุกรขนาดเล็กจำนวน 2,461,448.88 บาทต่อปี ส่วนหน่วยบริการก๊าซชีวภาพ (Biogas Advisory Unit : BAU) สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ให้การสนับสนุนงบประมาณงบประมาณแบบ 3 ปี สำหรับฟาร์มสุกรขนาดกลางจำนวน 9,441,180.00 บาทต่อปี และสนับสนุนงบประมาณแบบ 5 ปี สำหรับฟาร์มสุกรขนาดกลางจำนวน 5,664,708.00 บาทต่อปี จากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องไปประกอบการสร้างแบบจำลองเพื่อจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรแบบ 3 ปี และแบบ 5 ปี ให้สามารถลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรในแต่ละปีได้สูงสุด

4.3.1.1 ผลการจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัด แบบ 3 ปี ปีละเท่าๆ กัน

การจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร โดยใช้วิธีการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เพื่อคำนวณหาผลรวมของการลดปริมาณความสกปรกจากฟาร์มสุกรในแต่ละปีได้สูงสุด โดยนำข้อมูลจากตารางที่ 4.10 ในส่วนของปริมาณความสกปรกที่ลดได้มาสร้างสมการเป้าหมายดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Max } Z := {} & 219.60Y_{11} + 219.60Y_{12} + 219.60Y_{13} + 1{,}460.34Y_{21} \\ & + 1{,}460.34Y_{22} + 1{,}460.34Y_{23} + 8{,}653.61Y_{31} + 8{,}653.61Y_{32} \\ & + 8{,}653.61Y_{33}\end{aligned}$$

โดยมีฟังก์ชันขอบข่ายเพื่อควบคุมให้การจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดของฟาร์มสุกรประเภทต่างๆ ต้องไม่เกินงบประมาณที่หน่วยงานของภาครัฐให้การสนับสนุนโดยนำข้อมูลจากตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10 สามารถสร้างฟังก์ชันได้ดังนี้

$$7{,}558.20Y_{11} + 24{,}255.00Y_{21} \leq 4{,}102{,}414.80$$

$$7{,}558.20Y_{12} + 24{,}255.00Y_{22} \leq 4{,}102{,}414.80$$

$$7{,}558.20Y_{13} + 24{,}255.00Y_{23} \leq 4{,}102{,}414.80$$

$$240{,}030.00Y_{31} \leq 9{,}441{,}180.00$$

$$240{,}030.00Y_{32} \leq 9{,}441{,}180.00$$

$$240{,}030.00Y_{33} \leq 9{,}441{,}180.00$$

และมีฟังก์ชันขอบข่ายเพื่อควบคุมให้การจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดของฟาร์มสุกรประเภทต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} = 242$$

$$Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} = 432$$

$$Y_{31} + Y_{32} + Y_{33} = 118$$

โดยที่ $Y_{11}, Y_{12}, Y_{13}, Y_{21}, Y_{22}, Y_{23}, Y_{31}, Y_{32}, Y_{33} \geq 0$

จากแบบจำลองข้างต้นสามารถคำนวณหาคำตอบที่ดีที่สุดของการจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัด แบบ 3 ปีปีละเท่าๆ กัน ได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 คำตอบที่ดีที่สุดในการจัดสรรงบประมาณ แบบ 3 ปี ปีละเท่าๆ กัน

ปีที่	ระบบบำบัด	จำนวนฟาร์มที่มีระบบบำบัด (ฟาร์ม)	งบประมาณภาครัฐสนับสนุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายเกษตรกรสมทบ (บาท)	ปริมาณความสกปรกรวมที่ลดได้ (กก.บีโอดี)
1	Modified Cover Lagoon Fixed Dome	40 169	13,700,295	30,968,805	592,942
2	Modified Cover Lagoon Fixed Dome	39 169	13,460,265	30,319,835	584,288
3	Modified Cover Lagoon Fixed Dome หมูหลุม	39 94 242	13,470,224	30,332,008	527,906

จากตารางที่ 4.10 แสดงคำตอบที่ดีที่สุดในการจัดสรรงบประมาณ แบบ 3 ปี ปีละเท่าๆ กัน พบว่า ในปีที่ 1 จัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon จำนวน 40 ฟาร์ม และจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Fixed Dome จำนวน 169 ฟาร์ม โดยภาครัฐให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดจำนวน 13,700,295.00 บาท และเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรสมทบค่าใช้จ่ายจำนวน 30,968,805.00 บาท ซึ่งสามารถลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรได้ 592,941.86 กิโลกรัมบีโอดี

ปีที่ 2 จัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon จำนวน 39 ฟาร์ม และจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Fixed Dome จำนวน 169 ฟาร์ม โดยภาครัฐให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดจำนวน 13,460,265.00 บาท และเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรสมทบค่าใช้จ่ายจำนวน 30,319,835.00 บาทซึ่งสามารถลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรได้ 584,288.25 กิโลกรัมบีโอดี ดังนั้นเมื่อจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดครบ 2 ปี สามารถลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรได้ 1,177,230.11 กิโลกรัมบีโอดี

ปีที่ 3 จัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon จำนวน 39 ฟาร์ม จัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Fixed Dome จำนวน 94 ฟาร์ม และจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบหมูหลุมจำนวน 242 ฟาร์ม โดยภาครัฐให้การสนับสนุนงบประมาณจำนวน 13,470,224.40 บาท และเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรสมทบค่าใช้จ่ายจำนวน 30,332,007.60 บาท ซึ่งสามารถลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรได้ 527,905.95 กิโลกรัมบีโอดี ดังนั้นเมื่อจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดครบ 3 ปี สามารถลดปริมาณความสกปรกได้ถึง 1,705,136.06 กิโลกรัมบีโอดี

4.3.1.2 ผลการจัดสรรงบประมาณในการเลือกระบบบำบัด แบบ 5 ปี ปีละเท่าๆ กัน

การจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร เพื่อลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากฟาร์มสุกรได้สูงสุดในแต่ละปี ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) โดยนำข้อมูลจากตารางที่ 4.10 ในส่วนของปริมาณน้ำเสียที่บำบัดได้มาสร้างสมการเป้าหมายดังนี้

$$\text{Max } Z: = 219.6Y_{11} + 219.6Y_{12} + 219.6Y_{13} + 219.6Y_{14} + 219.6Y_{15}$$
$$+ 1{,}460.34Y_{21} + 1{,}460.34Y_{22} + 1{,}460.34Y_{23} + 1{,}460.34Y_{24}$$
$$+ 1{,}460.34Y_{25} + 8{,}653.61Y_{31} + 8{,}653.61Y_{32} + 8{,}653.61Y_{33}$$
$$+ 8{,}653.61Y_{34} + 8{,}653.61Y_{35}$$

โดยมีฟังก์ชันขอบข่ายเพื่อควบคุมให้การจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดของฟาร์มสุกรประเภทต่างๆ ต้องไม่เกินงบประมาณที่หน่วยงานของภาครัฐให้การสนับสนุนซึ่งนำข้อมูลจากตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10 สามารถสร้างฟังก์ชันได้ดังนี้

$$7{,}558.20Y_{11} + 24{,}255.00Y_{21} \leq 2{,}461{,}448.88$$
$$7{,}558.20Y_{12} + 24{,}255.00Y_{22} \leq 2{,}461{,}448.88$$
$$7{,}558.20Y_{13} + 24{,}255.00Y_{23} \leq 2{,}461{,}448.88$$
$$7{,}558.20Y_{14} + 24{,}255.00Y_{24} \leq 2{,}461{,}448.88$$
$$7{,}558.20Y_{15} + 24{,}255.00Y_{25} \leq 2{,}461{,}448.88$$
$$240{,}030.00Y_{31} \leq 5{,}664{,}708$$
$$240{,}030.00Y_{32} \leq 5{,}664{,}708$$
$$240{,}030.00Y_{33} \leq 5{,}664{,}708$$
$$240{,}030.00Y_{34} \leq 5{,}664{,}708$$
$$240{,}030.00Y_{35} \leq 5{,}664{,}708$$

และมีฟังก์ชันขอบข่ายเพื่อควบคุมให้การจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดของฟาร์มสุกรประเภทต่างๆ ต้องเท่ากับจำนวนการทำฟาร์มสุกรในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งมีรูปแบบฟังก์ชันดังนี้

$$Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} = 242$$
$$Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24} + Y_{25} = 432$$
$$Y_{31} + Y_{32} + Y_{33} + Y_{34} + Y_{35} = 118$$

โดยที่ $Y_{11}, Y_{12}, Y_{13}, Y_{14}, Y_{15}, Y_{21}, Y_{22}, Y_{23},$
$Y_{24}, Y_{25}, Y_{31}, Y_{32}, Y_{33}, Y_{34}, Y_{35} \geq 0$

จากแบบจำลองข้างต้นสามารถคำนวณหาคำตอบที่ดีที่สุดของการจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัด แบบ 5 ปีปีละเท่าๆ กัน ได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 คำตอบที่ดีที่สุดในการจัดสรรงบประมาณ แบบ 5 ปี ปีละเท่าๆ กัน

ปีที่	ระบบบำบัด	จำนวนฟาร์มที่มีระบบบำบัด (ฟาร์ม)	งบประมาณภาครัฐสนับสนุน (บาท)	ค่าใช้จ่ายเกษตรกรสมทบ (บาท)	ปริมาณความสกปรกรวมที่ลดได้ (กก.บีโอดี)
1	Modified Cover Lagoon Fixed Dome	24 102	8,234,730	18,599,070	356,641
2	Modified Cover Lagoon Fixed Dome	24 102	8,234,730	18,599,070	356,641
3	Modified Cover Lagoon Fixed Dome	24 101	8,210,475	18,569,425	355,181
4	Modified Cover Lagoon Fixed Dome	23 101	7,970,445	17,920,455	346,527
5	Modified Cover Lagoon Fixed Dome หมูหลุม	23 26 242	7,980,404	17,932,628	290,145

จากตารางที่ 4.11 แสดงคำตอบที่ดีที่สุดในการจัดสรรงบประมาณ แบบ 5 ปี ปีละเท่าๆ กัน พบว่า ในปีที่ 1 จัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon จำนวน 24 ฟาร์ม และจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Fixed Dome จำนวน 102 ฟาร์ม ซึ่งภาครัฐให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดเท่ากับ 8,234,730.00 บาท และเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรสมทบค่าใช้จ่ายจำนวน 30,968,805.00 บาท ซึ่งสามารถลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรได้ 356,641.32 กิโลกรัมบีโอดี

ปีที่ 2 จัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon จำนวน 24 ฟาร์ม และจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Fixed Dome จำนวน 102 ฟาร์ม โดยภาครัฐให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดเท่ากับ 8,234,730.00 บาท และเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรสมทบค่าใช้จ่ายจำนวน 18,599,070.00 บาท ซึ่งสามารถลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรได้ 356,641.32 กิโลกรัมบีโอดี ดังนั้นเมื่อจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดครบ 2 ปี สามารถลดปริมาณความสกปรกได้ 713,282.64 กิโลกรัมบีโอดี

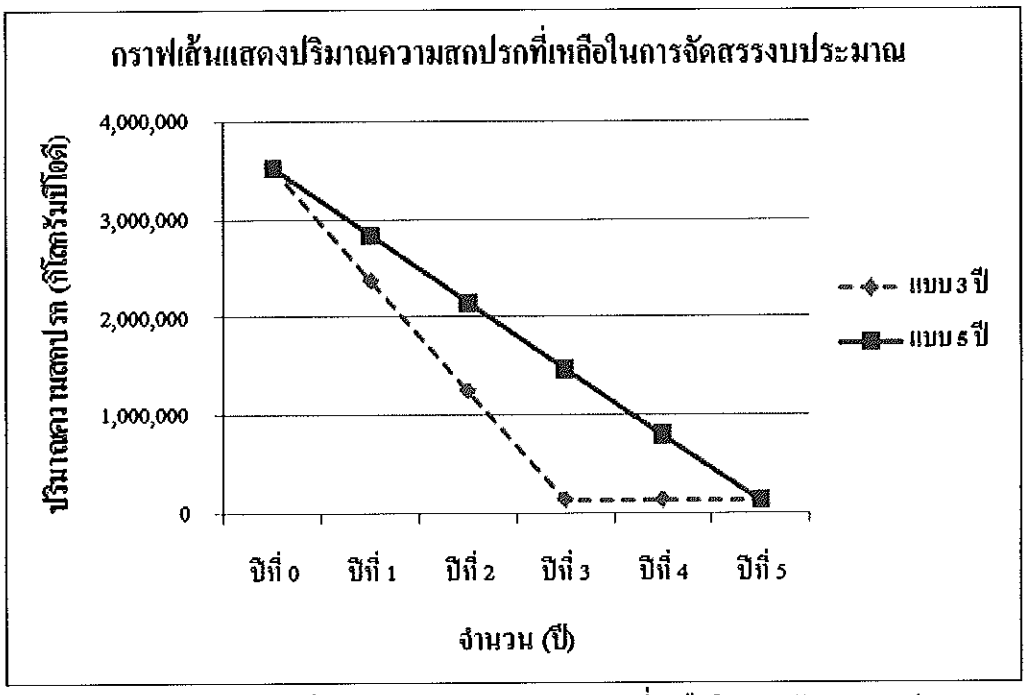
ปีที่ 3 จัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon จำนวน 24 ฟาร์ม และจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Fixed Dome

จำนวน 101 ฟาร์ม โดยภาครัฐให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดเท่ากับ 8,210,475.00 บาท และเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรสมทบค่าใช้จ่ายจำนวน 18,569,425.00 บาท ซึ่งสามารถลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรได้ 355,180.98 กิโลกรัมบีโอดี ดังนั้นเมื่อจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดครบ 3 ปี สามารถลดปริมาณความสกปรกได้ 1,068,463.62 กิโลกรัมบีโอดี

ปีที่ 4 จัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon จำนวน 23 ฟาร์ม และจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Fixed Dome จำนวน 101 ฟาร์ม โดยภาครัฐให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดเท่ากับ 7,970,445.00 บาท และเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรสมทบค่าใช้จ่ายจำนวน 17,920,455.00 บาท ซึ่งสามารถลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรได้ 346,527.37 กิโลกรัมบีโอดี ดังนั้นเมื่อจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดครบ 4 ปี สามารถลดปริมาณความสกปรกได้ 1,414,990.00 กิโลกรัมบีโอดี

ปีที่ 5 จัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon จำนวน 23 ฟาร์ม จัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบ Fixed Dome จำนวน 26 ฟาร์ม และจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดแบบหมูหลุมจำนวน 242 ฟาร์ม โดยภาครัฐให้การสนับสนุนงบประมาณเท่ากับ 7,980,404.40 บาท และเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรสมทบค่าใช้จ่ายจำนวน 17,932,627.60 บาท ซึ่งสามารถลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกรได้ 290,145.07 กิโลกรัมบีโอดี ดังนั้นเมื่อจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดครบ 5 ปี สามารถลดปริมาณความสกปรกได้ถึง 1,705,136.06 กิโลกรัมบีโอดี

จากการจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรทั้งสองแบบ สามารถสร้างกราฟเส้นแสดงปริมาณความสกปรกที่เหลือในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ได้ดังภาพประกอบ 4.5



ภาพประกอบ 4.5 กราฟเส้นแสดงปริมาณความสกปรกที่เหลือในการจัดสรรงบประมาณ

จากภาพประกอบ 4.5 กราฟเส้นแสดงปริมาณความสกปรกที่เหลือจากการจัดสรรงบประมาณ แสดงให้เห็นว่าการจัดสรรงบประมาณแบบ 3 สามารถลดปริมาณความสกปรกได้ดีกว่าการจัดสรรงบประมาณแบบ 5 ปี แต่เมื่อครบปีที่ 5 จะมีปริมาณความสกปรกเท่ากัน โดยสามารถเปรียบเทียบปริมาณมลพิษจากการจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปี กับการจัดสรรงบประมาณแบบ 5 ปี ได้ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบปริมาณความสกปรกในการจัดสรรแบบ 3 ปีและแบบ 5 ปี

ปีที่	ปริมาณความสกปรกที่เหลือในการสร้างระบบบำบัด(กิโลกรัมบีโอดี)		
	การจัดสรรงบประมาณ แบบ 3 ปี	การจัดสรรงบประมาณ แบบ 5 ปี	ผลต่างในการจัดสรรงบประมาณ 2 แบบ
0	1,769,921.10	1,769,921.10	-
1	1,176,979.24	1,413,279.78	236,300.54
2	592,690.99	1,056,638.46	463,947.47
3	64,785.04	701,457.48	636,672.44
4	64,785.04	354,930.11	290,145.07
5	64,785.04	64,785.04	-
รวม			1,627,065.52

จากตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบปริมาณความสกปรกจากการจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปีและแบบ 5 ปี แสดงให้เห็นว่า ปีที่ 0 ไม่มีการจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกร ดังนั้นปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีปริมาณ 1,769,921.10 กิโลกรัมบีโอดี ส่วนการจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรในปีที่ 1 ของการจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปีสามารถลดปริมาณความสกปรกได้ 592,941.86 กิโลกรัมบีโอดีทำให้มีปริมาณความสกปรกเหลือ 1,176,979.24 กิโลกรัมบีโอดี ส่วนปีที่ 1 ของการจัดสรรงบประมาณแบบ 5 ปีสามารถลดปริมาณความสกปรกได้ 356,641.32 กิโลกรัมบีโอดีทำให้มีปริมาณความสกปรกเหลือ 1,413,279.78 กิโลกรัมบีโอดี ดังนั้นในปีที่ 1 การจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปีสามารถลดปริมาณความสกปรกได้มากกว่าการจัดสรรงบประมาณแบบ 5 ปีอยู่ 236,300.54 กิโลกรัมบีโอดี โดยจะทำการเปรียบเทียบการจัดสรรงบประมาณทั้ง 2 แบบจนครบทั้ง 5 ปี ซึ่งทำให้ทราบว่าการจัดสรรงบประมาณในการสร้างระบบบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรให้เสร็จในเวลา 3 ปีสามารถลดปริมาณความสกปรกลงได้กว่า 1,627,065.52 กิโลกรัมบีโอดี เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดสรรงบประมาณในระยะเวลา 5 ปี อย่างไรก็ดีการจัดสรรงบประมาณทั้งสองแบบจะทำให้ลดปริมาณความสกปรกลงได้เหลือเพียง 64,785.04 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลจากการหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมายในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) ในการเลือกแนวทางปฏิบัติภายใต้จุดมุ่งหมายหลัก 3 ข้อคือ แนวทางปฏิบัติมีผลตอบแทนต่อปีสูงสุด แนวทางปฏิบัติมีประสิทธิภาพการบำบัดต่อปีสูงสุด และแนวทางปฏิบัติเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อปีต่ำที่สุดพบว่า ฟาร์มสุกรรายย่อยบำบัดแบบหมูหลุมจำนวน 242 ฟาร์ม ฟาร์มสุกรขนาดเล็กบำบัดแบบ Fixed Dome จำนวน 432 ฟาร์ม และฟาร์มสุกรขนาดกลางบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon จำนวน 118 ฟาร์ม โดยมีหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัด คือ กระทรวงพลังงานและ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยแบ่งจัดสรรงบประมาณออกเป็น 2 แบบ สรุปได้ว่า การจัดสรรงบประมาณแบบ 3 ปี สามารถลดปริมาณความสกปรกได้มากกว่า 1,627,065.52 บีโอดีกิโลกรัม เมื่อเปรียบกับลงทุน 5 ปี ซึ่งการจัดสรรทั้ง 2 แบบ เมื่อดำเนินการเสร็จแล้วสามารถลดปริมาณความสกปรกได้มีประสิทธิภาพ 96.34% ซึ่งบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ (95%)

5.2 อภิปรายผล

1) จากการสำรวจฟาร์มสุกรบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาส่วนใหญ่ที่มีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียจะเป็นฟาร์มสุกรขนาดกลาง ซึ่งจะได้รับความช่วยเหลือจากภาครัฐในการอุดหนุนงบประมาณในการลงทุน แต่ฟาร์มสุกรขนาดเล็กและฟาร์มสุกรรายย่อยยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย จึงมีข้อสังเกตว่า ฟาร์มสุกรขนาดกลางจะเป็นฟาร์มที่มีรายได้สูงและมีขีดความสามารถในการลงทุนก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียตามที่กฎหมายกำหนด ส่วนฟาร์มขนาดเล็กและฟาร์มรายย่อยมีรายได้จากการเลี้ยงสุกรต่ำ ขาดความสามารถในการลงทุน

2) การสร้างแรงจูงใจให้ฟาร์มสุกรลงทุนในระบบการบำบัดน้ำเสียเพื่อสิ่งแวดล้อม โดยแสดงให้เห็นว่าหากฟาร์มสุกรได้รับประโยชน์จากการลงทุนในระบบบำบัดน้ำเสียจากพลังงานก๊าซชีวภาพ หรือในรูปของปุ๋ยมูลสุกร และหาวิธีการนำไปใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่ากับการลงทุน ซึ่งได้รับผลตอบแทนสูงกว่าเงินลงทุนในระบบบำบัดน้ำเสีย จะเป็นการสนับสนุนให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรมีความสนใจที่จะลงทุนในระบบบำบัดน้ำเสีย

3) จากการสำรวจฟาร์มสุกรบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาที่ก่อให้เกิดมลพิษ มีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากจำนวนสุกรที่เลี้ยงกับระบบบำบัดไม่สอดคล้องกัน กล่าวคือมีการเลี้ยงสุกรจำนวนมากซึ่งต้องใช้น้ำในการล้างคอกสุกรปริมาณมาก แต่ระบบบำบัดมีขนาดเล็ก ดังนั้นส่งผลให้ระบบบำบัดน้ำเสียไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้มีประสิทธิภาพ และถ้าปริมาณน้ำเสียมีมากเกินก็ส่งผลให้เกิดการล้นออกจากบ่อไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้

4) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติหากไม่มีการปูผ้าพลาสติกรองพื้นบ่อ อาจส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของแหล่งน้ำใต้ดินได้ในอนาคต เพราะน้ำเสียจากการทำฟาร์มสุกรสามารถซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินได้ในอนาคต

5) จากการสำรวจฟาร์มสุกรบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาพบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรส่วนใหญ่ไม่ให้ความสนใจในด้านสิ่งแวดล้อม โดยมีข้อสังเกตว่า ระบบบำบัดมลพิษจากฟาร์มสุกรเป็นระบบบำบัดที่ไม่ได้มาตรฐานแต่เป็นเพียงพื้นที่รองรับน้ำทิ้งจากการทำฟาร์มสุกร ซึ่งฟาร์มสุกรเหล่านี้ควรได้รับความรู้เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ และผลิตผลพลอยได้ต่างๆ จากการสร้างระบบบำบัด

6) จากผลลัพธ์ของการประยุกต์ใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming) พบว่า การเลือกระบบบำบัดของฟาร์มสุกรขนาดเล็ก และฟาร์มสุกรขนาดกลางมีความสอดคล้องกับระบบบำบัดที่มีมาตรฐานในปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับระบบบำบัดที่รัฐให้การสนับสนุนงบประมาณในการสร้างระบบบำบัด

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) รัฐบาลควรจะประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ของรัฐที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มสุกร เพื่อที่จะหาวิธีการในการนำก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อเพิ่มแรงจูงใจให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรในการสร้างระบบบำบัด

2) ควรนำวิธีการบำบัดน้ำเสียในรูปแบบอื่นๆ ที่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ต่ำกว่าและได้ผลตอบแทนดี ที่สามารถผลิตก๊าซชีวภาพเข้าส่งเสริมเกษตรกร โดยได้รับการสนับสนุนการลงทุนก่อสร้างจากรัฐบาล

3) เสนอแนะให้รัฐบาลปรับรูปแบบขององค์กรต่างๆ ที่กำกับดูแลโครงการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบ ให้มีอำนาจเต็มที่ในการกำกับดูแลและอนุมัติวงเงินภายใต้กรอบวงเงินที่สำนักงบประมาณกันไว้ตามแผนแม่บทโดยมีลำดับความสำคัญสูง เพื่อให้การกำกับดูแลโครงการต่างๆ ตลอดจนการติดตามผลเป็นไปโดยมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง

4) รัฐบาลควรบังคับใช้กฎหมายอย่างเคร่งครัดเอาผิดกับฟาร์มสุกรที่ปล่อยน้ำเสียที่ไม่ได้มาตรฐานลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยมอบหมายให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มสุกรในหน่วยงานต่างๆ เป็นผู้รับผิดชอบ

5) รัฐบาลควรให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาซึ่งมีผลกระทบกับประชากรจำนวนมากและหลายมิติทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศวิทยา ในขณะที่ประชากรมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจะต้องมีแผนงานโครงการฟื้นฟูอนุรักษ์ และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนจากหน่วยงานราชการหลายหน่วยงาน รวมทั้งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

6) การสร้างจิตสำนึกผู้วิจัยมีความคาดหวังว่า ถ้าหากเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรมีความสำนึกในการรับผิดชอบต่อลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาอันเป็นแหล่งน้ำที่มีความหลากหลายทางธรรมชาติและวัฒนธรรม ก็จะทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีความผาสุขตลอดไป

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ ชูเกียรติวัฒนา. 2549. ฟาร์มสุกรกับสิ่งแวดล้อม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 10 (เมษายน-มิถุนายน) : 63-73.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547. ปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิด. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.tei.or.th/songkhlalake/database/pollution_water/pollution.html วันที่สืบค้น [11/06/51].

กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 2547. ยูโทรฟิเคชัน : ผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการประมงในทะเลสาบสงขลา. พิมพ์ครั้งที่ 1. สงขลา : กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง.

กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ กรมปศุสัตว์. 2551. สถิติสุกรในประเทศไทยแสดงรายภาค ปี 2541-2550. (ออนไลน์) สืบค้นจาก www.dld.go.th/ict/yearly/yearly50/stat/annex02-09.xls [10/11/52].

กองจัดการคุณภาพน้ำ. 2542. คู่มือการจัดการฟาร์มสุกรเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : กรมปศุสัตว์.

ชัชวาล คำวงศ์ และคณะ. 2550. โครงการการจัดทำระบบฐานข้อมูลพลังงานเพื่อการวิเคราะห์และวางแผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศ. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.thaienergydata.in.th/econtent/upload_pic/1190688359.pdf วันที่สืบค้น [16/06/51].

ฐานิสร์ ดำรงวัฒนภิน และคณะ. 2548. การศึกษาประสิทธิภาพและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์เพื่อเลือกระบบบำบัดน้ำเสียในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของฟาร์มสุกร. สำนักงานและคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

นิคม ละอองศิริวงศ์ และคณะ. 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับตะกอนดิน และสาเหตุการตายของปลากะพงขาวในทะเลสาบสงขลาตอนนอก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 28/2549 : สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง.

พนิดา พานิชกุล และยุทธภูมิ วงศ์วัฒนฤกษ์. 2546. คัมภีร์การวิเคราะห์และตัดสินใจปัญหาเชิงธุรกิจโดยใช้ Excel. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

พิสิษฐ์ บึงบัว. 2546. การใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมายจัดสรรจำนวนอาจารย์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภิญญดา เนียมคำ. 2544. การกำจัดไนโตรเจนจากน้ำเสียมูลสุกรโดยบึงประดิษฐ์ที่มีการไหลได้ผิวดินในแนวดิ่งและถังกรองทรายที่มีการไหลในแนวนอน, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2550. การบำบัดน้ำมูลสุกรแบบไร้อากาศ. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.efe.or.th/download/wastewater_pig.pdf วันที่สืบค้น [11/07/51].

วิชิต ถิ่นรัตนากูล. 2550. การเลี้ยงหมูต้นทุนต่ำ (หมูหลุมดินชีวภาพ). (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.phayaocivil.net/THAI/pig.doc วันที่สืบค้น [24/03/51].

วิไลลักษณ์ อัศวรุจิกุลชัย. 2528. การประยุกต์โปรแกรมเชิงเป้าหมายกับการจัดสรรทรัพยากรบุคคล: กรณีศึกษาในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์. 2553. ระบบก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดใหญ่ (H-UASB). (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.erdi.or.th/index.php?r=artide/view&id=160&category=14 วันที่สืบค้น [22/10/53].

สมหมาย นัตรแสงอุทัย. 2550. ระบบจัดการของเสียจากฟาร์มปศุสัตว์. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.dld.go.th/certify/certify/page/download/data/envieonment/data_m_Kanjanjburi/Livestock%20Waste%20Management%20Chapter.pdf วันที่สืบค้น [03/04/51].

สอาด นิวิศพงศ์. 2540. การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการโปรแกรมเชิงเส้น. รายงานการวิจัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สำนักงานกรมปศุสัตว์ราชบุรี. 2546. รายละเอียดแบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียของกรมปศุสัตว์. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.dld.go.th/pvlo_rri/data/plan_1234.doc วันที่สืบค้น [10/09/53].

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เล่มที่ 2 รายงานหลัก. สงขลา : นีโอพ้อยท์.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. 2546. คู่มือการเลือกใช้ การดูแลและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรตามแบบมาตรฐานกรมปศุสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. 2550. แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทฟาร์มเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.tei.or.th/songkhlalake/images/map/farm_gps2_map.html วันที่สืบค้น [08/11/52].

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16. 2546. ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. สงขลา : สำนักจัดการคุณภาพน้ำ และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16.

สุกัญญา แย้มเกษม. 2535. การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเป้าหมายในการจัดสรรบุคลากรของโรงเรียนนายเรืออากาศ: กรณีศึกษาในสายวิชาวิทยาการ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุเมศวร จันทะ. 2549. การประยุกต์ใช้กระบวนการ AHP และ Goal Programming เพื่อพยากรณ์การสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ในงานอุตสาหกรรม และการเลือกผู้จัดหาสินค้าที่เหมาะสม, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เสาวลักษณ์ กุณฑล. 2549. องค์กรจัดการลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาในบริบทของการบริหารจัดการลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา, คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อำนวย สิทธิเจริญชัย. 2539. การศึกษาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.tei.or.th/songkhlalake/database/research/pdf/r_2 3 . pdf วันที่สืบค้น [25/10/53]

อุไรวรรณ เอกสินธุ์. 2545. การกำจัดไนโตรเจนจากน้ำเสียฟาร์มสุกรที่ผ่านการบำบัดแบบไร้ออกซิเจนในระบบบึงประดิษฐ์แบบผสมผสานด้วยธูปฤาษีและกกสามเหลี่ยม, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Aburs, R., Hammad, M.A., Hiary, S.E., Qousous, S., and Abu-reesh, I. 2002. Construction and operation of a demonstration biogas plant, problems and prospects. Journal of energy conversion and management. 37(5): 611-614. (ออนไลน์) สืบค้นจาก www.sciencedirect.com วันที่สืบค้น [22/02/51].

Batzias, F.A., Sidiras, D.K., and Spyrou, E.K. 2004. Evaluating livestock manures for biogas production : a GIS based method. Journal of renewable energy. 30(8): 1161-1176. (ออนไลน์) สืบค้นจาก www.sciencedirect.com วันที่สืบค้น [22/2/51].

Gleson, J.M., and Lilly, C.C. 1977. A goal programming model for insurance agency management. Decision Sci. 18 : 395-408.

Hillier, F.S. 1990. Introduction to Mathematical Programming. MeGrew-Hill, Inc., Singapore.

Hobson, P.N. and Robertson, A.M. 1977. Waste Treatment in Agriculture. Applied Science Publishers Ltd. London.

Ignizio, J.P. 1982. Linear Programming in Single and Multiple – Objectives System. Prentice – Hall, Inc., New Jersey.

Kenneth E.B. and Bartlett E.T. 1975 Resource Allocation through Goal Programming. Journal of range management. 28(6): 442-447.

Levin, R.I., Kirkpatrick, C.A. and Rubin, D.S. 1982. Quantitative Approaches to Management. 5th ed. McGraw – Hill Co., New York.

Sultan, A. 1993. Linear Programming and Introduction with Applications. Academic Press. Inc., New York.

Taha, H.A. 1997 Operation Research: An Introduction. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก การคำนวณค่าต่าง ๆที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ก 1 การคำนวณค่าต่าง ๆของฟาร์มสุกรรายย่อย

- อัตราการเกิดน้ำเสีย 20 ลิตร/ตัว/วัน และ บีโอดี (BOD) มีค่า 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร
- ระยะเวลาการทำงาน 366 วัน/ปี
- จำนวนสุกรเฉลี่ยเท่ากับ 20 ตัว/ฟาร์ม

<u>บำบัดแบบธรรมชาติ</u>

ใน 1 ปีจะทำการเลี้ยงสุกร 2 รอบ โดยเลี้ยงสุกรรอบละ 183 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้เท่ากับ $\{[(20 \times 20 \times 1,500)/10^6] \times 183\}+\{[(20 \times 20 \times 1,500)/10^6] \times 183\} = 219.6$ กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยที่ระบบบำบัดแบบธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการบำบัด 55% ดังนั้น ปริมาณความสกปรกหลังผ่านการบำบัดแบบธรรมชาติมีค่าเท่ากับ $(219.6 \times 45)/100 = 98.82$ กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

ในการสร้างระบบบำบัดสามารถคำนวณปริมาณน้ำเสียที่ออกจากฟาร์มสุกรเท่ากับ $20 \times 20 = 400$ ลิตร/วัน = 0.40 ลบ.ม./วัน โดยออกแบบให้ระบบบำบัดเก็บน้ำเสียนาน 150 วันทำให้เกิดปริมาณน้ำเสียได้เท่ากับ 72 ลบ.ม. ดังนั้นต้องทำการขุดบ่อที่มีปริมาตร $0.5 \times (4+2) \times 4 \times 5 = 60$ ลบ.ม. เพื่อรองรับน้ำเสีย โดยค่าขุดบ่อลูกบาศก์เมตรละ 22 บาท ดังนั้นเสียค่าใช้จ่ายในการขุดบ่อเท่ากับ $60 \times 22 = 1,320$ บาท และเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเสียซึมลงสู่ใต้ดินจึงต้องทำการปูพลาสติกทั้ง 5 ด้านของบ่อ ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านยาว = 2 ด้าน $\times$ ยาว 5 เมตร $\times$ ลึก 5.5 เมตร = 55 ตารางเมตร

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านกว้าง = 2 ด้าน $\times$ ½ $\times$ ผลบวกความกว้างด้านบนและด้านล่าง $(4 + 2) \times$ ลึก 4 เมตร = 24 ตารางเมตร

พื้นที่ก้นบ่อ = กว้าง 2 เมตร $\times$ ยาว 4 เมตร = 8 ตารางเมตร รวมเป็นพื้นที่บ่อของฟาร์มเท่ากับ $55 + 24 + 8 = 87$ ตารางเมตร ค่าใช้จ่ายผ้า HDPE ตารางเมตรละ 90 บาท รวมเป็นเงิน 7,830 บาท

ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 1,000 บาท

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบปีละ 1 ครั้งเป็นเงิน 1,000 บาท

สำหรับการบำบัดแบบธรรมชาติ รายได้จะมาจากการขายมูลสุกรตากแห้งโดยที่สุกร 1 ตัวได้ปุ๋ยอินทรีย์ (แห้ง) 0.12 กิโลกรัม/วัน (ความชื้นประมาณ35%) ดังนั้นจำนวนสุกร 20 ตัว

ทำให้เกิดมูลสุกรจำนวน 0.12×20 = 2.4 กก./วัน = 878.4 กก./ปี โดยขายไปด้วยราคา 30 กิโลกรัม 35 บาท ส่งผลให้ได้เงินทั้งสิ้น (876/30) × 35 = 1,024.80 บาท/ปี

ค่าใช้จ่ายรวมในการสร้างระบบบำบัดแบบธรรมชาติ เท่ากับ ค่าขุด(1,320 บาท) + ค่าพลาสติกปูบ่อ (7,830 บาท) + ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 1,000 บาท = 10,150 บาท โดยที่ระบบมีอายุการใช้งาน 3 ปี ดังนั้นใน 1 ปีสามารถคิดค่าเสื่อมได้มีค่าเท่ากับ 10,150/3 = 3,383.33 บาท/ปี

<u>ต้นทุน</u> ในการสร้างระบบบำบัดมีค่าเท่ากับ 3,383.33 + 1,000 = 4,383.33 บาท/ปี

<u>รายได้</u> จากการขายปุ๋ยมูลสุกร เท่ากับ 1,024.80 บาท/ปี

<u>ผลตอบแทน</u> เท่ากับ 1,024.80 - 4,383.33 = -3,358.53 บาท/ปี

<u>บำบัดแบบหมูหลุม</u>

ใน 1 ปีจะทำการเลี้ยงสุกร 3 รอบ โดยเลี้ยงสุกรรอบละ 122 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้เท่ากับ {[(20 × 20 × 1,500)/10^6]× 122}+{[(20 × 20 × 1,500)/10^6] × 122} + {[(20 × 20 × 1,500)/10^6] × 122} = 219.6 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยที่ระบบบำบัดแบบหมูหลุมมีประสิทธิภาพในการบำบัด 100% ดังนั้น ปริมาณความสกปรกหลังผ่านการบำบัดแบบหมูหลุมมีค่าเท่ากับ 0 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี หรือบำบัดได้ 219.6 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี ซึ่งการเลี้ยงสุกรแบบหมูหลุมสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบบำบัด ได้ดังนี้

การสร้างระบบบำบัดแบบหมูหลุมทำได้โดยการขุดดินขนาด กว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร ลึก 0.9 เมตร เท่ากับ 18 ลบ.ม. ค่าขุดลูกบาศก์เมตรละ 22 บาท ดังนั้นค่าขุดเท่ากับ 22×18 = 396 บาท

ค่าอิฐ 4 ด้านจำนวน 348 ก้อน ก้อนละ 5 บาทเป็นเงิน 1,740 บาท

ปูนผสมสำเร็จ 2 คิว 3,600 บาท + ค่าแรงในการเท 760 บาท เป็นเงิน 4,360 บาท

ค่าแรงเหมาก่ออิฐ 300 บาท

ค่าวัสดุอุปกรณ์โครงสร้าง 10,000 บาท

ค่าบำรุงรักษาระบบกับค่าวัสดุพื้นคอกประมาณ = 6,000 บาท/ปี

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบบำบัดแบบหมูหลุม มีค่าเท่ากับ 396 + 1,740 + 4,360 + 300 + 10,000 = 16,796 บาท โดยที่ระบบบำบัดมีอายุการใช้งาน 5 ปี ดังนั้นใน 1 ปีสามารถคิดค่าเสื่อมได้มีค่าเท่ากับ 16,796 /5 = 3,359.2 บาท/ปี

ต้นทุน ในการสร้างระบบบำบัดมีค่าเท่ากับ 3,359.2 + 6,000 = 9,359.2 บาท/ปี

รายได้ จากการขายปุ๋ยมูลสุกรประมาณ 4,000 บาท/4 เดือน = 12,000 บาท/ปี

ผลตอบแทน เท่ากับ 12,000 - 9,359.2 = 2,640.80 บาท/ปี

ภาคผนวก ก 2 การคำนวณค่าต่าง ๆของฟาร์มสุกรขนาดเล็ก

- อัตราการเกิดน้ำเสีย 20 ลิตร/ตัว/วัน และ บีโอดี (BOD) มีค่า 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร
- ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. มีค่าเท่ากับ ก๊าซหุงต้ม(LPG) 0.46 กิโลกรัม
  ก๊าซหุงต้ม (LPG) ราคา 18.9 บาท/กิโลกรัม
  ดังนั้น ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. มีค่าเท่ากับ 8.70 บาท (สำนักนโยบายปิโตรเลียมและปิโตรเคมี)
- ระยะเวลาการทำงาน 366 วัน/ปี
- จำนวนสุกรเฉลี่ยเท่ากับ 140 ตัว/ฟาร์ม

บำบัดแบบ Fixed Dome

ใน 1 ปีจะทำการเลี้ยงสุกร 2 รอบ โดยเลี้ยงสุกรรอบละ 183 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้เท่ากับ $\{[(140 \times 20 \times 1,500)/10^6] \times 183\}+\{[(140 \times 20 \times 1,500)/10^6] \times 183\} = 1,537.2$ กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยที่ระบบบำบัดแบบ Fixed Dome มีประสิทธิภาพในการบำบัด 95% ดังนั้น ปริมาณความสกปรกหลังผ่านการบำบัดแบบ Fixed Dome มีค่าเท่ากับ $(1,537.2 \times 5)/100 = 76.86$ กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

จากการศึกษาข้อมูลของมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมปี 2550 พบว่าจำนวนสุกร 140 ตัว สามารถสร้างระบบบำบัดที่มีขนาด 30 ลบ.ม. โดยเสียค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบบำบัดประมาณ 48,900 บาท และมีผลพลอยได้จากก๊าซชีวภาพจำนวน 10.5 ลบ.ม. จากนั้นคำนวณระบบบำบัดขั้นหลังที่รองรับน้ำล้นจากบ่อ Fixed Dome โดยกักเก็บน้ำเสียนาน 30 วัน มีปริมาตรเท่ากับ $0.5(4+2) \times 3 \times 9.5 = 85.5$ ลบ.ม. ค่าขุดบ่อลูกบาศก์เมตรละ 22 บาท ดังนั้นเสียค่าใช้จ่ายในการขุดบ่อรวมทั้งหมดเท่ากับ $(85.5) \times 22 = 1,881$ บาท

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านยาว = 2 ด้าน ×ยาว 9.5 เมตร×ลึก 4.5 เมตร = 85.5 ตารางเมตร

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านกว้าง = 2 ด้าน× ½ × ผลบวกความกว้างด้านบนและด้านล่าง (4 + 2) × ลึก 3 เมตร = 18 ตารางเมตร

พื้นที่ก้นบ่อ = กว้าง 2 เมตร×ยาว 9.5 เมตร = 19 ตารางเมตร

รวมเป็นพื้นที่บ่อ 122.5 ตารางเมตร ค่าใช้จ่ายผ้า HDPE ตารางเมตรละ 90 บาท รวมเป็นเงิน 11,025 บาท

ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 1,000 บาท

ค่าอุปกรณ์ที่จะใช้ประโยชน์จากพลังงานก๊าซชีวภาพ 5,000 บาท

ค่าบำรุงรักษาระบบประมาณ 10,000 บาท/ปี

โดยที่ระบบมีอายุการใช้งาน 10 ปี ดังนั้นใน 1 ปีสามารถคิดค่าเสื่อมได้มีค่าเท่ากับ 67,806/10 = 6,780.6 บาท/ปี

รายได้จากการสร้างระบบบำบัดนี้ มาจาก 2 ส่วนด้วยกันคือ 1.จากการขายมูลสุกรตากแห้ง 2.การนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานในรูปแบบของก๊าซหุงต้ม (LPG) โดยในส่วนของมูลสุกรตากแห้งคำนวณได้จากโดยที่สุกร 1 ตัวได้ปุ๋ยอินทรีย์ (แห้ง) 0.12 กิโลกรัม/วัน (ความชื้นประมาณ 35%) ดังนั้นจำนวนสุกร 140 ตัวทำให้เกิดมูลสุกรจำนวน 0.12×140 = 16.8 กก./วัน = 6,148.8 กก./ปี โดยขายไปด้วยราคา 30 กิโลกรัม 35 บาท ส่งผลให้ได้เงินทั้งสิ้น (6,148.80/30) ×35 = 7,173.6 บาท/ปี และระบบบำบัดสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 10.5 ลบ.ม./วัน โดยที่ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. มีค่าเท่ากับ 8.70 บาท/ลบ.ม. ดังนั้นรายได้จากการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในครัวเรือนมีค่าเท่ากับ 10.5×8.70×366 = 33,434.10 บาท/ปี

<u>ต้นทุน</u> ในการสร้างระบบบำบัด เท่ากับ 6,780.6 + 10,000 = 16,780.6 บาท/ปี

<u>รายได้</u> (ก๊าซชีวภาพ) 33,434.10 + (ปุ๋ยมูลสุกร) 7,173.6 = 40,607.70 บาท/ปี

<u>ผลตอบแทน</u> เท่ากับ 40,607.70 - 16,780.6 = 23,287.10 บาท/ปี

<u>บำบัดแบบธรรมชาติ</u>

ใน 1 ปีจะทำการเลี้ยงสุกร 2 รอบ โดยเลี้ยงสุกรรอบละ 183 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เท่ากับ {[(140 × 20 × 1,500)/10^6] × 183}+{[(140 × 20 × 1,500)/10^6] × 183} = 1,537.2 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยที่ระบบบำบัดแบบธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการบำบัด 55% ดังนั้น ปริมาณความสกปรกหลังจากผ่านการบำบัดแบบธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ (1,537.2×45)/100 = 691.74 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

ในการสร้างระบบบำบัดสามารถคำนวณปริมาณน้ำเสียที่ออกจากฟาร์มสุกร ได้เท่ากับ 140×20 = 2,800 ลิตร/วัน = 2.80 ลบ.ม./วัน โดยออกแบบให้ระบบบำบัดเก็บน้ำเสียนาน 150 วัน ทำให้เกิดปริมาณน้ำเสีย เท่ากับ 420 ลบ.ม. ดังนั้นต้องทำการขุดบ่อที่มีปริมาตร เท่ากับ 0.5(10+6) × 5 × 10.5 เท่ากับ 420 ลบ.ม. โดยค่าขุดบ่อลูกบาศก์เมตรละ 22 บาท ดังนั้นเสีย

ค่าใช้จ่ายในการขุดบ่อเท่ากับ 420 × 22 = 9,240 บาทและเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเสียซึมลงสู่ใต้ดินจึงต้องทำการปูพลาสติกทั้ง 5 ด้านของบ่อ ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านยาว = 2 ด้าน ×ยาว 10.5 เมตร×ลึก 6.5 เมตร = 136.5 ตารางเมตร

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านกว้าง = 2 ด้าน× ½ × ผลบวกความกว้างด้านบนและด้านล่าง (10 + 6) × ลึก 5 เมตร = 80 ตารางเมตร

พื้นที่ก้นบ่อ = กว้าง 6 เมตร×ยาว 10.5 เมตร = 63 ตารางเมตร

รวมเป็นพื้นที่บ่อของฟาร์มเท่ากับ 136.5 + 80 + 63 = 279.5 ตารางเมตร

ค่าใช้จ่ายแผ่น HDPE ตารางเมตรละ 90 บาท รวมเป็นเงิน 25,155 บาท

ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 1,000 บาท

ค่าบำรุงรักษาระบบประมาณ 7,000 บาท

สำหรับการบำบัดด้วยวิธีธรรมชาติรายได้จากการขายมูลสุกรตากแห้ง โดยที่สุกร 1 ตัวได้ปุ๋ยอินทรีย์ (แห้ง) 0.12 กิโลกรัม/วัน (ความชื้นประมาณ35%) ดังนั้นจำนวนสุกร 140 ตัวทำให้เกิดมูลสุกรจำนวน 0.12×140 = 16.8 กก./วัน = 6,148.8 กก./ปี โดยขายไปด้วยราคา 30 กิโลกรัม 35 บาท ส่งผลให้ได้เงินทั้งสิ้น (6,148.8/30) ×35 = 7,173.6 บาท/ปี

ค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบบำบัดแบบธรรมชาติ เท่ากับ ค่าขุด (9,240 บาท) + ค่าพลาสติกปูบ่อ (25,155 บาท) + ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 1,000 บาท = 35,395 บาท โดยที่ระบบมีอายุการใช้งาน 3 ปี ดังนั้นใน 1 ปีสามารถคิดค่าเสื่อมได้มีค่าเท่ากับ 36,395 /3 = 11,798.33 บาท/ปี

<u>ต้นทุน</u> ในการสร้างระบบบำบัดเท่ากับ 11,798.33 + 7,000 = 18,798.33 บาท/ปี

<u>รายได้</u> จากปุ๋ยมูลสุกร เท่ากับ 7,173.6 บาท/ปี

<u>ผลตอบแทน</u> เท่ากับ 7,173.6 - 18,798.33 = -11,642.73 บาท/ปี

<u>บำบัดแบบกรมปศุสัตว์</u>

ใน 1 ปีจะทำการเลี้ยงสุกร 2 รอบ โดยเลี้ยงสุกรรอบละ 183 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เท่ากับ {[(140 × 20 × 1,500)/10^6] × 183}+{[(140 × 20 × 1,500)/10^6] × 183} = 1,537.2 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยที่ระบบบำบัดแบบธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการบำบัด 93% ดังนั้น ปริมาณความสกปรกหลังจากผ่านการบำบัดแบบธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ (1,537.2×7)/100 = 107.60 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

จากข้อมูลของกรมปศุสัตว์สามารถเลือกระบบการบำบัดแบบกรมปศุสัตว์ คือ ระบบบำบัดแบบที่ 1 โดยใช้งบประมาณในการก่อสร้างเป็นเงินจำนวน 39,300 บาท โดยระบบมีอายุการใช้งาน 10 ปี ดังนั้นใน 1 ปีสามารถคิดค่าเสื่อมได้มีค่าเท่ากับ 39,300/10 = 3,930 บาท/ปี ซึ่งระบบบำบัดจะรองรับจำนวนสุกรได้ 250 ตัว

ค่าบำรุงรักษาระบบ 5,000 บาท/ปี

สำหรับการบำบัดด้วยวิธีแบบกรมปศุสัตว์รายได้จากการขายมูลสุกรตากแห้งเท่ากับ 10,950 บาท/ปี

<u>ต้นทุน</u> ในการสร้างระบบบำบัด เท่ากับ 3,930 + 5,000 = 8,930 บาท/ปี

<u>รายได้</u> จากปุ๋ยมูลสุกร เท่ากับ 10,950 บาท/ปี

<u>ผลตอบแทน</u> เท่ากับ 10,950 - 8,930 = 2,020 บาท/ปี

<u>บำบัดแบบ Cover Lagoon</u>

ใน 1 ปีจะทำการเลี้ยงสุกร 2 รอบ โดยเลี้ยงสุกรรอบละ 183 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เท่ากับ $\{[(140 \times 20 \times 1,500)/10^6] \times 183\}+\{[(140 \times 20 \times 1,500)/10^6] \times 183\} = 1,537.2$ กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยที่ระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon มีประสิทธิภาพในการบำบัด 98% ดังนั้น ปริมาณความสกปรกหลังจากผ่านการบำบัดแบบ Cover Lagoon มีค่าเท่ากับ $(1,537.2 \times 2)/100 = 30.74$ กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

ในการสร้างระบบบำบัดสามารถคำนวณปริมาณน้ำเสียที่ออกจากฟาร์มสุกรเท่ากับ 140×20 = 2,800 ลิตร/วัน = 2.80 ลบ.ม./วัน โดยในการสร้างระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon ต้องทำการขุดบ่อ 2 บ่อ

บ่อแรกเป็นบ่อที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพ ส่วนบ่อบำบัดขั้นหลังเป็นบ่อที่รองรับน้ำล้นจากบ่อแรก โดยบ่อแรกกักเก็บน้ำเสียนาน 60 วันซึ่งรองรับปริมาณน้ำเสีย เท่ากับ 168 ลบ.ม. ดังนั้นต้องทำการขุดบ่อที่มีปริมาตร เท่ากับ $0.5(6+3) \times 4 \times 9.5 = 171$ ลบ.ม.

บ่อที่สองรองรับน้ำล้นจากบ่อแรกกักเก็บนาน 30 วัน มีปริมาตรเท่ากับ $0.5(4+2) \times 3 \times 9.5 = 85.5$ ลบ.ม. ค่าขุดบ่อลูกบาศก์เมตรละ 22 บาท ดังนั้นเสียค่าใช้จ่ายในการขุดบ่อรวมทั้งหมดเท่ากับ $(171+85.5) \times 22 = 5,643$ บาท

คำนวณหาค่าใช้จ่ายในส่วนของผ้าคลุม HDPE (คลุมด้านบน) และ (คลุมก้นบ่อ) ได้ดังนี้

บ่อที่1

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านยาว = 2 ด้าน ×ยาว 9.5 เมตร×ลึก 5.5 เมตร = 104.5 ตารางเมตร

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านกว้าง = 2 ด้าน× ½ × ผลบวกความกว้างด้านบนและด้านล่าง (6 + 3) × ลึก 4 เมตร = 36 ตารางเมตร

พื้นที่ก้นบ่อ = กว้าง 3 เมตร×ยาว 9.5 เมตร = 28.5 ตารางเมตร

พื้นที่ด้านบนบ่อ = กว้าง (6 + 1) × ยาว 10 = 70 ตารางเมตร

รวมเป็นพื้นที่ผนังบ่อด้าน(ยาว + กว้าง + ก้น + บน) = 239 ตารางเมตร ดังนั้นค่าใช้จ่ายผ้า HDPE ตารางเมตรละ 90 บาท รวมเป็นเงิน 21,510 บาท

บ่อที่ 2

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านยาว = 2 ด้าน ×ยาว 9.5 เมตร×ลึก 4.5 เมตร = 85.5 ตารางเมตร

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านกว้าง = 2 ด้าน× ½ × ผลบวกความกว้างด้านบนและด้านล่าง (4 + 2) × ลึก 3 เมตร = 18 ตารางเมตร

พื้นที่ก้นบ่อ = กว้าง 2 เมตร×ยาว 9.5 เมตร = 19 ตารางเมตร

รวมเป็นพื้นที่บ่อ 122.5 ตารางเมตร ค่าใช้จ่ายผ้า HDPE ตารางเมตรละ 90 บาท รวมเป็นเงิน 11,025 บาท

ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 3,000 บาท

ค่าอุปกรณ์ที่จะใช้ประโยชน์จากพลังงานก๊าซชีวภาพ 5,000 บาท

ค่าบำรุงรักษาระบบประมาณ 10,000 บาท/ปี

เงินที่ใช้ในการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Cover Lagoon_มีค่าเท่ากับ (ค่าขุด) 5,643 บาท + (ค่าพลาสติกคลุมบ่อ1 + 2) 21,510 + 11,025 + ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 3,000 บาท+ (ค่าอุปกรณ์) 5,000 บาท = 46,178 บาท โดยระบบมีอายุการใช้งาน 3 ปี ดังนั้นใน 1 ปี สามารถคิดค่าเสื่อมได้มีค่าเท่ากับ 46,178/3 = 15,392.67 บาท/ปี

รายได้จากการสร้างระบบบำบัดนี้ มาจาก ก๊าซชีวภาพ 11.2 ลบ.ม./วัน โดยที่ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. มีค่าเท่ากับ 8.70 บาท/ลบ.ม. ดังนั้นรายได้จากก๊าซชีวภาพมีค่าเท่ากับ 35,663.04 บาท/ปี

ต้นทุน ในการสร้างระบบบำบัด เท่ากับ 15,392.67 +10,000 = 25,392.67 บาท/ปี

รายได้ (ก๊าซชีวภาพ) 35,663.04 = 35,663.04 บาท/ปี

ผลตอบแทน เท่ากับ 35,663.04 - 25,392.67 = 10,270.37 บาท/ปี

ภาคผนวก ก 3 การคำนวณค่าต่าง ๆของฟาร์มสุกรขนาดกลาง

- อัตราการเกิดน้ำเสีย 15 ลิตร/ตัว/วัน และ บีโอดี (BOD) มีค่า 2,500 มิลลิกรัม/ลิตร
- ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. มีค่าเท่ากับ ก๊าซหุงต้ม(LPG) 0.46 กิโลกรัม
  ก๊าซหุงต้ม(LPG) ราคา 18.9 บ./กิโลกรัม
  ดังนั้น ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. มีค่าเท่ากับ 8.70 บาท (สำนักนโยบายปิโตรเลียมและปิโตรเคมี)
- ระยะเวลาการทำงาน 366 วัน/ปี
- จำนวนสุกรเฉลี่ยเท่ากับ 650 ตัว/ฟาร์ม
- ค่าไฟฟ้าผันแปร (ค่า Ft) หน่วยละ 0.9255 ระยะเดือน ม.ค.-เม.ย. 52

<u>บำบัดแบบ MC-UASB</u>

ใน 1 ปีจะทำการเลี้ยงสุกร 2 รอบ โดยเลี้ยงสุกรรอบละ 183 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้เท่ากับ {[(650 × 15 × 2,500)/10^6] × 183}+{[(650 × 15 × 2,500)/10^6] × 183} = 8,921.25 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยที่ระบบบำบัดแบบ MC-UASB มีประสิทธิภาพในการบำบัด 97% ดังนั้น ปริมาณความสกปรกหลังจากผ่านการบำบัดแบบ MC-UASB มีค่าเท่ากับ (8,921.25×3)/100 = 267.64 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

จากการศึกษาข้อมูลของมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมปี 2550 พบว่า ค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบบำบัด MC-UASB มีค่าเท่ากับ 931,000 บาท/ฟาร์ม และมีผลพลอยได้จากก๊าซชีวภาพ 54.17 ลบ.ม./วัน จากนั้นคำนวณระบบบำบัดขั้นหลังที่รองรับน้ำล้นจากบ่อ MC-UASB โดยเก็บน้ำเสียนาน 30 วัน โดยบ่อมีปริมาตรเท่ากับ 0.5(10+6) ×4×9.5 = 304 ลบ.ม. ค่าขุดบ่อลูกบาศก์เมตรละ 22 บาท ดังนั้นเสียค่าใช้จ่ายในการขุดบ่อรวมทั้งหมดเท่ากับ 304 × 22 = 6,688 บาท

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านยาว = 2 ด้าน ×ยาว 9.5 เมตร×ลึก 5.5 เมตร = 104.5 ตารางเมตร

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านกว้าง = 2 ด้าน× ½ × ผลบวกความกว้างด้านบนและด้านล่าง (10 + 6) × ลึก 4 เมตร = 64 ตารางเมตร

พื้นที่ก้นบ่อ = กว้าง 6 เมตร×ยาว 9.5 เมตร = 57 ตารางเมตร

รวมเป็นพื้นที่บ่อ 225.5 ตารางเมตร ค่าใช้จ่ายผ้า HDPE ตารางเมตรละ 90 บาท รวมเป็นเงิน 20,295 บาท

ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 5,000 บาท

โดยที่ระบบมีอายุการใช้งาน 10 ปี ดังนั้นใน 1 ปีสามารถคิดค่าเสื่อมได้มีค่าเท่ากับ 981,278/10 = 96,298.3 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษาระบบประมาณ 50,000 บาท/ปี และเสียค่าไฟฟ้าจากการใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำเป็นเงินจำนวน 16.19 (ค่าไฟฟ้าฐาน) + 16.66 (ค่าไฟฟ้าผันแปร) + 2.3 (ภาษี) = 35.15 บาท/เดือน หรือเท่ากับ 421.8 บาท/ปี รวมเป็นเงิน 50,421.8 บาท/ปี

รายได้จากการสร้างระบบบำบัดนี้ มาจาก 2 ส่วนด้วยกันคือ 1.จากการขายมูลสุกรตากแห้ง 2.การนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานในรูปของก๊าซหุงต้ม (LPG) โดยในส่วนของมูลสุกรตากแห้งคำนวณได้จากสุกร 1 ตัวได้ปุ๋ยอินทรีย์ (แห้ง) 0.12 กิโลกรัม/วัน (ความชื้นประมาณ35%) ดังนั้นจำนวนสุกร 650 ตัวทำให้เกิดมูลสุกรจำนวน 0.12×650 = 78 กก./วัน = 28,548 กก./ปี โดยขายไปด้วยราคา 30 กิโลกรัม 35 บาท ส่งผลให้ได้เงินทั้งสิ้น (28,548/30) ×35 = 33,306 บาท/ปี และระบบบำบัดสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 54.17 ลบ.ม./วัน โดยที่ก๊าซชีวภาพ1 ลบ.ม. มีค่าเท่ากับ 8.70 บาท ดังนั้นรายได้จากการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในครัวเรือนมีค่าเท่ากับ 172,488.11 บาท/ปี

<u>ต้นทุน</u> ในการสร้างระบบบำบัดเท่ากับ 96,298.3 + 50,421.8 = 146,720.1 บาท/ปี

<u>รายได้</u> (ก๊าซชีวภาพ)172,488.11 + (ปุ๋ยมูลสุกร) 33,306 = 205,794.11 บาท/ปี

<u>ผลตอบแทน</u> เท่ากับ 205,794.11 - 146,720.1 = 59,074.01 บาท/ปี

<u>แบบ Modified Cover Lagoon</u>

ใน 1 ปีจะทำการเลี้ยงสุกร 2 รอบ โดยเลี้ยงสุกรรอบละ 183 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เท่ากับ {[(650 × 15 × 2,500)/10^6] × 183}+{[(650 × 15 × 2,500)/10^6] × 183} = 8,921.25 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยที่ระบบบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon มีประสิทธิภาพในการบำบัด 97% ดังนั้น ปริมาณความสกปรกหลังจากผ่านการบำบัดแบบ Modified Cover Lagoon มีค่าเท่ากับ (8,921.25×3)/100 = 267.64 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

จากการศึกษาข้อมูลของมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมปี 2550 พบว่า สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบบำบัด Modified Cover Lagoon โดยประมาณ และก๊าซชีวภาพของระบบได้ดังนี้ โดยค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบบำบัดเป็นจำนวนเงินประมาณ 889,000 บาท และสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 60 ลบ.ม/วัน จากนั้นคำนวณระบบบำบัดขั้นหลังที่รองรับน้ำล้นจากบ่อ Modified Cover Lagoon โดยเก็บน้ำเสียนาน 30 วัน โดยบ่อมีปริมาตรเท่ากับ 0.5(10+6) ×4×9.5 = 304 ลบ.ม. ค่าขุดบ่อลูกบาศก์เมตรละ 22 บาท ดังนั้นเสียค่าใช้จ่ายในการขุดบ่อรวมทั้งหมดเท่ากับ 304 × 22 = 6,688 บาท

คำนวณเพื้นที่ผนังบ่อด้านยาว = 2 ด้าน ×ยาว 9.5 เมตร×ลึก 5.5 เมตร = 104.5 ตารางเมตร

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านกว้าง = 2 ด้าน× ½ × ผลบวกความกว้างด้านบนและด้านล่าง (10 + 6) × ลึก 4 เมตร = 64 ตารางเมตร

พื้นที่ก้นบ่อ = กว้าง 6 เมตร×ยาว 9.5 เมตร = 57 ตารางเมตร

รวมเป็นพื้นที่บ่อ 335.5 ตารางเมตร ค่าใช้จ่ายผ้า HDPE ตารางเมตรละ 90 บาท รวมเป็นเงิน 20,295 บาท

ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 5,000 บาท

โดยที่ระบบมีอายุการใช้งาน 10 ปี ดังนั้นใน 1 ปีสามารถคิดค่าเสื่อมได้มีค่าเท่ากับ 920,983/10 = 92,098.3 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษาระบบประมาณ 50,000 บาท/ปี และเสียค่าไฟฟ้าจากการใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำเป็นเงินจำนวน 16.19 (ค่าไฟฟ้าฐาน) + 16.66 (ค่าไฟฟ้าผันแปร) + 2.3 (ภาษี) = 35.15 บาท/เดือน หรือเท่ากับ 421.8 บาท/ปี รวมเป็นเงิน 50,421.8 บาท/ปี

รายได้จากการสร้างระบบบำบัดนี้ มาจาก 2 ส่วนด้วยกันคือ 1.จากการขายมูลสุกรตากแห้ง 2.การนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานในรูปของก๊าซหุงต้ม (LPG) โดยในส่วนของมูลสุกรตากแห้งคำนวณได้จากสุกร 1 ตัวได้ปุ๋ยอินทรีย์ (แห้ง) 0.12 กิโลกรัม/วัน (ความชื้นประมาณ35%) ดังนั้นจำนวนสุกร 650 ตัวทำให้เกิดมูลสุกรจำนวน 0.12×650 = 78 กก./วัน = 28,548 กก./ปี โดยขายไปด้วยราคา 30 กิโลกรัม 35 บาท ส่งผลให้ได้เงินทั้งสิ้น (28,470/30) ×35 = 33,306 บาท/ปี และระบบบำบัดสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 60 ลบ.ม./วัน โดยที่ก๊าซชีวภาพ1 ลบ.ม. มีค่าเท่ากับ 8.70 บาท ดังนั้นรายได้จากการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในครัวเรือนมีค่าเท่ากับ 191,052 บาท/ปี

<u>ต้นทุน</u> ในการสร้างระบบบำบัดเท่ากับ 93,927.8 + 50,421.8 = 144,349.6 บาท/ปี

<u>รายได้</u> (ก๊าซชีวภาพ) 191,052 + (ปุ๋ยมูลสุกร) 33,306 = 224,358 บาท/ปี

<u>ผลตอบแทน</u> เท่ากับ 224,358 - 144,349.6 = 81,837.90 บาท/ปี

<u>บำบัดแบบ Cover Lagoon</u>

ใน 1 ปีจะทำการเลี้ยงสุกร 2 รอบ โดยเลี้ยงสุกรรอบละ 183 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้เท่ากับ {[(650 × 15 × 2,500)/10^6] × 183}+{[(650 × 15 × 2,500)/10^6] × 183} = 8,921.25 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยที่ระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon มีประสิทธิภาพในการบำบัด 98% ดังนั้น ปริมาณความสกปรก

หลังจากผ่านการบำบัดแบบ Cover Lagoon มีค่าเท่ากับ (8,921.25×2)/100 = 178.42 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

ในการสร้างระบบบำบัดสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ออกจากฟาร์มสุกรเท่ากับ 650 ×15 = 9,750 ลิตร/วัน = 9.75 ลบ.ม./วัน โดยในการสร้างระบบบำบัดต้องทำการขุดบ่อ 2 บ่อ

บ่อแรกเป็นบ่อที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพ ส่วนบ่อที่ 2 จะเป็นบ่อที่รองรับน้ำล้นจากบ่อแรก โดยบ่อแรกกักเก็บน้ำเสียนาน 60 วันรองรับปริมาณน้ำเสีย เท่ากับ 585 ลบ.ม. ดังนั้นต้องทำการขุดบ่อที่มีปริมาตร เท่ากับ 0.5(10+6)×5×15 = 600 ลบ.ม.

บ่อที่สองรองรับน้ำล้นจากบ่อแรกกักเก็บน้ำเสียนาน 30 วัน รองรับปริมาณน้ำเสียเท่ากับ 292.5 ลบ.ม.ดังนั้นต้องทำการขุดบ่อที่มีปริมาตรเท่ากับ 0.5 (10 + 6) ×4×9.5 = 304 ลบ.ม. ค่าขุดบ่อลูกบาศก์เมตรละ 22 บาท ดังนั้นเสียค่าใช้จ่ายในการขุดบ่อรวมทั้งหมดเท่ากับ (600+304) ×22 = 19,888 บาท.

คำนวณหาค่าใช้จ่ายในส่วนของผ้าคลุม HDPE(คลุมด้านบน) และ (คลุมก้นบ่อ) ได้ดังนี้

<u>บ่อที่1</u>

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านยาว = 2 ด้าน ×ยาว 15 เมตร×ลึก 6.5 เมตร = 195 ตารางเมตร

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านกว้าง = 2 ด้าน× ½ × ผลบวกความกว้างด้านบนและด้านล่าง (10 + 6) × ลึก 5 เมตร = 80 ตารางเมตร

พื้นที่ก้นบ่อ = กว้าง 6 เมตร×ยาว 15 เมตร = 90 ตารางเมตร

พื้นที่ด้านบนบ่อ = กว้าง(10 + 1) × ยาว (15.5) = 170.5 ตารางเมตร

รวมเป็นพื้นที่ผนังบ่อด้าน(ยาว + กว้าง + ก้น+บน) = 535.5 ตารางเมตร ค่าใช้จ่ายผ้า HDPE ตารางเมตรละ 90 บาท รวมเป็นเงิน 48,195 บาท

<u>บ่อที่ 2</u>

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านยาว = 2 ด้าน ×ยาว 9.5 เมตร×ลึก 5.5 เมตร = 104.5 ตารางเมตร

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านกว้าง = 2 ด้าน× ½ × ผลบวกความกว้างด้านบนและด้านล่าง (10 + 6) × ลึก 4 เมตร = 64 ตารางเมตร

พื้นที่ก้นบ่อ = กว้าง 6 เมตร×ยาว 9.5 เมตร = 57 ตารางเมตร

รวมเป็นพื้นที่บ่อ 116 ตารางเมตร ค่าใช้จ่ายผ้า HDPE ตารางเมตรละ 90 บาท รวมเป็นเงิน 20,295 บาท

ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 5,000 บาท

ค่าอุปกรณ์ที่จะใช้ประโยชน์จากพลังงานก๊าซชีวภาพ 25,000 บาท

ค่าบำรุงรักษาระบบประมาณ 50,000 บาท/ปี

เงินที่ใช้ในการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Cover Lagoon_มีค่าเท่ากับ (ค่าขุด) 19,888 บาท + (ค่าพลาสติกคลุมบ่อ) 48,195 + 20,295 + ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 5,000 บาท (ค่าอุปกรณ์) 25,000 บาท = 118,378 บาท โดยที่ระบบมีอายุการใช้งาน 3 ปี ดังนั้นใน 1 ปีสามารถคิดค่าเสื่อมได้มีค่าเท่ากับ 118,378/3 = 39,459.33 บาท/ปี

รายได้จากการสร้างระบบบำบัดนี้มาจากก๊าซชีวภาพ 52 ลบ.ม./วัน โดยที่ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. มีค่าเท่ากับ 8.70 บาท ดังนั้นรายได้จากการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในครัวเรือนมีค่าเท่ากับ 165,578.40 บาท/ปี

<u>ต้นทุน</u> ในการสร้างระบบบำบัดเท่ากับ 39,459.33 + 50,000 = 89,459.33 บาท/ปี

<u>รายได้</u> (ก๊าซชีวภาพ) 165,578.40 = 165,578.40 บาท/ปี

<u>ผลตอบแทน</u> เท่ากับ 165,578.40 - 89,459.33 = 76,119.07 บาท/ปี

<u>วิธีบำบัดแบบธรรมชาติ</u>

ใน 1 ปีจะทำการเลี้ยงสุกร 2 รอบ โดยเลี้ยงสุกรรอบละ 183 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้เท่ากับ $\{[(650 \times 15 \times 2,500)/10^6] \times 183\}+\{[(650 \times 15 \times 2,500)/10^6] \times 183\} = 8,921.25$ กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยที่ระบบบำบัดแบบธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการบำบัด 55% ดังนั้น ปริมาณความสกปรกหลังจากผ่านการบำบัดแบบธรรมชาติมีค่าเท่ากับ $(8,921.25 \times 45)/100 = 4,014.56$ กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

จากนั้นคำนวณปริมาณน้ำเสียที่ออกจากฟาร์มสุกร เท่ากับ $650 \times 15 = 9,750$ ลิตร/วัน = 9.75 ลบ.ม./วัน 150 วันรองรับปริมาณน้ำเสียปริมาณเท่ากับ 1,462.5 ลบ.ม. โดยทำการขุดบ่อที่มีปริมาตร เท่ากับ $0.5(16+11) \times 7 \times 15.5 = 1,464.75$ ลบ.ม. ค่าขุดบ่อลูกบาศก์เมตรละ 22 บาท ดังนั้นเสียค่าใช้จ่ายในการขุดบ่อเท่ากับ $1,464.75 \times 22 = 32,224.5$ บาท และเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเสียซึมลงสู่ใต้ดินจึงต้องทำการปูพลาสติกทั้ง 5 ด้านของบ่อ ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านยาว = 2 ด้าน ×ยาว 15.5 เมตร×ลึก 8.5 เมตร = 263.5 ตารางเมตร

คำนวณพื้นที่ผนังบ่อด้านกว้าง = 2 ด้าน× ½ × ผลบวกความกว้างด้านบนและด้านล่าง (16 + 11) × ลึก 7 เมตร = 189 ตารางเมตร

พื้นที่ก้นบ่อ = กว้าง 12 เมตร×ยาว 15.5 เมตร = 186 ตารางเมตร

รวมเป็นพื้นที่ผนังบ่อด้าน(ยาว + กว้าง + ก้น) = 638.5 ตารางเมตร ค่าใช้จ่ายผ้า HDPE ตารางเมตรละ 90 บาท รวมเป็นเงิน 57,465 บาท

ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 5,000 บาท

ค่าบำรุงรักษาระบบประมาณ 15,000 บาท

รายได้จากการขายมูลสุกรตากแห้ง จากสุกร 1 ตัวได้ปุ๋ยอินทรีย์ (แห้ง) 0.12 กิโลกรัม/วัน (ความชื้นประมาณ35%) ดังนั้นจำนวนสุกร 650 ตัวทำให้เกิดมูลสุกรจำนวน 0.12×650 = 78 กก./วัน = 28,548 กก./ปี โดยขายไปด้วยราคา 30 กิโลกรัม 35 บาท ส่งผลให้ได้เงินทั้งสิ้น (28,548/30) ×35 = 33,306 บาท/ปี

ค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบบำบัดแบบธรรมชาติ เท่ากับ ค่าขุด(32,224.5 บาท) + ค่าพลาสติกปูบ่อ (57,465 บาท) + ค่าแรงในการปูผ้าพลาสติก (เหมาจ่าย) 5,000 บาท = 94,689.5 บาท โดยที่ระบบมีอายุการใช้งาน 3 ปี ดังนั้นใน 1 ปีสามารถคิดค่าเสื่อมได้มีค่าเท่ากับ 94,689.5/3 = 31,563.17 บาท/ปี

<u>ต้นทุน</u> ในการสร้างระบบบำบัดเท่ากับ 31,563.17 + 15,000 = 46,563.17 บาท/ปี

<u>รายได้</u> รายได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรมีค่าเท่ากับ 33,306 บาท/ปี

<u>ผลตอบแทน</u> เท่ากับ 33,306 - 46,563.17 = -13,257.17 บาท/ปี

<u>แบบกรมปศุสัตว์</u>

ใน 1 ปีจะทำการเลี้ยงสุกร 2 รอบ โดยเลี้ยงสุกรรอบละ 183 วัน ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาณความสกปรกที่ปล่อยลงสู่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เท่ากับ {[(650 × 15 × 2,500)/10^6] × 183}+{[(650 × 15 × 2,500)/10^6] × 183} = 8,921.25 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี โดยที่ระบบบำบัดแบบกรมปศุสัตว์มีประสิทธิภาพในการบำบัด 93% ดังนั้น ปริมาณความสกปรกหลังจากผ่านการบำบัดแบบกรมปศุสัตว์มีค่าเท่ากับ (8,921.25×7)/100 = 624.47 กิโลกรัมบีโอดีต่อปี

จากข้อมูลของกรมปศุสัตว์สามารถเลือกระบบการบำบัดแบบกรมปศุสัตว์ คือ ระบบบำบัดแบบที่ 4 ซึ่งจะเป็นบ่อปรับเสถียรต่ออนุกรมกัน จะใช้งบประมาณในการก่อสร้างเป็นเงินจำนวน 198,000 บาท โดยที่ระบบมีอายุการใช้งาน 10 ปี ดังนั้นใน 1 ปีสามารถคิดค่าเสื่อมได้มีค่าเท่ากับ 198,000/10 = 19,800 บาท/ปี ซึ่งจะรองรับจำนวนสุกรได้ 2,000 ตัว

ค่าบำรุงรักษาระบบ 10,000 บาท

รายได้จากการขายมูลสุกรตากแห้ง จากสุกร 1 ตัวได้ปุ๋ยอินทรีย์ (แห้ง) 0.12 กิโลกรัม/วัน (ความชื้นประมาณ35%) ดังนั้นจำนวนสุกร 650 ตัวทำให้เกิดมูลสุกรจำนวน $0.12 \times 650 = 78$ กก./วัน = 28,548 กก./ปี โดยขายไปด้วยราคา 30 กิโลกรัม 35 บาท ส่งผลให้ได้เงินทั้งสิ้น $(28,470/30) \times 35 = 33,306$ บาท/ปี

ต้นทุน ในการสร้างระบบบำบัดเท่ากับ 19,800 + 10,000 = 29,800 บาท/ปี

รายได้ จากการขายปุ๋ยมูลสุกรเท่ากับ 33,306 บาท/ปี

ผลตอบแทน เท่ากับ 33,306 - 29,800 = 3,506 บาท/ปี

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข ระเบียบมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร และการปฏิบัติงานตามมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร

ระเบียบมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรของประเทศไทย พ.ศ. 2542

ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่องมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรของประเทศไทย พ.ศ. 2542 ลงวันที่ 3 พฤศจิกายน 2542 ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรของประเทศไทย เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพ การอำนวยความสะดวกทางการค้า และการคุ้มครองผู้บริโภค ตลอดถึงการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ในการนี้กรมปศุสัตว์จึงจัดทำระเบียบมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรขึ้น เพื่อให้เจ้าของฟาร์มเลี้ยงสุกร และสัตวแพทย์ผู้ทำหน้าที่ควบคุมกำกับดูแลด้านสุขภาพสัตว์ในฟาร์มเลี้ยงสุกร ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของกรมปศุสัตว์ได้ยึดถือปฏิบัติเป็นแนวทางเดียวกัน โดยเนื้อหาของระเบียบจะกล่าวถึงองค์ประกอบของฟาร์มและการจัดการที่สำคัญ 3 ด้านของฟาร์มเลี้ยงสุกรที่ได้มาตรฐาน ได้แก่ การจัดการฟาร์ม การจัดการสุขภาพสัตว์ และการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะมีผลในการพัฒนาฟาร์มเลี้ยงสุกรให้ได้มาตรฐานตามวัตถุประสงค์ของประกาศกระทรวง เกิดประโยชน์ต่อผู้บริโภค และเจ้าของฟาร์มต่อไป โดยมีรายละเอียดของระเบียบดังนี้

คำนิยาม

1. ฟาร์มขนาดเล็ก หมายถึง ฟาร์มที่มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ตั้งแต่ 6 ถึงน้อยกว่า 60 (เทียบเท่าจำนวนสุกรตั้งแต่ 50 ตัว ถึงน้อยกว่า 500 ตัว)

2. ฟาร์มขนาดกลาง หมายถึง ฟาร์มที่มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ตั้งแต่ 60 ถึง 600 (เทียบเท่าจำนวนสุกรตั้งแต่ 500 ตัว ถึง 5,000 ตัว)

3. ฟาร์มขนาดใหญ่ หมายถึง ฟาร์มที่มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์มากกว่า 600 (เทียบเท่าจำนวนสุกรมากกว่า 5000 ตัว)

4. โรงเรือนระบบเปิด หมายถึง โรงเรือนที่ควบคุมสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติและอุณหภูมิ จะ แปรไปตามสภาพของอากาศรอบโรงเรือน

5. โรงเรือนระบบปิด หมายถึง โรงเรือนที่สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับความเป็นอยู่ของสุกร ได้แก่อุณหภูมิความชื้น การระบายอากาศ และแสงสว่าง และสามารถป้องกันพาหะนำโรคได้

รายละเอียดมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรของประเทศไทย พ.ศ. 2542

1. องค์ประกอบของฟาร์ม

1.1 ทำเลที่ตั้งของฟาร์ม

สถานที่ตั้งฟาร์ม ควรอยู่ห่างไกลชุมชน ผู้เลี้ยงสัตว์รายอื่น และแหล่งน้ำสาธารณะพอสมควร แต่ต้องห่างจากโรงฆ่าสัตว์ตลาดนัดค้าสัตว์ ไม่น้อยกว่า 5 กิโลเมตร

1.2 ลักษณะของฟาร์ม

ฟาร์มต้องมีเนื้อที่เหมาะสมกับขนาดของฟาร์ม มีการจัดแบ่งพื้นที่เป็นสัดส่วน โดยต้องมีรั้วเพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์ชนิดอื่นเข้า-ออกบริเวณพื้นที่เลี้ยงสัตว์ได้และมีผังแสดงการจัดวางที่แน่นอนดังนี้

(1) พื้นที่เลี้ยงสัตว์

(2) โรงเก็บอาหารสัตว์โรงผสมอาหารสัตว์

(3) พื้นที่ทำลายซากสัตว์

(4) พื้นที่บำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล

(5) อาคารสำนักงาน ที่จอดรถ และบ้านพักอาศัย

1.3 ลักษณะโรงเรือน

1.3.1 ลักษณะโรงเรือนระบบเปิด

โรงเรือนควรตั้งยาวตามแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก สภาพโรงเรือนโปร่งลมผ่านสะดวก แต่ ละโรงเรือนควรห่างกันไม่น้อยกว่า 25 เมตร และขนาดของโรงเรือนต้องเหมาะสมกับจำนวนสุกร แต่ไม่ควรเกินหลังละ 1,000 ตัว พื้นที่สำหรับสุกรพ่อพันธุ์ ประมาณ 4-8 ตารางเมตร/ตัว แม่พันธุ์ท้องว่าง ประมาณ 1.2-1.5 ตารางเมตร/ตัว แม่พันธุ์ตั้งท้อง ประมาณ 1.2-3 ตารางเมตร/ตัว คอกคลอดและแม่เลี้ยงลูก ประมาณ 3-4 ตารางเมตร/ตัว สุกรขุน สำหรับพื้นคอนกรีต ประมาณ 1.2-1.5 ตารางเมตร/ตัว สำหรับพื้นแสล็ต ประมาณ 1.0 ตารางเมตร/ตัว

1.3.1.1 โครงสร้างโรงเรือน และส่วนประกอบที่แข็งแรงประกอบด้วย

(1) เสาและโครงของโรงเรือน ทำจากเสาปูนหรือเหล็ก โครงเหล็ก หรือไม้ที่มีความแข็งแรง

(2) หลังคา ควรมุงด้วยกระเบื้อง ถ้าเป็นสังกะสีควรเป็นหลังคาแบบจั่ว 2 ชั้น และสูงพอควรเพื่อระบายความร้อน

(3) พื้นคอก ควรเป็นพื้นคอนกรีตไม่หยาบและไม่ลื่นจนเกินไป มีความลาดเอียงหรือเป็นพื้นแสล็ต เพื่อความสะดวกในการดูแลและทำความสะอาด

(4) ผนังคอก ควรใช้อิฐบล็อคหรือแป๊บน้ำสร้างอย่างแข็งแรง ความสูงประมาณ 1 เมตร ถ้าเป็นสุกรพ่อพันธุ์ควรสูง 1.2 เมตร โดยประมาณ

(5) มีระบบทางระบายน้ำเสีย ระบายจากโรงเรือนสู่บ่อบำบัดได้อย่างสะดวกไม่อุดตัน

(6) หน้าโรงเรือนแต่ละหลัง มีบ่อน้ำยาฆ่าเชื้อสำหรับจุ่มเท้าก่อนเข้า-ออกโรงเรือน

1.3.2 ลักษณะโรงเรือนระบบปิด

1.3.2.1 ขนาดเหมือนกับโรงเรือนสุกรโดยทั่วไป คือ กว้างประมาณ 8-10 เมตร หรือขึ้นอยู่กับความเหมาะสม โดยเน้นให้มีระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และการถ่ายเทอากาศที่ดี เหมาะสมกับขนาดและชนิดของสุกรที่เลี้ยง หลังคาโรงเรือนเป็นหลังคาแบบจั่วไม่ต้องสูงมาก อาจมีวัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนบุใต้หลังคา หรือทำเพดานด้วยวัสดุที่เหมาะสม และควรมีช่องว่างระหว่างหลังคากับเพดาน เป็นแบบเปิด เพื่อให้มีการระบายความร้อนที่ดี

1.3.2.2 ผนังโรงเรือน ต้องมีผนังปิดรอบโรงเรือนให้มิดชิด ด้วยวัสดุที่เหมาะสม (แข็งแรง ไม่ติดไฟง่ายเกินไป) เพื่อให้สามารถบังคับทิศทางลม และการถ่ายเทอากาศได้ดี และออกแบบให้มีการเปิด-ปิดได้สะดวกในกรณีที่ไฟฟ้าดับ เช่น เป็นม่านพลาสติก หน้าต่าง

1.3.2.3 พื้นคอก ควรเป็นพื้นคอนกรีตไม่หยาบและไม่ลื่นจนเกินไป มีความลาดเอียงหรือเป็นพื้น แสลต์ เพื่อสะดวกในการดูแลทำความสะอาด

1.3.2.4 แสงสว่าง ตอนกลางวันมีแสงสว่างจากธรรมชาติผ่านทางแผ่นพลาสติก หรือช่องหน้าต่างกระจก (ยกเว้นโรงเรือนพ่อพันธุ์จะเป็นระบบทึบหมด) มีไฟฟ้าให้แสงสว่างเพื่อความสะดวกในการทำงานหรือในเวลากลางคืนเมื่อจำเป็น

1.3.2.5 ระบบระบายน้ำและกำจัดของเสีย

(1) ทางระบายน้ำอยู่ภายในหรือด้านล่างของคอกตรงทางออกและต้องเป็นระบบปิด เพื่อไม่ให้อากาศเข้า

(2) บ่อกำจัดน้ำเสียต้องอยู่ด้านท้ายคอก (หลังพัดลม)

1.3.2.6 ระบบเตือนภัย ควรมีระบบเตือนภัย ในกรณีที่ไฟฟ้าขัดข้องหรืออุณหภูมิผิดปกติ เพื่อให้ผู้เลี้ยงสามารถเปิดม่านหรือหน้าต่าง หรือแก้ไขระบบควบคุมอุณหภูมิได้โดยเร็ว หรืออาจใช้ระบบลดผ้าม่านอัตโนมัติเพื่อให้รวดเร็วยิ่งขึ้น

1.3.2.7 พื้นที่/ตัวของสุกรที่อยู่ในระบบปิดจะน้อยกว่าในระบบเปิด แต่ต้องอยู่อย่างสุขสบาย เช่น สำหรับสุกรช่วงการขุนต้องไม่น้อยกว่า 0.75 ตารางเมตร/ตัว

2. การจัดการฟาร์ม

2.1 การจัดการโรงเรือน

2.1.1 โรงเรือนควรออกแบบ และจัดแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน

2.1.2 โรงเรือนควรให้มีส่วนการผลิตแยกกันอย่างชัดเจน โดยแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

(1) ชนิด 2 ส่วนผลิต ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 โรงเรือนพ่อ-แม่พันธุ์

ส่วนที่ 2 โรงเรือนสุกรอนุบาล และสุกรขุน

(2) ชนิด 3 ส่วนผลิต ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 โรงเรือนพ่อ-แม่พันธุ์

สวนที่ 2 โรงเรือนสุกรอนุบาล

ส่วนที่ 3 โรงเรือนสุกรขุน

และแต่ละส่วนผลิตมีระบบเข้า–ออกทีเดียวพร้อมกัน

2.1.3 ต้องมีระยะพักของโรงเรือน หลังจากการย้ายสุกรออก โดยต้องทำความสะอาดโรงเรือนด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรค พักโรงเรือนประมาณ 5 - 7 วัน ก่อนนำสุกรชุดใหม่เข้ามาเลี้ยง

2.1.4 พื้นคอก อุปกรณ์การให้อาหารและน้ำต้องทำความสะอาดทุกวัน

2.1.5 มีระบบระบายอากาศที่ดี เพื่อถ่ายเทอากาศ และปรับอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้เหมาะสม

2.1.6 โรงเรือนควรได้รับการดูแลและซ่อมบำรุงให้ใช้ประโยชน์ได้ดีและมีความปลอดภัย ต่อทั้งผู้ปฏิบัติงานและตัวสุกร

2.2 การจัดการด้านบุคลากร

2.2.1 ให้สัตวแพทย์ที่มีใบอนุญาตประกอบการบำบัดโรคสัตว์ชั้นหนึ่ง และได้รับใบอนุญาตควบคุมฟาร์มจากกรมปศุสัตว์เป็นผู้ควบคุมกำกับดูแลด้านสุขภาพสัตว์ภายในฟาร์ม

2.2.2 ฟาร์มจะต้องมีการจัดแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบของบุคลากร ในแต่ละตำแหน่งอย่างชัดเจน อัตรากำลังและแรงงานต้องมีอย่างเพียงพอและเหมาะสม

2.2.3 บุคลากรภายในฟาร์มควรได้รับการตรวจสุขภาพเป็นประจำทุกปี ตามกำหนดของกระทรวง สาธารณสุข

2.3 คู่มือการจัดการฟาร์ม ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การเตรียมโรงเรือน

2.3.2 การจัดการเกี่ยวกับการให้อาหารและน้ำ

2.3.3 การผสม การเข้าคลอด การให้ความอบอุ่นกับลูกสุกร การหย่านม

2.3.4 การจัดการด้านสุขภาพสัตว์

(1) โปรแกรมการใช้วัคซีนป้องกันโรค

(2) การใช้ยา

(3) การจัดการสุกรป่วย- ตาย

2.3.5 การจัดการด้านสุขาภิบาล และสิ่งแวดล้อม

(1) อุณหภูมิ

(2) การระบายอากาศ

(3) การกำจัดของเสีย

2.4 ระบบการบันทึกข้อมูล

ฟาร์มเลี้ยงสุกรต้องมีระบบการบันทึกข้อมูล ที่ง่ายต่อการตรวจสอบ ประกอบด้วย

2.4.1 การผลิต ได้แก่ การผสม การเข้าคลอด การหย่านม และตัวเลขแสดงประสิทธิภาพการผลิต

2.4.2 การนำสุกรเข้า–ออก ยานพาหนะ และการเข้าเยี่ยมฟาร์ม

2.4.3 การตรวจสุขภาพสัตว์ การรักษาพยาบาล และการดูแลสุขภาพสัตว์

2.4.4 การใช้ยา วัคซีน และอาหารสัตว์

2.4.5 การตรวจสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน

2.5 การจัดการด้านอาหารสัตว์และน้ำ

2.5.1 อาหารสัตว์ ต้องมีคุณภาพตามที่กำหนดตาม พ.ร.บ. ควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ ที่ประกาศและมีผลบังคับใช้ในขณะนั้น

2.5.2 ภาชนะบรรจุและการขนส่งอาหารสัตว์

(1) เป็นภาชนะบรรจุที่ใหม่ แห้ง สะอาด และกันความชื้น

(2) ผิวภายในภาชนะบรรจุที่ทำด้วยโลหะต้องไม่มีสนิม และถ้าเคลือบต้องเคลือบด้วยสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์

(3) รถไซโลเฉพาะกิจที่ใช้ในการขนส่ง ต้องทำให้ส่วนที่บรรจุแห้งและสะอาดไม่มีการตกค้าง ของสิ่งหนึ่งสิ่งใดในส่วนที่บรรจุ

2.5.3 การให้อาหาร

(1) อุปกรณ์การให้อาหารแบบราง ความยาวไม่ควรต่ำกว่า 25 เซนติเมตร/ตัว

(2) อุปกรณ์การให้อาหารแบบถังกลม หรือรางอาหารกล มีเพียงพอและเหมาะสมกับสุกรที่เลี้ยงและตามมาตรฐานของอุปกรณ์ชนิดนั้น ๆ

(3) คุณภาพอาหารที่ใช้เลี้ยงต้องได้มาตรฐานเหมาะสมและสอดคล้องกับช่วงอายุและชนิดของสุกร

2.5.4 การให้น้ำ

(1) ต้องไม่ใช้สารต้องห้ามตามกฎหมายผสมในน้ำ

(2) มีระบบและอุปกรณ์ให้น้ำอย่างเพียงพอ

(3) ควรมีอุปกรณ์สำหรับผสมยาละลายน้ำให้สุกรกิน เมื่อจำเป็น

3. <u>การจัดการด้านสุขภาพสัตว์</u>

3.1 การป้องกันและควบคุมโรค

ฟาร์มจะต้องมีระบบการป้องกันและควบคุมโรคที่ดี ซึ่งรวมถึงระบบการฆ่าเชื้อโรคก่อนเข้า-ออกจากฟาร์ม รวมถึงมาตรการในการควบคุมโรคให้สงบและไม่ให้แพร่ระบาดออกจากฟาร์ม

3.1.1 การทำลายเชื้อโรคก่อนเข้า–ออกฟาร์ม

(1) บ่อน้ำยาฆ่าเชื้อโรค ลักษณะบ่อต้องกว้างและยาวเพียงพอ สำหรับยานพาหนะทุกชนิดที่แล่นเข้า–ออกฟาร์ม มีความลึกและลาดชันเหมาะสมที่ยานพาหนะจะแล่นลงไปโดยสะดวก วัสดุที่สร้างเป็นบ่อต้องแข็งแรงโดยบ่อน้ำยาฆ่าเชื้อโรค อาจจัดสร้างต่างหากหรือประกอบอยู่กับโรงพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อโรคก็ได้ ในบ่อต้องใส่น้ำยาฆ่าเชื้อโรคที่ผสมน้ำในอัตราส่วนตามที่ระบุในเอกสารกำกับ อีกทั้งมีการเปลี่ยนน้ำยาฆ่าเชื้อโรคอย่างสม่ำเสมอ เพื่อรักษาคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรค ยานพาหนะที่จะเข้า-ออกต้องแล่นผ่านบ่อน้ำยาฆ่าเชื้อโรคทุกคัน

(2) โรงพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อโรค ยานพาหนะและบุคคลภายนอกที่ผ่านเข้า–ออกฟาร์มต้องผ่านโรงพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อโรค ซึ่งควรอยู่บริเวณหน้าประตูทางเข้าฟาร์ม อุปกรณ์สำหรับฉีดพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อโรค จะต้องสามารถพ่นเป็นละอองให้ครอบคลุมทั่วยานพาหนะที่แล่นผ่านภายในฟาร์ม ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรคที่มีความเข้มข้นเหมาะสมไม่กัดกร่อน

(3) ห้องอาบน้ำและฆ่าเชื้อโรค ประกอบด้วย

(3.1) ห้องเปลี่ยนเครื่องแต่งกาย ก่อนเข้าห้องอาบน้ำยาฆ่าเชื้อโรค

(3.2) ห้องอาบน้ำยาฆ่าเชื้อโรค มีความยาวห้องพอประมาณ พื้นต้องไม่ลื่น น้ำยาฆ่า เชื้อโรคที่ใช้ต้องไม่ระคายเคือง

(3.3) ห้องอาบน้ำหลังผ่านน้ำยาฆ่าเชื้อโรค

(3.4) ห้องเปลี่ยนเครื่องแต่งกาย ก่อนเข้าโรงเรือน

ทั้งนี้ทุกห้องต้องมีประตูปิด แบ่งแยกสัดส่วนชัดเจน อุปกรณ์ทุกอย่างต้องอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน มีการรักษาความสะอาดตลอดเวลา เสื้อผ้าและรองเท้าที่ใช้ในฟาร์มต้องซักล้างให้สะอาดทุกครั้งหลังใช้งาน

3.1.2 การป้องกันการสะสมของเชื้อโรคในฟาร์ม มีระบบการดำเนินการดังนี้

(1) เครื่องพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อโรคเคลื่อนที่ ภายในฟาร์มต้องมีเครื่องพ่นยาฆ่าเชื้อโรคและอุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ในการใช้งานตามจุดต่างๆ ภายในฟาร์มจำนวนเครื่องพ่นที่มีต้องเหมาะสมกับขนาดของฟาร์มและต้องใช้งานได้เป็นอย่างดี

(2) ความเข้มงวดในการทำลายเชื้อโรค

(2.1) ยานพาหนะเข้า–ออก

บริเวณประตูเข้า–ออก โรงเรือนต้องเข้มงวด โดยยานพาหนะจะต้องแล่นผ่านโรงพ่นและบ่อน้ำยาฆ่าเชื้อโรค ประตูต้องปิดตลอดเวลา จะเปิดให้เข้าได้ต่อเมื่อทราบจุดประสงค์และได้รับอนุญาตการเข้าจากผู้รับผิดชอบ และต้องบันทึกรายละเอียดการเข้า–ออก และเวลาที่เข้า–ออกให้เป็นที่เรียบร้อย พาหนะที่ใช้ในฟาร์มและนอกฟาร์มไม่ควรใช้ร่วมกัน ไม่ควรอนุญาตให้พาหนะภายนอกเข้าฟาร์มโดยเด็ดขาด ต้องมีสมุดบันทึกแสดงให้ตรวจสอบได้ตลอดเวลา

(2.2) บุคคลเข้า–ออก

บุคคลที่จะเข้าฟาร์มจะต้องผ่านห้องอาบน้ำยาฆ่าเชื้อโรค เปลี่ยนชุดที่ฟาร์มจัดเตรียมไว้ให้และต้องมีการจดบันทึกการผ่านเข้า-ออกในสมุดให้ตรวจสอบได้ตลอดเวลา

3.1.3 การสร้างภูมิคุ้มกันโรค

การทำวัคซีน สุกรทุกตัวในฟาร์มต้องได้รับวัคซีนป้องกันโรคตามคำแนะนำของสัตวแพทย์ประจำฟาร์ม

3.1.4 การควบคุมโรค

(1) การจัดการสุกรป่วย

(1.1) แยกสุกรป่วยออกจากฝูงเพื่อทำการรักษา

(1.2) ฟาร์มต้องมีบริเวณสำหรับสุกรป่วย แยกออกจากสุกรปกติเพื่อไม่ให้มีการติดต่อของโรค

(1.3) ให้สังเกตอาการป่วยและรักษาจนกว่าอาการของโรคที่พบจะหมดไป และแน่ใจว่าไม่มีการแพร่ของโรคไปยังสุกรตัวอื่น

(1.4) หากสุกรเป็นโรคระบาดร้ายแรง ต้องทำลาย เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรค

(1.5) สุกรที่ป่วยหรือตายให้ทำการตรวจ วินิจฉัยโรคโดยสัตวแพทย์ และให้ส่งตรวจห้องปฏิบัติการตามความเห็นของสัตวแพทย์

(2) การทำลายซากสุกร

ต้องมีบริเวณเฉพาะสำหรับทำลายซากสุกรที่ตาย พื้นที่ต้องห่างจากบริเวณโรงเรือนอื่น และไม่ใช่ทางผ่านประจำของเจ้าหน้าที่ในฟาร์ม การทำลายซากมี 2 วิธี ดังนี้

(2.1) การทำลายโดยการฝัง ต้องมีเนื้อที่เพียงพอ และอยู่ในบริเวณน้ำท่วมไม่ถึง ฝังซากใต้ระดับผิวดินไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร ใช้น้ำยาฆ่าเชื้อโรคที่เหมาะสม ทำการ ราดหรือโรยบนส่วนต่าง ๆ ของซากสุกรจนทั่ว กลบหลุมเหนือระดับผิวดินและราด หรือโรยด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรคซ้ำ

(2.2) การทำลายโดยการเผา มีสถานที่เผา หรือเตาเผา อยู่ในบริเวณที่เหมาะสมใช้ไฟ เผาซากจนหมด

3.2 การบำบัดโรค

การบำบัดโรคต้องอยู่ภายใต้การควบคุมรับผิดชอบของสัตวแพทย์ที่ได้รับใบอนุญาตประกอบการบำบัดโรคสัตว์ชั้นหนึ่ง และต้องปฏิบัติตาม พ.ร.บ. ควบคุมการบำบัดโรคสัตว์ พ.ศ. 2505 และตามข้อกำหนดควบคุมการใช้ยาสำหรับสัตว์ (มอก. 7001–2540) หรือตามที่ประกาศและมีผลบังคับใช้ในขณะนั้น โดยบันทึกตามแบบ 1

4. <u>การจัดการสิ่งแวดล้อม</u>

ฟาร์มจะต้องมีระบบกำจัดหรือบำบัดของเสียที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อผู้อยู่อาศัยข้างเคียงและสิ่งแวดล้อม

4.1 การกำจัดของเสีย

4.1.1 ขยะมูลฝอย ต้องทำการเก็บรวบรวมในภาชนะที่มิดชิด และนำไปกำจัดทิ้งในบริเวณที่ทิ้งของเทศบาล สุขาภิบาลหรือองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น หรือรวบรวมและกำจัดในที่กำจัดขยะซึ่งจัดไว้เป็นสัดส่วนแยกออกจากบริเวณที่เลี้ยงสุกร

4.1.2 ซากสุกร กำจัดได้ 2 วิธีคือ กำจัดโดยการฝัง หรือโดยการเผา ตามข้อ 3.1.4 (2) การทำลาย ซากสุกร

4.1.3 มูลสุกร มีการกวาดเก็บและกำจัดมูลสุกรที่เหมาะสมตามมาตรฐานของทางราชการ เพื่อไม่ให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลง และก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นเป็นที่รำคาญต่อผู้อยู่อาศัยข้างเคียง รวบรวมมูลสุกรในที่เฉพาะ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการและการขนถ่ายไปทำประโยชน์ต่อไป เช่น ใช้เป็นอาหารปลา ตากแห้งหรือหมักทำปุ๋ย หรือนำไปผลิตก๊าซชีวภาพ

4.1.4 น้ำเสีย น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของการเลี้ยงสุกร ต้องมีการกำจัดที่จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้ โดยมีระบบระบายน้ำเสีย ที่ระบายได้คล่อง ไม่เกิดการอุดตัน ระบายลงกักเก็บในบ่อพัก เพื่อทำการบำบัดต่อไป จำนวนและขนาดของบ่อต้องเพียงพอที่จะกักเก็บน้ำเสียจากฟาร์มได้

4.2 การบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียต้องได้รับการบำบัดก่อนที่จะระบายออกสู่ภายนอก น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้ง โดยการตรวจสอบวิเคราะห์ค่า OD, BOD, COD, และ pH ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง หากมีการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ในฟาร์มอีก ต้องมีการทำลายเชื้อโรคก่อน

การปฏิบัติงานตามมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรสำหรับผู้ประกอบการ

วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นคู่มือในการปฏิบัติงาน ตามมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรสำหรับผู้ประกอบการ เพื่อให้การปฏิบัติ งานเป็นไปในรูปแบบมาตรฐานเดียวกันและมีประสิทธิภาพ

ขอบเขต

ระเบียบการปฏิบัติงานนี้ ครอบคลุมตั้งแต่คุณสมบัติของผู้ประกอบการ การยื่นคำขอรับการรับรอง มาตรฐานฟาร์ม การออกใบรับรองมาตรฐานฟาร์ม การต่ออายุ และการเพิกถอนใบรับรองมาตรฐานฟาร์ม จนถึงประโยชน์จากการได้รับการรับรองมาตรฐานฟาร์ม

คำนิยาม

(1) มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร หมายความว่า มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ลงวันที่ 3 พฤศจิกายน 2542

(2) คณะผู้ตรวจรับรองมาตรฐานฟาร์ม หมายความว่า คณะเจ้าหน้าที่กรมปศุสัตว์ที่ได้รับการแต่งตั้งจากกรมปศุสัตว์ ให้ทำหน้าที่ตรวจรับรองมาตรฐานฟาร์ม

(3) การตรวจรับรองมาตรฐานฟาร์ม หมายความว่า การตรวจฟาร์มเพื่อให้คำแนะนำประเมินและตรวจสอบเกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานฟาร์ม

(4) ผู้ประกอบการ หมายความว่า เจ้าของหรือผู้จัดการฟาร์มที่ขอรับรองมาตรฐานฟาร์ม หรือได้รับการรับรองมาตรฐานฟาร์ม จากกรมปศุสัตว์

(5) การรับรองมาตรฐานฟาร์ม หมายความว่า การรับรองมาตรฐานฟาร์มในการจัดการฟาร์มที่ดีทั้งด้านสุขอนามัย และการจัดการสิ่งแวดล้อม ตลอดจนถึงการควบคุม และป้องกันโรคระบาดของสัตว์ ภายในฟาร์ม ตามหลักเกณฑ์ของการตรวจรับรองมาตรฐานฟาร์ม ของกรมปศุสัตว์

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

ผู้ประกอบการที่ต้องการขอรับรองมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร จากกรมปศุสัตว์ มีหลักเกณฑ์ในการขอรับรอง มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร ดังนี้

ก. คุณสมบัติของผู้ประกอบการ

(1) ผู้ประกอบการจะต้องเป็นเจ้าของ หรือผู้จัดการฟาร์มที่ขอรับรองมาตรฐานฟาร์ม

(2) ผู้ประกอบการจะต้องปรับปรุงกิจการฟาร์ม ให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐานฟาร์มที่กรมปศุสัตว์กำหนด

(3) ผู้ประกอบการจะต้องผ่านการฝึกอบรม หลักสูตร " การฝึกอบรมผู้ประกอบการ " ของสำนักพัฒนา ระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

ข. การยื่นคำขอรับการรับรองมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร

(1) สำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัย

(1.1) ประกาศรับสมัครผู้ประกอบการที่ต้องการขอรับรองมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร

(1.2) จัดการฝึกอบรม หลักสูตร " การฝึกอบรมผู้ประกอบการ "

(2) ผู้ประกอบการ

ยื่นแบบฟอร์มคำร้องขอรับรองมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสัตว์ (แบบ ม.ฐ.ฟ.๑) พร้อมหลักฐานที่สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด ที่ฟาร์มตั้งอยู่

หลักฐานในการยื่นคำขอการรับรองมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรประกอบด้วย

(1) สำเนาบัตรประชาชนของผู้ร้องขอ 1 ฉบับ

(2) สำเนาทะเบียนบ้าน 1 ฉบับ

(3) แผนที่ที่ตั้งของฟาร์มเลี้ยงสุกร 1 ฉบับ

(4) แผนผังแสดงรายละเอียดที่ตั้งของสิ่งก่อสร้างที่มีจริงทั้งหมดในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ 1 ฉบับ

(5) รูปถ่ายแสดงสภาพภายในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งสิ่งก่อสร้าง เช่น รั้ว โรงพ่นยาฆ่าเชื้อโรค บ่อน้ำยาฆ่าเชื้อโรค ที่เก็บอาหาร ยาสัตว์ คอกสัตว์ สำนักงาน ที่พักอาศัย และระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

(6) ในกรณีขอต่ออายุการรับรอง ต้องแนบใบรับรองมาตรฐานฟาร์มฉบับเดิมที่จะหมดอายุ

ค. การออกใบรับรองมาตรฐานฟาร์ม

(1) สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด

(1.1) รับแบบฟอร์มคำร้องขอรับการรับรองมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสัตว์ (แบบ ม.ฐ.ฟ. ๑) พร้อมหลักฐาน

(1.2) ในกรณีคำร้องและหลักฐานครบ เจ้าหน้าที่ปศุสัตว์จังหวัดดำเนินการตรวจสอบฟาร์มของ

ผู้ประกอบการเบื้องต้นว่ามีองค์ประกอบพื้นฐานครบ 5 ประการหรือไม่ ดังนี้

(1.2.1) มีระบบการทำลายเชื้อโรค ก่อนเข้าและออกจากฟาร์ม

(1.2.2) มีการจัดการโรงเรือนที่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล

(1.2.3) โรงเรือนที่ใช้เลี้ยงสัตว์ มีลักษณะ และขนาดเหมาะสมกับจำนวนสัตว์

(1.2.4) การจัดการด้านบุคลากร สัตวแพทย์ สัตวบาลและผู้เลี้ยงสัตว์ต้องมีเพียงพอ และเหมาะสม กับจำนวนสัตว์

(1.2.5) การจัดการด้านสุขภาพสัตว์ โดยมีโปรแกรมการให้วัคซีนป้องกันโรคที่เหมาะสม

(1.3) กรณีตรวจพบว่าผู้ประกอบการ มีองค์ประกอบพื้นฐานไม่ครบ 5 ประการ ทำเรื่องแจ้งผู้ประกอบการเพื่อแก้ไขปรับปรุงต่อไป

(1.4) กรณีผู้ประกอบการมีองค์ประกอบพื้นฐานของฟาร์มครบ 5 ประการ เจ้าหน้าที่ปศุสัตว์จังหวัด จัดส่งรายงานการตรวจองค์ประกอบพื้นฐานเบื้องต้นของฟาร์มและหลักฐานไปยัง สำนักสุขศาสตร์สัตว์ และสุขอนามัย

(1.5) ดำเนินการเป็นผู้ตรวจรับรอง ฯ ร่วมกับคณะผู้ตรวจรับรอง ฯ จากสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัย

(2) สำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัย

(2.1) รวบรวมและตรวจสอบเอกสาร จากสำนักงานปศุสัตว์จังหวัด

(2.2) ดำเนินการอบรมผู้ประกอบการที่มีคุณสมบัติตามระเบียบมาตรฐานฟาร์ม หลักสูตร " การฝึกอบรมผู้ประกอบการ "

(2.3) ดำเนินการออกใบประกาศนียบัตร ให้แก่ ผู้ประกอบการที่ผ่านการฝึกอบรม ในหลักสูตรดังกล่าวไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80 ของหลักสูตร

(2.4) ดำเนินการตรวจรับรองมาตรฐานฟาร์มร่วมกับคณะผู้ตรวจรับรอง ฯ จากสำนักงานปศุสัตว์จังหวัด

(2.5) กรณีฟาร์มไม่ผ่านการตรวจรับรองมาตรฐานฟาร์ม ให้ทำหนังสือเป็นทางการแจ้ง สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด เพื่อแจ้งผู้ประกอบการให้แก้ไขข้อบกพร่อง

(2.6) กรณีฟาร์มผ่านการตรวจรับรองมาตรฐานฟาร์ม ให้ดำเนินการตรวจสอบรายงานผลการตรวจประเมินฟาร์ม และจัดทำบันทึกข้อมูลทะเบียนฟาร์มมาตรฐาน

(2.7) ดำเนินการออกใบรับรองมาตรฐานฟาร์ม ลงนามโดยผู้อำนวยการสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัย พร้อมทำหนังสือเป็นทางการแจ้ง สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด เพื่อมอบใบรับรองมาตรฐานฟาร์ม ให้แก่ ผู้ประกอบการต่อไป

(2.8) ใบรับรองมาตรฐานฟาร์มมีอายุการใช้งาน 2 ปี นับตั้งแต่ออกใบรับรอง

ง. การต่ออายุใบรับรองมาตรฐานฟาร์ม

(1) ผู้ประกอบการ ยื่นคำขอต่ออายุใบรับรองมาตรฐานฟาร์มที่ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด ท้องที่ที่ฟาร์มตั้งอยู่อย่างน้อยภายใน 30 วัน ก่อนที่ใบรับรองมาตรฐานฟาร์มจะหมดอายุพร้อมใบรับรองมาตรฐานฉบับเดิม

(2) สำนักงานที่ปศุสัตว์จังหวัด รวบรวม และตรวจสอบคำขอต่ออายุใบรับรองมาตรฐานฟาร์ม พร้อมหลักฐานที่ถูกต้องเสนอคณะผู้ตรวจรับรองมาตรฐานฟาร์ม เพื่อนัดหมายการตรวจมาตรฐานฟาร์มต่อไป

(3) สำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัย

(3.1) ดำเนินการตรวจประเมินมาตรฐานฟาร์ม ร่วมกับคณะผู้ตรวจรับรอง ฯ จากสำนักงานปศุสัตว์จังหวัด ตามระเบียบการปฏิบัติงาน เรื่อง การตรวจมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร P-PIG-AUD-001

(3.2) กรณีที่ฟาร์มผ่านการตรวจประเมิน พิจารณาดำเนินการต่ออายุใบรับรองมาตรฐานฟาร์มโดยให้ออกใบรับรอง ฯ เติมคำว่า " ต่ออายุ " และลงนามโดย ผู้อำนวยการสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัย

(3.3) การอนุญาตให้ต่ออายุใบรับรองมาตรฐานฟาร์ม ให้นับต่อจากวันหมดอายุใบรับรองมาตรฐานฟาร์มฉบับเดิมเป็นต้นไป และมีอายุการใช้งาน 2 ปี นับตั้งแต่วันออกใบรับรอง ฯ

(3.4) จัดทำและเก็บรักษาสมุดทะเบียนผู้ประกอบการที่ได้รับการรับรองมาตรฐานฟาร์ม

จ. การเพิกถอนใบรับรองมาตรฐานฟาร์ม

(1) ผู้ประกอบการ จะต้องรักษาและคงสภาพของมาตรฐานฟาร์มโดยปฏิบัติดังนี้

(1.1) ผู้ประกอบการต้องคอยเอาใจใส่ตรวจสอบฟาร์มของตน และส่งเสริมสนับสนุนงานฟาร์มทุกด้านให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตลอดเวลา

(1.2) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นไม่ว่ากรณีใด ๆ เช่น เปลี่ยนผู้ปฏิบัติงาน ต้องให้ความสนใจในจุดนั้นเป็นกรณีพิเศษ หากไม่แน่ใจว่างานในจุดนั้นจะเป็นไปตามระเบียบมาตรฐานฟาร์ม ให้นัดหมายคณะผู้ตรวจรับรองมาตรฐานฟาร์ม ไปดำเนินการตรวจสอบต่อไป

(1.3) ผู้ประกอบการต้องสนับสนุนและไม่ก้าวก่ายงานในหน้าที่รับผิดชอบของสัตวแพทย์ผู้ควบคุมฟาร์ม

(2) ในกรณีที่คณะผู้ตรวจรับรองมาตรฐานฟาร์มตรวจสอบ พบว่าเกิดความบกพร่องของงานในความรับ ผิดชอบอันเนื่องมาจากผู้ประกอบการ สำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัย จะดำเนินการเพิกถอน ใบรับรองมาตรฐานฟาร์ม พร้อมทั้งขึ้นทะเบียนประวัติเป็นฟาร์มที่ไม่ได้มาตรฐาน และฟาร์มจะไม่ได้รับการพิจารณารับรองมาตรฐานฟาร์มเป็นเวลา 3 ปี

ฉ. ประโยชน์จากการได้รับการรับรองมาตรฐานฟาร์ม

(1) ผู้ประกอบการจะได้กำไรจากการที่ผลผลิตปศุสัตว์เพิ่มมากขึ้น

(2) ผลผลิตปศุสัตว์มีคุณภาพดี ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทำให้ผู้ประกอบการขายได้ในราคาที่สูงขึ้น

(3) ผู้ประกอบการมีส่วนร่วมในการรักษาสิ่งแวดล้อม

(4) เป็นการพัฒนาการเลี้ยงปศุสัตว์ในเบื้องต้น ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ให้ได้มาตรฐานการส่งออกในอนาคต ตลอดจนเป็นมาตรการกีดกันทางการค้าของประเทศผู้นำเข้าในระบบการค้าเสรี

ภาคผนวก ค

ภาคผนวก ค ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง กำหนดให้การเลี้ยงสุกรเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

โดยที่ได้มีการปฏิรูประบบราชการโดยให้มีการจัดตั้งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และให้โอนภารกิจของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ ไปเป็นของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประกอบกับได้มีการแก้ไขประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร โดยกำหนดให้คณะกรรมการควบคุมมลพิษเป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นชอบกับวิธีการทางเทคนิคและทางวิชาการอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้แทนกรมควบคุมมลพิษ จึงสมควรแก้ไขปรับปรุงประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดให้การเลี้ยงสุกรเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๖๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ แก้ไขโดยมาตรา ๑๑๔ แห่งพระราชกฤษฎีกาแก้ไขบทบัญญัติให้สอดคล้องกับการโอนอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. ๒๕๔๕ พ.ศ. ๒๕๔๕ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๕ มาตรา ๔๘ มาตรา ๕๐ และมาตรา ๕๑ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้ โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ กำหนดให้การเลี้ยงสุกรเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อมไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดให้การเลี้ยงสุกรเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ลงวันที่ ๖ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๔๔

ข้อ ๒ ในประกาศนี้

"การเลี้ยงสุกร" หมายความว่า การเลี้ยงสุกรพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ สุกรขุน หรือลูกสุกรชนิดใดชนิดหนึ่งหรือตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปตามน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์

"น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ ๑ หน่วย" หมายความว่า น้ำหนักสุทธิของสุกรพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ สุกรขุน หรือลูกสุกรชนิดใดชนิดหนึ่งหรือตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่มีน้ำหนักรวมกันเท่ากับ ๕๐๐ กิโลกรัม โดยให้คิดคำนวณน้ำหนักเฉลี่ยของสุกรพ่อพันธุ์หรือแม่พันธุ์ตัวละ ๑๗๐ กิโลกรัม สุกรขุนตัวละ ๖๐ กิโลกรัม และลูกสุกรตัวละ ๑๒ กิโลกรัม

"การเลี้ยงสุกรประเภท ก" หมายความว่า การเลี้ยงสุกรพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ สุกรขุน หรือลูกสุกรชนิดใดชนิดหนึ่งหรือตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์เกินกว่า ๖๐๐ หน่วย

"การเลี้ยงสุกรประเภท ข" หมายความว่า การเลี้ยงสุกรพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ สุกรขุน หรือลูกสุกรชนิดใดชนิดหนึ่งหรือตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ตั้งแต่ ๖๐ หน่วย แต่ไม่เกิน ๖๐๐ หน่วย

"น้ำทิ้ง" หมายความว่า น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วจนเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งตามที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร

"แหล่งน้ำสาธารณะ" ให้ความหมายรวมถึง ท่อระบายน้ำสาธารณะด้วย

"การบำบัดน้ำเสีย" หมายความว่า กระบวนการทำหรือปรับปรุงน้ำเสียเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร แต่ทั้งนี้ห้ามมิให้ใช้วิธีการทำให้เจือจาง (Dilution)

ข้อ ๓ ให้การเลี้ยงสุกรประเภท ก และประเภท ข ตามข้อ ๒ เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อมนอกเขตที่ตั้ง

ข้อ ๔ ห้ามมิให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกรตามข้อ ๓ ปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม เว้นแต่จะได้ทำการบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสุกรประเภท ก และประเภท ข ที่กำหนดไว้ในประกาศ

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร

ข้อ ๕ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๗ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๘

ยงยุทธ ติยะไพรัช

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร

โดยที่ได้มีการปฏิรูประบบราชการโดยให้มีการจัดตั้งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และให้โอนภารกิจของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ ไปเป็นของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประกอบกับเป็นการสมควรให้คณะกรรมการควบคุมมลพิษเป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นชอบกับวิธีการทางเทคนิคและทางวิชาการอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้แทนกรมควบคุมมลพิษ จึงสมควรแก้ไขปรับปรุงประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ แก้ไขโดยมาตรา ๑๑๔ แห่งพระราชกฤษฎีกาแก้ไขบทบัญญัติให้สอดคล้องกับการโอนอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. ๒๕๔๕ พ.ศ. ๒๕๔๕ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๕ มาตรา ๔๘ มาตรา ๕๐ และมาตรา ๕๑ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้ โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมายรัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษและโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกรไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร ลงวันที่ ๖ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๔๔

ข้อ ๒ ในประกาศนี้

"การเลี้ยงสุกร" หมายความว่า การเลี้ยงสุกรพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ สุกรขุน หรือลูกสุกรชนิดใดชนิดหนึ่งหรือตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปตามน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์

"น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ ๑ หน่วย" หมายความว่า น้ำหนักสุทธิของสุกรพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ สุกรขุน หรือลูกสุกรชนิดใดชนิดหนึ่งหรือตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่มีน้ำหนักรวมกันเท่ากับ ๕๐๐ กิโลกรัม โดยให้คิดคำนวณน้ำหนักเฉลี่ยของสุกรพ่อพันธุ์หรือแม่พันธุ์ตัวละ ๑๗๐ กิโลกรัม สุกรขุนตัวละ ๖๐ กิโลกรัม และลูกสุกรตัวละ ๑๒ กิโลกรัม

"การเลี้ยงสุกรประเภท ก" หมายความว่า การเลี้ยงสุกรพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ สุกรขุน หรือลูกสุกรชนิดใดชนิดหนึ่งหรือตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์เกินกว่า ๖๐๐ หน่วย

"การเลี้ยงสุกรประเภท ข" หมายความว่า การเลี้ยงสุกรพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ สุกรขุน หรือลูกสุกรชนิดใดชนิดหนึ่งหรือตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ตั้งแต่ ๖๐ หน่วย แต่ไม่เกิน ๖๐๐ หน่วย

"การเลี้ยงสุกรประเภท ค" หมายความว่า การเลี้ยงสุกรพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ สุกรขุน หรือลูกสุกรชนิดใดชนิดหนึ่งหรือตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ตั้งแต่ ๖ หน่วย แต่ไม่ถึง ๖๐ หน่วย

"น้ำทิ้ง" หมายความว่า น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วจนเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งตามที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

ข้อ ๓ ให้แบ่งประเภทการเลี้ยงสุกรตามข้อ ๒ ออกเป็น ๓ ประเภท คือ

(๑) การเลี้ยงสุกรประเภท ก

(๒) การเลี้ยงสุกรประเภท ข

(๓) การเลี้ยงสุกรประเภท ค

ข้อ ๔ มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสุกรประเภท ก ต้องมีค่า ดังต่อไปนี้

(๑) ความเป็นกรดและด่าง (pH Value) ระหว่าง ๕.๕ ถึง ๙

(๒) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ไม่เกิน ๖๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๔) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่เกิน ๓๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๕) ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่เกิน ๑๒๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ ๕ มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสุกรประเภท ข และประเภท ค ต้องมีค่าดังต่อไปนี้

(๑) ความเป็นกรดและด่าง ระหว่าง ๕.๕ ถึง ๙

(๒) บีโอดี ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) สารแขวนลอย ไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๔) ซีโอดี ไม่เกิน ๔๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๕) ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น ไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ ๖ การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งให้เก็บแบบจ้วง (Grab Sampling) จากจุดที่สถานที่เลี้ยงสุกรระบายน้ำทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม ในกรณีสถานที่เลี้ยงสุกรมีการระบายน้ำทิ้งหลายจุด ให้เก็บทุกจุดที่มีการระบายน้ำทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม

ข้อ ๗ การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสุกรให้ใช้วิธีการ ดังต่อไปนี้

(๑) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter) แบบ Electrometric Titrator ที่มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า ๐.๑ หน่วย

(๒) การตรวจสอบค่าบีโอดีให้ใช้วิธีการอะไซด์ โมดิฟิเคชั่น (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๕ วัน ติดต่อกันหรือวิธีการ Membrane Electrode

(๓) การตรวจสอบค่าสารแขวนลอยให้ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc) และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ ๑๐๓-๑๐๕ องศาเซลเซียส

(๔) การตรวจสอบค่าซีโอดีให้ใช้วิธีการย่อยสลายโดยโปตัสเซียมไดโครเมต (Potassium Dichromate Digestion) แบบ Open Reflux หรือ Closed Reflux

(๕) การตรวจสอบค่าไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นให้ใช้วิธีการเจลดาห์ล (Kjeldahl) และให้ตรวจวัดแอมโมเนียที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการ Colorimetric หรือ Ammonia Selective Electrode

ข้อ ๘ การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสุกรตามข้อ ๗ ต้องเป็นไปตามคู่มือวิเคราะห์น้ำเสียที่สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยกำหนดไว้ หรือตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) ที่ American Public Health Association, American Water Work Association และ Water Environment Federation ของสหรัฐอเมริการ่วมกันกำหนดไว้ หรือตามวิธีการอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ข้อ ๘ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๗ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๘

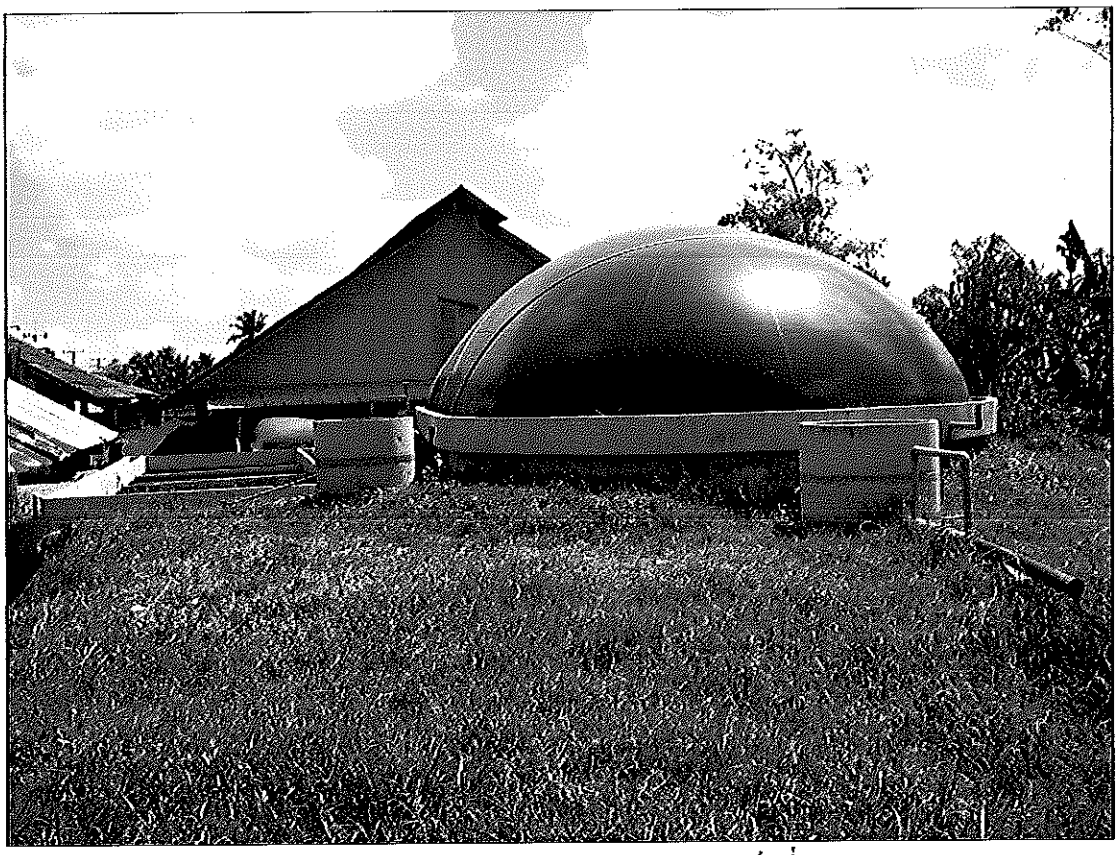
ยงยุทธ ติยะไพรัช

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก ง

ภาคผนวก ง ตัวอย่างฟาร์มสุกรที่ลงไปสำรวจ และได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดี

ฟาร์มที่ 1



ภาพประกอบ ง 1 ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 1

จากการสัมภาษณ์ และดูงานของผู้วิจัย ณ ฟาร์มที่ 1 พบข้อเท็จจริงว่า ฟาร์มมีการเลี้ยงสุกรประมาณ 600 ตัวเป็นลักษณะโรงเรือนปิด โดยจะทำการเลี้ยงปีละ 2 ครั้ง

มีระบบบำบัดน้ำทิ้งเป็นแบบ MC-UASB โดยได้รับการสนับสนุนจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน เป็นเงินอุดหนุน 166,400 บาท ซึ่งเป็นระบบที่ควบคุมกลิ่นได้ดี และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดก็ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ทำให้บริเวณฟาร์มเลี้ยงสุกรไม่มีกลิ่นรบกวน ไม่เป็นปัญหาต่อชุมชนในระแวกใกล้เคียง น้ำทิ้งในบ่อสุดท้ายจะนำไปรดน้ำต้นไม้ ก๊าซชีวภาพที่ได้ยังไม่มีการใช้งานซึ่งจะทำการปล่อยทิ้งในช่วงนี้ ส่วนปุ๋ยมูลสุกรทำการใส่กระสอบแต่ยังไม่มีการนำไปขาย โดยใช้คนงานดูแลระบบบำบัดจำนวน 1 คน

ฟาร์มที่ 2

ภาพประกอบ ง 2 ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 2

เป็นฟาร์มสุกรแบบเปิดมีจำนวนสุกรทั้งหมดประมาณ 3,000 ตัว มีการล้างคอกสุกรวันละ 2 ครั้ง ระบบบำบัดน้ำทิ้งเป็นบ่อบำบัดโดยทำการขุดเป็นบ่อเพื่อรองรับน้ำเสีย 1 บ่อ โดยใช้รถขุดดินขุดโดยในปัจจุบันคิดราคาเป็นชั่วโมงละ 1,700 บาทต่อชั่วโมง ซึ่งน้ำที่ได้จากการบำบัดจะสูบขึ้นมารดต้นไม้บริเวณฟาร์มสุกร

บริเวณบ่อบำบัดมีกลิ่นเล็กน้อยเนื่องจากเป็นระบบบำบัดแบบธรรมชาติ มีรายได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรซึ่งจะขายในราคากระสอบละ 30 – 40 บาท การบำรุงรักษาระบบบำบัดจะทำการขุดลอกบ่อปีละ 1 ครั้ง

ฟาร์มที่ 3

ภาพประกอบ ง 3 ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 3

เป็นฟาร์มสุกรแบบเปิดมีจำนวนสุกรทั้งหมดประมาณ 400 ตัว มีการล้างคอกสุกรวันละ 2 ครั้ง ระบบบำบัดน้ำทิ้งเป็นบ่อบำบัดโดยทำการขุดเป็นบ่อเพื่อรองรับน้ำเสียจำนวน 2 บ่อซึ่งต่ออนุกรมกัน ทำให้สามารถกักเก็บน้ำเสียได้ปริมาณมากและการบำบัดมีประสิทธิภาพดีกว่าการขุดเพียงบ่อเดียว โดยน้ำเสียที่ได้จากระบบบำบัดไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์แต่จะปล่อยให้ระเหยตามธรรมชาติ คาดว่าในฤดูฝนน้ำอาจจะล้นลงสู่แหล่งน้ำบริเวณฟาร์มสุกร

บริเวณบ่อบำบัดไม่มีกลิ่นเนื่องจากเป็นระบบบำบัดแบบธรรมชาติที่มีการขุดต่ออนุกรมกัน 2 บ่อ รายได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับเจ้าของฟาร์มสุกร การบำรุงรักษาระบบบำบัดจะทำการขุดลอกบ่อโดยดูจากปริมาณน้ำเสียในบ่อบำบัด

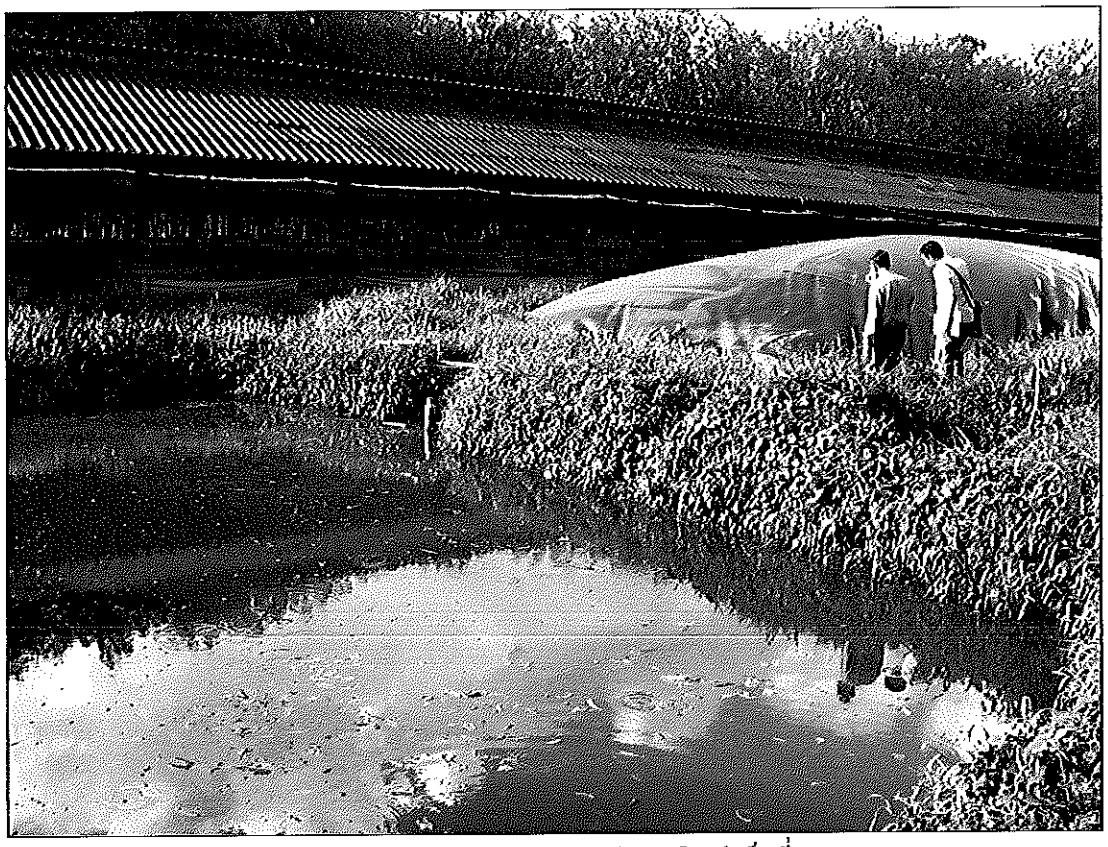
ฟาร์มที่ 4

ภาพประกอบ ง 4 ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 4

เป็นฟาร์มสุกรแบบเปิดมีจำนวนสุกรทั้งหมดประมาณ 600 ตัว มีการล้างคอกสุกรวันละ 2 ครั้ง ระบบบำบัดน้ำทิ้งเป็นบ่อบำบัดโดยทำการขุดเป็นบ่อเพื่อรองรับน้ำเสียจำนวน 2 บ่อ ซึ่งน้ำเสียที่ได้จากระบบบำบัดไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์แต่จะปล่อยให้ระเหยตามธรรมชาติ และจากการสำรวจพบว่าบ่อบำบัดมีขนาดเล็กไม่เหมาะสมกับจำนวนสุกรส่งผลให้น้ำเสียจากการล้างคอกสุกรไหลล้นบ่อออกไปสู่แหล่งน้ำบริเวณฟาร์มสุกร

บริเวณบ่อบำบัดมีกลิ่นเล็กน้อยเนื่องจากเป็นระบบบำบัดแบบธรรมชาติ มีรายได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรซึ่งไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับเจ้าของฟาร์มสุกร การบำรุงรักษาระบบบำบัดคาดว่าไม่มีการบำรุงรักษาระบบบำบัด เพราะน้ำเสียที่ล้นบ่อบำบัดมีปริมาณมาก

ฟาร์มที่ 5



ภาพประกอบ ง 5 ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 5

เป็นฟาร์มสุกรแบบปิดมีจำนวนสุกรทั้งหมดประมาณ 700 ตัว โดยทำการเลี้ยงสุกรส่งบริษัทมีการล้างคอกสุกรวันละ 2 ครั้ง มีระบบบำบัดน้ำทิ้งเป็นแบบ Cover Lagoon และระบบบำบัดขั้นหลังอีกจำนวน 1 บ่อ โดยได้รับเงินสนับสนุนจากบริษัทจำนวน 50,000 บาท โดยก๊าซชีวภาพสามารถนำไปใช้ขับเครื่องปั่นไฟฟ้าซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำมันเบนซินลง 40%

บริเวณบ่อบำบัดไม่มีกลิ่นเนื่องจากเป็นระบบบำบัดแบบ Cover Lagoon แต่จะมีกลิ่นในโรงเลี้ยงสุกร โดยมีรายได้จากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้แทนน้ำมัน ส่วนรายได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรจะไม่มีเพราะมูลสุกรย่อยสลายอยู่ในบ่อหมักจนหมด ซึ่งการบำรุงรักษามีเพียงเรื่องการป้องกันให้ผ้าพลาสติกรั่วเพราะจะไม่สามารถกักเก็บก๊าซชีวภาพได้

ฟาร์มที่ 6

ภาพประกอบ ง 6 ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 6

เป็นฟาร์มสุกรแบบเปิดจำนวน 2 โรงเรือนมีจำนวนสุกรทั้งหมดประมาณ 600 ตัว โดยจะทำการเลี้ยงสุกรส่งให้บริษัท มีการล้างคอกสุกรวันละ 2 ครั้ง ระบบบำบัดน้ำทิ้งเป็นบ่อบำบัดโดยทำการขุดเป็นบ่อเพื่อรองรับน้ำเสียจำนวน 3 บ่อ ซึ่งน้ำเสียที่ได้จากระบบบำบัดมีการนำไปใช้ประโยชน์โดยนำไปรดน้ำต้นกล้วยภายในฟาร์มสุกร และจากการสำรวจพบว่ามีไม่มีรายได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรเพราะมูลสุกรมีปริมาณน้อย แต่จะมีปุ๋ยมูลสุกรใช้เพียงในฟาร์มเท่านั้น

บริเวณบ่อบำบัดมีกลิ่นเล็กน้อยเนื่องจากเป็นระบบบำบัดแบบธรรมชาติ การบำรุงรักษาระบบบำบัดคาดว่าไม่มีการบำรุงรักษาระบบบำบัด เพราะจากการสำรวจพบว่ามีหญ้าปกคลุมมากบริเวณบ่อ และตะกอนบริเวณบ่อมีปริมาณมาก

ฟาร์มที่ 7

ภาพประกอบ ง 7 ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 7

เป็นฟาร์มสุกรแบบปิดมีจำนวน 2 โรงเรือนจำนวนสุกรทั้งหมดประมาณ 400 ตัว มีการล้างคอกสุกรวันละ 2 ครั้ง ระบบบำบัดน้ำทิ้งเป็นบ่อบำบัดโดยทำการขุดเป็นบ่อเพื่อรองรับน้ำเสียจำนวน 2 บ่อซึ่งต่ออนุกรมกัน ทำให้สามารถกักเก็บน้ำเสียได้ปริมาณมากและการบำบัดมีประสิทธิภาพดีกว่าการขุดเพียงบ่อเดียว โดยน้ำเสียที่ได้จากระบบบำบัดไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์แต่จะปล่อยให้ระเหยตามธรรมชาติ คาดว่าในฤดูฝนน้ำอาจจะล้นลงสู่แหล่งน้ำบริเวณฟาร์มสุกร

บริเวณบ่อบำบัดไม่มีกลิ่นเนื่องจากเป็นระบบบำบัดแบบธรรมชาติที่มีการขุดต่ออนุกรมกัน 2 บ่อ รายได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรไม่มีเนื่องจากเจ้าของฟาร์มสุกรไม่มีเวลาในการเก็บมูลสุกร การบำรุงรักษาระบบบำบัดคาดว่าไม่มีการบำรุงรักษาระบบบำบัด เนื่องจากน้ำทิ้งที่กำลังล้นจากบ่อบำบัดบ่อที่ 2 มีปริมาณมาก

ฟาร์มที่ 8

ภาพประกอบ ง 8 ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 8

เป็นฟาร์มสุกรแบบปิดมีจำนวน 1 โรงเรือนจำนวนสุกรทั้งหมดประมาณ 600 ตัว มีการล้างคอกสุกรวันละ 2 ครั้ง ระบบบำบัดน้ำทิ้งเป็นบ่อบำบัดโดยทำการขุดเป็นบ่อเพื่อรองรับน้ำเสียจำนวน 3 บ่อซึ่งต่ออนุกรมกัน ทำให้สามารถกักเก็บน้ำเสียได้ปริมาณมากและการบำบัดมีประสิทธิภาพดีกว่าการขุดเพียงบ่อเดียว โดยน้ำเสียและตะกอนที่ได้จากระบบบำบัดมีการนำไปใช้ประโยชน์โดยนำไปใช้ในการรดน้ำต้นไม้บริเวณฟาร์ม เช่น ต้นมะพร้าว ต้นมะเขือ คาดว่าในฤดูฝนน้ำอาจจะล้นลงสู่แหล่งน้ำบริเวณฟาร์มสุกร

บริเวณบ่อบำบัดมีกลิ่นมากเนื่องจากเป็นระบบบำบัดแบบธรรมชาติที่มีการขุดต่ออนุกรมกัน 3 บ่อ แต่บ่อมีขนาดเล็กและถูกร้องเรียนจากชุมชนในระแวกใกล้เคียง ไม่มีรายได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรเนื่องไม่มีการเก็บมูลสุกรก่อนล้างคอก การบำรุงรักษาระบบบำบัดคาดว่าไม่มีการบำรุงรักษาระบบบำบัด แต่จะสูบน้ำเสียและกากตะกอนไปใช้ประโยชน์

ฟาร์มที่ 9

ภาพประกอบ ง 9 ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 9

เป็นฟาร์มสุกรแบบเปิดมีจำนวนสุกรทั้งหมดประมาณ 100 ตัว มีการล้างคอกสุกรวันละ 2 ครั้ง ระบบบำบัดน้ำทิ้งเป็นบ่อบำบัดโดยทำการขุดเป็นบ่อเพื่อรองรับน้ำเสียจำนวน 1 บ่อ ซึ่งน้ำเสียที่ได้จากระบบบำบัดไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์แต่จะปล่อยให้ระเหยตามธรรมชาติ และจากการสำรวจพบว่าบ่อบำบัดมีขนาดเล็กไม่เหมาะสมกับจำนวนสุกรส่งผลให้น้ำเสียจากการล้างคอกสุกรไหลล้นบ่อออกไปสู่แหล่งน้ำบริเวณฟาร์มสุกร

บริเวณบ่อบำบัดมีกลิ่นเล็กน้อยเนื่องจากเป็นระบบบำบัดแบบธรรมชาติ และมีจำนวนสุกรไม่มาก มีรายได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรซึ่งไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับเจ้าของฟาร์มสุกร การบำรุงรักษาระบบบำบัดคาดว่าไม่มีการบำรุงรักษาระบบบำบัด เพราะน้ำเสียที่ล้นบ่อบำบัดมีปริมาณมาก

ฟาร์มที่ 10

ภาพประกอบ ง 10 ระบบบำบัดมลพิษฟาร์มที่ 10

เป็นฟาร์มสุกรแบบปิดมีจำนวน 1 โรงเรือนจำนวนสุกรทั้งหมดประมาณ 400 ตัว มีการล้างคอกสุกรวันละ 2 ครั้ง ระบบบำบัดน้ำทิ้งเป็นบ่อบำบัดโดยทำการขุดเป็นบ่อเพื่อรองรับน้ำเสียจำนวน 1 บ่อ โดยน้ำเสียที่ได้จากระบบบำบัดไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์แต่จะปล่อยให้ระเหยตามธรรมชาติ คาดว่าในฤดูฝนน้ำอาจจะล้นลงสู่แหล่งน้ำบริเวณฟาร์มสุกร

บริเวณบ่อบำบัดมีกลิ่นเนื่องจากเป็นระบบบำบัดแบบธรรมชาติ รายได้จากการขายปุ๋ยมูลสุกรไม่มีเนื่องจากเจ้าของฟาร์มสุกรไม่มีเวลาในการเก็บมูลสุกร การบำรุงรักษาระบบบำบัดคาดว่าไม่มีการบำรุงรักษาระบบบำบัด เนื่องจากน้ำทิ้งที่กำลังล้นจากบ่อบำบัด มีปริมาณมาก

แนวคำถามในการสัมภาษณ์

แนวคำถามในการเก็บข้อมูลสร้างจากวัตถุประสงค์และแนวคิดในงานวิจัย เป็นแนวคำถามที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

1.ขั้นเริ่มการสนทนา

ผู้วิจัยเริ่มจากการสัมภาษณ์เรื่องทั่วไป โดยมีแนวคำถามดังนี้

- เริ่มการสนทนาโดยแนะนำตนเองและบอกวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์
- พูดคุยเรื่องทั่วไปเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับผู้สัมภาษณ์
- ข้อมูลพื้นฐานของผู้สัมภาษณ์

2.ข้อมูลเกี่ยวกับการทำวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยใช้แนวคำถามในประเด็นที่สนใจศึกษา โดยมีแนวคำถามดังนี้

- ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนสุกรทั้งหมดที่เลี้ยงในฟาร์มสุกร
- ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนพนักงานที่ใช้ในการดูแล และทำความสะอาดคอกสุกร
- ข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดที่ใช้ในฟาร์มสุกร
- ผลพลอยได้ที่ได้จากการสร้างระบบบำบัดมีอะไรบ้าง คิดเป็นมูลค่าเท่าไหร่
- ข้อมูลเกี่ยวกับการบำรุงรักษาระบบบำบัดมีอย่างไรบ้าง คิดเป็นมูลค่าเท่าไหร่
- ในฐานะที่ท่านเป็น.....ท่านคิดว่าถ้าจะสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้มาตรฐาน ท่านจะเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยเหล่านี้อย่างไร (น้ำเสียผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ผลพลอยได้ที่ได้จากการสร้างระบบบำบัด ต้นทุนที่ใช้ในการสร้างระบบบำบัด)

แบบสัมภาษณ์

เรื่อง การหาแนวทางปฏิบัติในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

1. ชื่อฟาร์ม.....
2. สถานที่ตั้ง.....
3. สภาพฟาร์ม.....(เป็นฟาร์มประเภทใด).....
   3.1 จำนวนพื้นที่ของฟาร์มประมาณ.....ไร่
   จำนวนโรงเรือน.....หลัง
   พื้นที่บำบัดน้ำทิ้ง.....ไร่
   พื้นที่เพาะปลูกชนิดพืช.....ประมาณ.....ไร่
   3.2 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ก่อนลงทุนระบบบำบัดมลพิษ
   ค่าไฟฟ้าประมาณเดือนละ.....บาท
   ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง.....บาท
   3.3 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน หลังลงทุนระบบบำบัดมลพิษ
   ค่าไฟฟ้าประมาณเดือนละ.....บาท
   ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง.....บาท
   3.4 สภาพบริเวณภายนอกฟาร์มอยู่ใกล้กับ (ชุมชน ตลาด วัด โรงเรียน ไร่ นา สวน แม่น้ำ ลำคลอง).....
4. จำนวนสุกรในฟาร์มทั้งหมด.....ตัว
   การจำหน่ายสุกร(บอกรายละเอียด).....
5. ลักษณะของการบำบัดมลพิษ
   5.1 ประเภทของระบบบำบัดมลพิษ.....
   5.2 การทำความสะอาดโรงเรือน
   การเก็บกวาดมูลสุกร.....ครั้งต่อวัน
   การล้างคอกสุกร.....ครั้งต่อวัน
   5.3 ปริมาณน้ำทิ้ง
   น้ำทิ้งจากการล้างคอกสุกรปริมาณ.....ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
   5.4 น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วนำไปใช้ประโยชน์ด้านใด.....
6. ระบบบำบัดมลพิษที่มีอยู่ในปัจจุบัน.....

7. ค่าใช้จ่ายของระบบบำบัด

7.1 งบประมาณลงทุนในการก่อสร้างระบบบำบัด.....

7.2 ค่าใช้จ่าย

ค่าบำรุงรักษาบ่อบำบัดปีละ.....บาท

ค่าคนงานในการดูแลระบบ.....บาท

8. ผลตอบแทนของระบบบำบัด

8.1 จำหน่ายมูลสุกรได้เดือนละ.....บาท

8.2 ก๊าซชีวภาพที่ใช้ทดแทนเชื้อเพลิงอื่น น้ำมันเตา ก๊าซหุงต้ม คิดเป็นรายได้.....บาท

9. เหตุผลในการตัดสินใจลงทุนสร้างระบบบำบัดภายใต้ปัจจัย (ด้านงบประมาณการลงทุนสร้างระบบบำบัด ด้านผลตอบแทนในการสร้างระบบบำบัด และด้านประสิทธิภาพในการสร้างระบบบำบัด) ท่านคิดว่าจะจัดลำดับน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเหล่านี้อย่างไร โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1	สำคัญน้อยมากที่สุด
2	สำคัญน้อยมาก
3	สำคัญน้อย
4	สำคัญปานกลางค่อนข้างน้อย
5	สำคัญปานกลาง
6	สำคัญปานกลางค่อนข้างมาก
7	สำคัญมากยังไม่ที่สุด
8	สำคัญมากที่สุด
9	สำคัญมากที่สุดอย่างยิ่ง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายโสธร เดชนครินทร์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5010120082

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2548

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนศิษย์ก้นกุฏิ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ทุนผู้ช่วยสอน จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

โสธร เดชนครินทร์, สัณห์ชัย กลิ่นพิกุล และ นิกร ศิริวงศ์ไพศาล. 2553. การศึกษาแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดในการจัดการบำบัดมลพิษฟาร์มสุกรลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ. อุบลราชธานี, ประเทศไทย, 13 - 15 ต.ค. 2553.