แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการมลพิษจากฟาร์มไก่เนื้อขนาดกลาง ในโรงเรือนระบบปิดแบบอุโมงค์

POLLUTION MANAGEMENT GUIDELINE FOR MEDIUM-SIZED INTEGRADED CLOSE SYSTEM BOILER FARM

ชลิตตา เพชรทิพย์

CHALITTA TEPTRAIPHP

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2560

KMITL-2017 EN-M-003-146

แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการปัญหามลพิษจากฟาร์มไก่เนื้อขนาดกลางในโรงเรือนระบบปิดแบบครบวงจร

POLLUTION MANAGEMENT GUIDELINE FOR MEDIUM-SIZED INTEGRATED CLOSE SYSTEM BROILER FARM

ชลิตตา เทพภักดี

CHALITTA THEPPAKDEE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2560

KMITL-2017-EN-M-093-146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POLLUTION MANAGEMENT GUIDELINE FOR MEDIUM-SIZED INTEGRATED CLOSE SYSTEM BROILER FARM

CHALITTA THEPPAKDEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2017

KMITL-2017-EN-M-093-146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2017

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการปัญหามลพิษจากฟาร์มไก่เนื้อขนาดกลางในโรงเรือนระบบปิดแบบครบวงจร

Thesis Title Pollution Management Guideline for Medium-Sized Integrated Close System Broiler Farm

นักศึกษา นางสาวชลิตตา เทพภักดี

รหัสประจำตัว 56601233

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.อุมา สีบุญเรือง

หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2017-EN-M-093-146

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สายสุนีย์	พุทธาคุณเจริญ	
ผศ.ดร.ชลิดา	อู่ตะเภา	
ผศ.ดร.ภาสกร	ขันทองทิพย์	
รศ.ดร.อุมา	สีบุญเรือง	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันพุธที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 เวลา 15.00-17.00 น.
สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 5 ห้องประชุม 2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการปัญหามลพิษจากฟาร์มไก่เนื้อขนาดกลางในโรงเรือนระบบปิดแบบครบวงจร
นักศึกษา	นางสาวชลิตตา เทพภักดี
รหัสประจำตัว	56601233
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.อุมา สีบุญเรือง

บทคัดย่อ

การเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากความต้องการบริโภคเนื้อไก่เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดปัญหาด้านกลิ่นและมลพิษจากฟาร์มเลี้ยงไก่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ประชาชนบริเวณใกล้เคียงมากขึ้น ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อจำแนกชนิดแหล่งที่มาผลกระทบของมลพิษและหาแนวทางการจัดการแก้ไข ป้องกันมลพิษจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดขนาดกลางที่เหมาะสม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อในฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อโรงเรือนระบบปิดขนาดกลางมาวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel และ Microsoft Excel Solver เก็บตัวอย่างน้ำดี น้ำเสีย มูลสัตว์ ก๊าซและฝุ่นละออง มาวิเคราะห์พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่กรมปศุสัตว์และกรมควบคุมมลพิษกำหนด ปัญหาด้านแมลงวันสาเหตุมาจากความชื้น จึงได้ทำการกลับแกลบทุกๆ 3 วัน ส่งผลให้กลิ่นเหม็นและก๊าซแอมโมเนียลดลง การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และได้ประโยชน์จากของเสียมากที่สุด ได้ทำการเลือกกระบวนการผลิตแกลบผสมมูลจำนวน 70,500 กิโลกรัม และกระบวนการนำของเสียมาใช้ใหม่ จำนวน 12,750 กิโลกรัม เกิดมูลค่าถึง 58,635 บาท/รุ่น ปัจจัยการผลิตต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเกือบทุกขั้นตอน เมื่อมีการบริหารจัดการควบคุมการเปิด – ปิด พัดลมระบายอากาศช่วยลดค่าไฟฟ้าได้ 1,848.9 kWh/รุ่น คิดเป็นมูลค่า 6,970.35 บาท/รุ่น ซึ่งในอนาคตสามารถนำไปวิเคราะห์แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ วิเคราะห์ในฟาร์มไก่เนื้อขนาดใหญ่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Pollution Management Guideline for Medium-Sized Integrated Close System Broiler Farm
Student	Miss Chalitta Theppakdee
Student ID.	56601233
Degree	Master of Engineering
Program	Civil Engineering
Year	2017
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Uma Seeboonruang

ABSTRACT

Since demand of chicken meat increases, closed broiler chickens are increased dramatically. Then the problems from broiler chickens are increased dramatically. Then the problem from broiler farms affect to the neighbor in terms of pollution. The purposes of the study are to classify sources, impact, management and prevention of pollution for medium closed system broiler farm. The methodology of the study begins with collecting of water, wastewater, manure, gas and dust. Then Excel Spreadsheet and Microsoft Excel Solver are analyzed. As a result of the study founded that most of water, wastewater, manure, gas and dust passed the standards of the Department of Livestock Development and the Pollution Control Department. The humidity of chaff induces flies, smell and ammonia, so the chaff is reversed every 3 days. Cost minimization analysis and benefit maximization analysis employing optimization models choose the processes of chaff mix manure of 70,500 kilogram and the waste reuse of 12,750 kilogram. The cost at 58,635 bath. The process requires electricity almost every step and management controls the turn on – turn off of the ventilators. Then the management reduce electricity bill 1,848.9 kWh. This cost 6,970.35 bath. In the future the methods can be analyze for multi-objective optimization model in large broiler farms.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.อุมา สีบุญเรือง ที่ท่านได้ให้ความรู้ คำปรึกษา แนะแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้การเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งผู้ศึกษา ขอกล่าวคำขอบคุณและนับถือ รศ.ดร. อุมา สีบุญเรือง

ขอขอบพระคุณทุนพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ระดับปริญญาโท สัญญารับทุนเลขที่ MSD58I0135 ที่ได้มอบทุนวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ สุพิศฟาร์ม ที่ให้ผู้ศึกษาเก็บข้อมูลและให้ความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการเลี้ยงไก่เนื้อเพื่อทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ และคุณแม่ของผู้ศึกษาทุกท่าน ที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่ช่วยให้กำลังใจและช่วยผลักดันให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และ กราบขออภัยบุคคลผู้มีพระคุณทุกท่านที่มิได้กล่าวถึง ณ ที่นี้แต่ยังระลึกถึงตลอดไป

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ชลิตตา เทพภักดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VII

สารบัญรูป..... VIII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 3

1.3 ขอบเขตของการศึกษา..... 4

1.4 ขั้นตอนการทำงาน..... 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์..... 5

2.1 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.2 การเลี้ยงไก่และการจัดการไก่กระทง..... 8

2.2.1 โปรแกรมการเลี้ยงไก่กระทง..... 8

2.2.2 การเตรียมโรงเรือน..... 8

2.2.3 วัสดุรองพื้น..... 8

2.2.4 การจัดการวัสดุรองพื้น..... 9

2.2.5 การปฏิบัติเมื่อลูกไก่มาถึงฟาร์ม..... 10

2.2.6 การกกลูกไก่..... 10

2.2.7 การให้อาหาร..... 11

2.2.8 การให้น้ำไก่กระทง..... 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2.9 การจับไก่และการขนส่ง 12

2.3 ปัญหาและผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงสัตว์ปีก 12

2.3.1 ปัญหากลิ่นเหม็น 13

2.3.2 ปัญหาฝุ่นละออง 14

2.3.3 ปัญหาแมลงและพาหะนำโรค 15

2.4 แหล่งกำเนิดกลิ่นและแมลงในฟาร์มสัตว์ปีก 16

2.4.1 โรงเรือน 17

2.4.2 กองมูล ลานตากมูล และโรงเก็บมูล 18

2.5 วิธีการจัดการกลิ่นในฟาร์มสัตว์ปีก 18

2.5.1 การเลือกที่ตั้งและการจัดการโรงเรือน 18

2.5.2 การจัดการของเสียจากฟาร์มสัตว์ปีก 20

2.5.3 การบำบัดกลิ่น 23

2.6 เทคโนโลยีสะอาด 27

2.6.1 หลักการของเทคโนโลยีสะอาด 27

2.6.2 ขั้นตอนการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสะอาด 30

2.7 ก๊าซเรือนกระจกจากการปศุสัตว์ 30

2.8 แบบจำลองและการวิเคราะห์การตัดสินใจ 32

2.8.1 คุณสมบัติของแบบจำลอง 32

2.8.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 32

2.8.3 การแก้ปัญหา 33

2.9 การหาค่าเหมาะสมที่สุดของฟังก์ชัน 34

2.9.1 ตัวแปรออกแบบ 34

2.9.2 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ 34

2.9.2 ข้อจำกัด 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.10 ลักษณะรูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้น 36
2.11 การหาค่าเหมาะสมที่สุดของโปรแกรมคณิตศาสตร์โดยการใช้ Excel Spreadsheet. 36

บทที่ 3 วิธีการดำเนิน 38
3.1 ศึกษาทฤษฎี แนวความคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38
3.2 เก็บข้อมูลการเลี้ยงไก่เนื้อ 38
3.3 วิเคราะห์ข้อมูล 42
3.3.1 เก็บตัวอย่างน้ำล้างคอก 42
3.3.2 เก็บตัวอย่างมูลไก่ 44
3.3.3 วัดปริมาณและวิเคราะห์คุณภาพของอากาศ 44
3.3.4 ศึกษาวิธีการในการกำจัดแมลงวัน 45
3.3.5 วิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการผลิต 46
3.4 ทำการ Optimization 48
3.4.1 ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ 48
3.4.2 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ 50
3.4.3 ข้อจำกัด 50
3.4.5 การใช้งาน Solver บนโปรแกรม Microsoft Excel 51

บทที่ 4 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ 57
4.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลการเลี้ยงไก่เนื้อ 57
4.2 ผลการทดสอบน้ำดื่มไก่เนื้อ 58
4.3 ผลการทดสอบน้ำเสียจากฟาร์มไก่เนื้อ 58
4.4 ผลการทดสอบของเสียจากฟาร์มไก่เนื้อ 60
4.5 ผลการทดสอบค่าความร้อนจากแกลบและมูลไก่แห้ง 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.6 ผลจากการตรวจวัดปริมาณก๊าซและฝุ่นละอองในอากาศ 61
4.7 ผลจากการกำจัดแมลงวัน 63
4.8 ผลจากการศึกษาการใช้น้ำในแผงรังผึ้ง 63
4.9 การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 65

บทที่ 5 สรุปศึกษาและข้อเสนอแนะ 73
5.1 สรุปผลการศึกษา 73
5.2 ข้อเสนอแนะ 73

บรรณานุกรม 74

ภาคผนวก ก ข้อมูลผลการวิเคราะห์ 75

ภาคผนวก ข รูปลงพื้นที่หน้างาน 79

ภาคผนวก ค สำเนาบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ 80

ประวัติผู้เขียน 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงขั้นตอนการทำงาน 4
2.1 แสดงคุณสมบัติของวัสดุรองพื้นแต่ละชนิด 9
2.2 ปริมาณมลพิษที่ยอมรับได้ภายในโรงเรือน 13
2.3 ค่าปริมาณมลพิษในโรงเรือนเลี้ยงไก่ที่กรมมลพิษแนะนำ 14
2.4 ผลกระทบของมลพิษในโรงเรือนที่มีต่อไก่ 15
2.5 แสดงปริมาณฝุ่นภายในโรงเรือนสัตว์ 17
2.6 ค่าความเข้มกลิ่นและความชื้นภายในโรงเรือนไก่ 21
2.7 แสดงปริมาณสารอาหารที่มีในมูลไก่ที่จำเป็นต่อพืชเปรียบเทียบกับมูลสัตว์อื่นๆ 23
2.8 การใช้สารเคมีฉีดพ่นละอองฝอยกำจัดแมลงวัน 23
2.9 การใช้สารเคมีฉีดพ่นฤทธิ์ตกค้างบริเวณแหล่งเกาะพักและเพาะพันธุ์ของแมลงวัน 32
2.10 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor 33
2.11 ความแตกต่างของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 48
3.1 ข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ 57
4.1 รายงานผลการทดสอบน้ำดื่มไก่เนื้อจากตัวอย่างน้ำของ สุพิศฟาร์ม 58
4.2 มาตรฐานเพื่อควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร 59
4.3 รายงานผลการทดสอบน้ำเสียจากฟาร์มไก่เนื้อ 59
4.4 รายงานผลการทดสอบอินทรีย์วัตถุจากมูลไก่แห้ง 60
4.5 คุณค่าของธาตุอาหารสำหรับพืชในมูลสัตว์ 60
4.6 ปริมารอินทรียวัตถุของปุ๋ยหมักและมูลวัว 60
4.7 รายงานผลการทดสอบค่าความร้อน 61
4.8 ปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง (ค่าความร้อนสุทธิ 61
4.9 รายงานผลการทดสอบปริมาณก๊าซและฝุ่นละอองในอากาศ 62
4.10 ผลในการเลือกค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดของแบบจำลอง 72
4.11 ผลในการเลือกได้ประโยชน์มากที่สุดของแบบจำลอง 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 เปรียบเทียบปริมาณการผลิตและปริมาณการบริโภคของประเทศที่สำคัญในตลาดอาเซียนปี 2555 2
2.1 ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นด้านหลังพัดลม 15
2.2 แมลงวันจากฟาร์มสัตว์ปีก 16
2.3 แหล่งกำเนิดกลิ่นจาฟาร์มสัตว์ปีก 17
2.4 แหล่งกำเนิดกลิ่นภายในโรงเรือน 18
2.5 พื้นที่บริเวณฟาร์มเลี้ยงไก่ 19
2.6 การให้น้ำ 20
2.7 วัสดุรองพื้นคอกจากฟาร์มไก่ 20
2.8 การนำวัสดุรองพื้นคอก มูล และปัสสาวะไปใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร 21
2.9 แสดงทิศทางการกระจายของกลิ่น 24
2.10 ตัวอย่างแนวกำแพงธรรมชาติ 24
2.11 แนวกำแพงจากวัสดุอื่น เช่น พลาสติกหรือไม้ 24
2.12 ระบบบำบัดกลิ่นแบบชีวภาพ ชนิดไบโอฟิลเตอร์ 25
2.13 ระบบบำบัดแบบม่านกระจายน้ำ 26
2.14 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย 27
2.15 หลักการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด 28
2.16 เงื่อนไขในการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี 29
2.17 ลำดับการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีแบบจำลอง 34
2.18 การสร้างแผ่นงานใหม่สำหรับใส่ตัวแปร สมการเป้าหมายและข้อจำกัดโดยใช้ Excel 37
3.1 แผนที่แสดงที่ตั้งของโรงเรือน สุพิศฟาร์ม 305 ม.1 ต.ควนขนุน อ.เขาชัยสน จ.พัทลุง 39
3.2 แผนผังแสดงที่ตั้งของโรงเรือนและสิ่งก่อสร้าง สุพิศฟาร์ม 39
3.3 มิเตอร์สำหรับเก็บค่าการใช้น้ำภายใน สุพิศฟาร์ม 40
3.4 มิเตอร์สำหรับเก็บค่าการใช้ไฟฟ้าภายใน สุพิศฟาร์ม 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.5 แกลบที่ใช้เป็นวัสดุรองพื้นภายใน สุพิศฟาร์ม 41
3.6 ไก่เนื้อในช่วงอายุ 20 วัน 41
3.7 อุปกรณ์การให้อาหารและน้ำไก่เนื้อ 42
3.8 รางระบายน้ำเสียภายใน สุพิศฟาร์ม 43
3.9 บ่อพักน้ำเสียภายใน สุพิศฟาร์ม 43
3.10 ตัวอย่างน้ำเสียภายใน สุพิศฟาร์ม ส่งไปวิเคราะห์ค่าต่างๆ ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 43
3.11 เก็บตัวอย่างมูลไก่และแกลบภายใน สุพิศฟาร์มส่งไปวิเคราะห์ค่าความร้อนที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 44
3.12 ขวดเก็บตัวอย่าง กรวยและตะแกรงวางบนขวดพร้อมขาตั้งเพื่อเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง ภายในบริเวณสุพิศฟาร์ม 45
3.13 เฝ้าสังเกตสาเหตุของการเกิดแมลงวันและคอยควบคุมความชื้นภายในสุพิศฟาร์ม 45
3.14 กระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อ 46
3.15 แผนภูมิก้างปลาปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบ Cooling System 47
3.16 การติดตั้ง Solver บนโปรแกรม Microsoft Excel 52
3.17 หน้าต่าง Add – Ins ในการติดตั้ง Solver บนโปรแกรม Microsoft Excel 52
3.18 Solver บนโปรแกรม Microsoft Excel 52
3.19 หน้าต่าง Solver Parameter บนโปรแกรม Microsoft Excel 53
3.20 หน้าต่าง Add Constraint 53
3.21 All Method Tab 55
3.22 GRG Nonlinear Tab 55
3.23 Evolutionary Tab 56
4.1 คราบฝุ่นละอองที่เกาะตามพัดลมระบายอากาศและแนวต้นกล้วยและสวนยางพาราที่คอยดับจับก๊าซและฝุ่นละอองที่ลอยออกมา 62
4.2 ลักษณะแกลบที่มีความชื้นน้อย ลดปัญหาการวางไข่ของแมลงวันได้ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.3 ระบบปั๊มน้ำและแผงรังผึ้ง 64
4.4 ข้อมูลของตัวแปร ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดโปรแกรม Excel..... 66
4.5 ข้อมูลของตัวแปร ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โปรแกรม Solver ใน Excel 67
4.6 กด Solver โปรแกรม Solver ใน Excel ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด 67
4.7 ผลลัพธ์ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โปรแกรม Solver ใน Excel 68
4.8 ข้อมูลของตัวแปร ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัด ได้ประโยชน์มากที่สุดโปรแกรม Excel..... 69
4.9 ข้อมูลของตัวแปร ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัด ได้ประโยชน์มากที่สุด โปรแกรม Solver ใน Excel 69
4.10 กด Solver โปรแกรม Solver ใน Excel ได้ประโยชน์มากที่สุด..... 70
4.11 ผลลัพธ์ได้ประโยชน์มากที่สุด โปรแกรม Solver ใน Excel..... 71
ก1 การทดสอบน้ำดื่มไก่เนื้อ 75
ก2 การทดสอบน้ำเสียจากฟาร์มไก่เนื้อ..... 76
ก3 การทดสอบของเสียจากฟาร์มไก่เนื้อ..... 77
ก4 การทดสอบค่าความร้อนจากแกลบและมูลไก่แห้ง 78
ข1 ลงพื้นที่หน้างาน..... 79
ค1 หน้าปกการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 15..... 80
ค2 บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 15..... 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมไก่เนื้อเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทย ด้วยปริมาณการส่งออกที่มีมากกว่าร้อยละ 85 ในกลุ่มสินค้าปศุสัตว์ทั้งหมด ปัจจุบันประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตไก่เนื้อมากเป็นอันดับ 10 ของโลก และสามารถส่งออกไก่และผลิตภัณฑ์แปรรูปมากเป็นอันดับ 4 ของโลก ดังรูปที่ 1.1 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณการผลิตและการบริโภคของประเทศที่สำคัญในตลาดอาเซียนปี 2555 จะเห็นว่าประเทศไทยมีปริมาณการผลิตสูงมากประมาณ 1,550,000 ตัน แต่ปริมาณการบริโภคมีเพียง 932,000 ตัน ในช่วง 4 - 5 ปีที่ผ่านมา การผลิตไก่เนื้อของไทยมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยปีละ 4.7% เนื่องจากความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะจากตลาดต่างประเทศ สำหรับในปี 2556 ประเทศไทยมีการเลี้ยงไก่เนื้อรวม 1,103.32 ล้านตัว เพิ่มขึ้น 4.5% จากปี 2555 คิดเป็นปริมาณการผลิตเนื้อไก่ถึง 1.51 ล้านตัน และในปัจจุบันไก่เนื้อ ถือได้ว่ามีช่องทางที่ดีในการส่งออกไปยังตลาดอาเซียน จากการรวมตัวกันเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) เพราะการรวมตัวดังกล่าวจะทำให้เกิดตลาดในภูมิภาคขนาดใหญ่ มีประชากรรวมกันประมาณกว่า 600 ล้านคน ส่งผลให้ความต้องการบริโภคเนื้อไก่เพิ่มขึ้น ทำให้ไทยมีตลาดอาเซียนรองรับการขยายตลาดก็จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่อหน่วยลดลงได้อีกทั้งผู้ประกอบการไทยยังสามารถกระจายการลงทุนการผลิตไก่เนื้อแบบครบวงจรตั้งแต่การปลูกวัตถุดิบอาหารสัตว์การทำธุรกิจฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อตลอดถึงธุรกิจการแปรรูป ไปยังประเทศอาเซียนอื่นๆตามลักษณะเด่นของแต่ประเทศเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการไทยได้เช่นกันและจากการที่ไทยมีข้อได้เปรียบในเรื่องของศักยภาพในการแข่งขันด้านต่าง ๆ เหนือกว่าประเทศสมาชิกอื่นๆ ทั้งประสิทธิภาพในการผลิต ปัจจัยการผลิต มาตรฐานการผลิต และเทคโนโลยีการผลิต เป็นต้นส่งผลให้ไทยสามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้ดีกว่าประเทศผู้ผลิตอื่นๆ ในอาเซียน อีกทั้งผลผลิตไก่เนื้อไทยยังเป็นที่ยอมรับของประเทศสมาชิกอาเซียน (AEC) และประเทศอื่นๆ อีกด้วย

ทั้งนี้ ในปี 2556 ประเทศไทยมีผู้เลี้ยงไก่เนื้อเพื่อการค้าทั้งหมด 34,527 ครัวเรือน แบ่งออกเป็น กลุ่มที่เลี้ยงไก่เนื้อน้อยกว่า 10,000 ตัว (ฟาร์มขนาดเล็ก) 89.9% กลุ่มที่เลี้ยง 10,000 - 100,000 ตัว (ฟาร์มขนาดกลาง) 9.0% และกลุ่มที่เลี้ยงไก่มากกว่า 100,000ตัว (ฟาร์มขนาดใหญ่) 1.1% ส่วนใหญ่เป็นฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในระบบของผู้ประกอบการครบวงจร 95.68% (ซึ่งอยู่ในรูปแบบฟาร์มประกันราคาและรับจ้างเลี้ยงกว่า 93.71%) ที่เหลือเป็นส่วนของฟาร์มอิสระ 4.32% นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีฟาร์มไก่เนื้อพ่อแม่พันธุ์เพื่อการผลิตลูกไก่กว่า 7,253 ครัวเรือน ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงการเลี้ยงไก่จากเกษตรกรรมในครัวเรือนเป็นอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ที่มีระบบการเลี้ยงที่ทันสมัย ซึ่งเนื้อไก่นับได้ว่าเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญลำดับต้นๆ ชนิดหนึ่ง ดังนั้นเพื่อให้มั่นใจได้ว่าไก่เนื้อที่เลี้ยงมีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทางกรมปศุสัตว์จึงได้ออกกฎระเบียบว่าด้วยเรื่องมาตรฐานฟาร์มไก่เนื้อ โดยรายละเอียดได้ระบุถึงสภาพโรงเรือนและสิ่งแวดล้อม คุณภาพอาหารสัตว์และน้ำ รวมไปถึงการจัดการที่ถูกสุขลักษณะซึ่งปัจจุบันฟาร์มไก่เนื้อมากกว่า 20,000 ฟาร์ม ทั่วประเทศได้รับการรับรองฟาร์มมาตรฐานจากกรมปศุสัตว์จากมาตรฐานดังกล่าวทำให้วางใจได้ว่าไก่เนื้อเป็นเนื้อสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ทั้งยังมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคอีกด้วย ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลี้ยงไก่กระทงให้ได้ผลดี จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงไป โดยจากเล้าเปิดตามธรรมชาติมาเป็นโรงเรือนปิด (Evaporative Cooling System, EVAP) หมายถึง ระบบทำความเย็นที่ใช้การระเหยของน้ำช่วยในการทำความเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิภายในและการถ่ายเทของอากาศให้เหมาะกับความต้องการของตัวไก่ เพื่อให้ไก่โตเร็วอัตราการตายต่ำ และเลี้ยงได้เป็นจำนวนมากๆ ในแต่ละหลังเพื่อลดต้นทุนการผลิตในระยะยาว การเลี้ยงไก่เนื้อควรใช้ระบบการเลี้ยงแบบเข้าออกพร้อมกันหมด (All in – all out) คือ ในโรงเรือนเดียวกันจะเริ่มต้นเลี้ยงไก่อายุเท่ากัน ภายหลังจากที่จับไก่ออกหมดแล้ว โรงเรือนจะมีเวลาว่างซึ่งเป็นเวลาที่ผู้เลี้ยงจะต้องทำความสะอาดโรงเรือนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สะอาด ทำการฆ่าเชื้อโรคทั้ง ภายในและภายนอกโรงเรือน ฆ่าเชื้อโรคอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ เช่น อุปกรณ์ให้น้ำ ให้อาหาร ผ้าม่าน ฯลฯ หลังจากทำความสะอาดโรงเรือนและอุปกรณ์แล้ว จะมีการหยุดพักโรงเรือน (Down time) อย่างน้อย 7-14 วันเพื่อตัดวงจรการติดต่อของโรคระบาดบางชนิด ระยะเวลาในการเลี้ยงไก่กระทงจะขึ้นอยู่กับขนาดของไก่ที่ตลาดต้องการซึ่งจะมีน้ำหนักตั้งแต่ 1.3-2.8 กิโลกรัม ในการเลี้ยงแต่ละรุ่นจะใช้เวลาประมาณ 30-55 วัน

รูปที่ 1.1 เปรียบเทียบปริมาณการผลิตและปริมาณการบริโภคของประเทศที่สำคัญในตลาดอาเซียน ปี 2555 (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้ากระทรวงพาณิชย์, 2556)

การเติบโตของอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ในอดีตนั้นถูกขับเคลื่อนด้วยการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับสัตว์ ทำให้สายพันธุ์ สุขภาพและอาหารสัตว์ดีขึ้นและมีโอกาสที่สายพันธุ์และประสิทธิภาพในการเลี้ยงไก่จะได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นอีก ซึ่งจะทำให้ปริมาณผลผลิตมีโอกาสเติบโตได้อย่างสอดคล้องกับความต้องการบริโภคเนื้อไก่ที่เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ดี ในอนาคตอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ต้องพึงระวังผลกระทบที่เกิดจากการแก่งแย่งกันใช้ทรัพยากร เช่น ที่ดิน น้ำ และทรัพยากรอื่นๆ ระหว่างการเพาะปลูกพืชอาหารคน พืชอาหารสัตว์และพืชพลังงาน ในขณะเดียวกันก็ต้องเตรียมรับมือกับความท้าทายที่เกิดจากกฎระเบียบที่เข้มงวดมากขึ้นเกี่ยวกับการควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำธุรกิจ (carbon-constrained economy) การวิเคราะห์การใช้คาร์บอนเครดิตการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมสวัสดิภาพสัตว์ รวมทั้งผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด (Evaporative Cooling System, EVAP) ในอดีตยังไม่พบปัญหาการร้องเรียนทางด้านสิ่งแวดล้อม จนกระทั่งในระยะ 2 ปีที่ผ่านมา เริ่มมีปัญหาการร้องเรียนปัญหามลภาวะจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดเกิดขึ้น จากการที่ประชากรเพิ่มมากขึ้น จำนวนฟาร์มไก่ที่เพิ่มมากขึ้น และระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างที่อยู่อาศัยและฟาร์มเลี้ยงไก่ใกล้กันมากขึ้น จึงทำให้เกิดการร้องเรียนปัญหามลภาวะจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด (Evaporative Cooling System, EVAP) ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น กลิ่นเหม็นของแอมโมเนีย กลิ่นของไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือที่เรียกว่า ก๊าซไข่เน่า การเกิดแมลงวัน ปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจส่งผลให้สัตว์ตายและไม่โต ผลผลิตต่ำ ไม่ได้กำไรหรือขาดทุน เพราะมูลไก่ทั้งหมดจะกองสะสมอยู่ภายในฟาร์มประกอบกับ ปัจจุบันพบว่ายังไม่มีระบบการจัดการกับของเสียและน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากมูลไก่ ทำให้ฟาร์มที่เลี้ยงสัตว์เหล่านี้ต้องมีหน้าที่รับผิดชอบในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นเพื่อให้ค่าของน้ำเสียที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะมีค่าตามมาตรฐานที่กำหนด ปัญหาฝุ่นละอองและกลิ่นเหม็น แมลงและพาหะนำโรคที่สำคัญสำหรับฟาร์มสัตว์ปีกโดยเฉพาะไก่นั้น คือแมลงวัน ซึ่งมีด้วยกันหลายชนิด เช่น แมลงวันหัวเขียว แมลงวันผลไม้ แมลงวันลายและแมลงวันก้นแหลม เป็นต้น ซึ่งจะพบมากในช่วงฤดูร้อนโดยแมลงประเภทนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในของเสียที่ค่อนข้างเหลว ซึ่งแมลงวันจะวางไข่และฟักไข่อยู่บริเวณที่ที่มีความชื้นค่อนข้างสูง ลอกคราบเป็นดักแด้และเป็นตัวเต็มวัยภายใน 1–2 สัปดาห์ ทั้งนี้รวมถึงความต้องการในการปรับปรุงกระบวนการผลิต การเปลี่ยนวัตถุดิบ เช่น อาจมีการเปลี่ยนวัตถุดิบที่เกี่ยวข้องเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีหรืออาจต้องเปลี่ยนแปลงการบริหารจัดการการนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำเช่น การนำวัสดุในกระบวนการกลับมาใช้ในกระบวนการเดิมหรืออาจต้องนำของเสียเหล่านั้นไปผ่านกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่ง จึงจะสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้การผลิตเทคโนโลยีที่สะอาดเพื่อลดต้นทุนการผลิต อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมไปพร้อมกันไม่ว่าจะเป็นปัญหาน้ำเสียจากการล้างคอก, มูลสัตว์ที่เกิดจากการหมักหมม, กลิ่นเหม็นจากมูลสัตว์ วัสดุรองพื้นคอกและซากสัตว์ปีกที่ตายและคัดทิ้ง, ฝุ่นละอองที่ส่วนใหญ่มาจากอาหารและปัญหาแมลงและพาหะนำโรค ซึ่งปัจจุบันปัญหากลิ่นจากฟาร์มเลี้ยงไก่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ประชาชนบริเวณใกล้เคียงมากขึ้นจนเกิดเป็นความขัดแย้งในหลายพื้นที่ จึงจำเป็นต้องมีการปรับวิธีการจัดการฟาร์มเพื่อลดปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

จากปัญหาดังกล่าวนี้ ทำให้คณะผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาวิจัยถึงมลภาวะที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด (Evaporative Cooling System, EVAP) ว่ามีมลภาวะอะไรบ้างที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน มีแหล่งที่มาอย่างไรและมีผลกระทบรุนแรงเพียงใด เพื่อหาแนวทางในการจัดการแก้ไขและป้องกันมลพิษพร้อมกับวางแผนการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุดจากฟาร์มไก่ในโรงเรือนระบบปิดขนาดกลางที่จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อจำแนกชนิดแหล่งที่มาและศึกษาผลกระทบของมลพิษที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดขนาดกลาง (Evaporative Cooling System, EVAP)

1.2.2 เพื่อหาแนวทางการจัดการแก้ไขและป้องกันมลพิษจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด (EVAP) ที่เหมาะสม โดยยึดหลัก 5R, เทคโนโลยีสะอาด และมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

1.2.3 เพื่อศึกษาการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบครบวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ เก็บข้อมูลของฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อสุพิศฟาร์ม อ.เขาชัยสน จ.พัทลุง

1.3.2 ขอบเขตด้านข้อมูล เก็บข้อมูลคุณภาพน้ำดื่มไก่ ปริมาณของเสียมูลสัตว์ กลิ่นเหม็น ฝุ่นละอองและปัญหาแมลงและพาหนะนำโรค

1.3.3 ขอบเขตด้านการดำเนินงาน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการ Optimization เพื่อมาช่วยหาค่าวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่สุด ในการแก้ปัญหามลพิษที่ต้นทุนต่ำที่สุด นำของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตเกิดมูลค่าสูงที่สุด

1.4 ขั้นตอนการทำงาน

ตารางที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการทำงาน

ขั้นตอนการทำงาน	ระยะเวลาดำเนินการ (เดือน)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง	x	x										
2) เก็บรวบรวมข้อมูลและกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อ			x	x	x							
3) วิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บตัวอย่าง - การประเมินเบื้องต้น - การตรวจประเมินละเอียด - ศึกษาความเป็นไปได้					x	x	x	x				
4) ทำการ Optimization เพื่อวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมที่สุด									x	x		
5) วิเคราะห์และสรุปผล											x	
6) นำเสนอในการประชุมวิชาการฯ และตีพิมพ์บทความ												x

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในเชิงพาณิชย์หรือสาธารณะประโยชน์ คือ ได้วิธีการในการแก้ไขปัญหามลพิษที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในระบบปิดที่เหมาะสมและประหยัด ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด นำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ให้เกิดคุณค่าสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตไก่เนื้อที่สำคัญของโลกติดอันดับ 1 ใน 10 สามารถผลิตไก่เนื้อได้ประมาณ 1,400,000 ตันต่อปี คิดเป็นร้อยละ 2.80 ของการผลิตทั้งหมด และเป็นประเทศผู้ส่งออกอันดับที่ 4 ของโลก ปริมาณ 460,000 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่าการส่งออกกว่า 42,300 ล้านบาท (บุษกรพรระวี, 2546) ไก่เนื้อจะเป็นไก่ที่เลี้ยงเพื่อที่จะขายตัวไก่เอาเนื้อมีอายุไม่เกิน 8 สัปดาห์ และมีน้ำหนักประมาณ 2.00 กิโลกรัม ข้อดีของการเลี้ยงไก่เนื้อ คือ ใช้เวลาเลี้ยงสั้น มีอัตราการเสี่ยงน้อย เหมาะกับผู้ที่ยังไม่มีความชำนาญ ใช้เวลาและแรงงานน้อย โอกาสในการเสี่ยงที่จะเป็นโรคน้อย และในปีหนึ่ง ๆ สามารถเลี้ยงได้หลายรุ่น และการเลี้ยงไก่ได้มีการปรับรูปแบบการเลี้ยงให้กลายเป็นลักษณะอุตสาหกรรมการผลิต มีระบบการจัดการผลิตค่อนข้างแน่นอน และจำนวนไก่ที่เลี้ยงก็สามารถขยายเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็วทันกับความต้องการด้านอาหารของประชากรที่เพิ่มขึ้นทุกวัน (นงลักษณ์ ขวัญเมือง, 2548)

การเลี้ยงไก่เนื้อในประเทศไทยได้มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างมากทั้งเรื่องพันธุ์ อาหาร การจัดการและด้านอื่น ๆ อีกมากมาย โดยเฉพาะในด้านการจัดการได้มีการเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดหรือที่เรียกว่า ระบบ Evaporative Cooling System (EVAP) กันอย่างแพร่หลาย เพื่อเพิ่มผลผลิต ลดอัตราการสูญเสียของผลผลิตที่เกิดจากอุณหภูมิและความชื้นหลักการทำงานของระบบ (Evaporative Cooling System, EVAP) คือ การปล่อยกระแสลมไหลผ่านตัวกลางที่มีน้ำไหลผ่าน (Cooling Pad) และการที่อากาศซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าไหลผ่านน้ำจะทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอ ซึ่งจะเป็นการดึงเอาความร้อนของอากาศออก ทำให้อุณหภูมิของอากาศลดลง เหตุที่สามารถทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอได้ มาจากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำกว่าความชื้นของน้ำทำให้น้ำสามารถระเหยได้ Evaporative Cooling System จริง ๆ แล้วมีหลายแบบ แต่แบบที่คุ้นเคยที่สุดจะเป็นระบบที่เรียกว่า Fan and Pad system คือ จะมีพัดลมดูดอากาศออกจากโรงเรือนด้านหนึ่ง และทางฝั่งตรงข้ามจะมีแผง Cooling Pad ที่มีระบบน้ำไหลผ่านอยู่เป็นตัวทำความเย็น ตัวโรงเรือนต้องเป็นระบบปิดเพื่อให้อากาศเข้าได้ทางเดียว คือ ผ่านทางแผง Cooling Pad เท่านั้น Evaporative Cooling System เป็นระบบแผ่นรังผึ้งทำความเย็น (ติดตั้งบริเวณด้านหน้าโรงเรือน) โดยการพ่นน้ำผ่านแผ่นรังผึ้งเย็น ซึ่งทำมาจากกระดาษสังเคราะห์พิเศษ มีความสามารถอุ้มน้ำและทำให้อากาศพัดผ่านผิวหน้ากระดาษได้ดี น้ำดึงความร้อนจากอากาศเกิดการระเหย ทำให้น้ำกลายเป็นไอขึ้นและอากาศที่สัมผัสผิวหน้าของน้ำจะลดความร้อนลง กลายเป็นอากาศที่มีความเย็นพัดผ่านเข้าไปในโรงเรือนโดยอาศัยแรงลมที่ถูกดึงโดยพัดลมทางด้านหลังโรงเรือน ลมที่พัดผ่านเข้าในโรงเรือนจะดูดซับความร้อนจากตัวไก่หรือวัสดุที่อยู่ภายในโรงเรือนแลกเปลี่ยนความร้อนกัน และอากาศที่ผ่านออกมาจากโรงเรือนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และมีความชื้นมากกว่าเดิมเนื่องจากน้ำดึงความร้อนจากอากาศที่เกิดจากการหายใจของไก่ และความชื้นที่เกิดจากการขับถ่ายของไก่ เป็นต้น โรงเรือนระบบปิดนี้ไม่เหมาะกับที่ที่ร้อนชื้นเนื่องจากประสิทธิภาพของการลดความร้อนในโรงเรือนจะลดลงถ้ามีความชื้นในอากาศมาก เช่น ก่อนฝนตก หรือวัสดุรองพื้นในโรงเรือนเปียกชื้นเป็นต้น ซึ่งจะมีปัญหาของไก่ตามมา คือ ไก่เป็นหวัด ตาบวมแฉะ ถ้ามีการเปิดพัดลมมากเกิดไปจะทำให้ไก่ก้มหน้าหลบไม่ลุกกินอาหาร หากเปิดน้อยไปอากาศจะร้อนและลมเดินไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สม่ำเสมอทำให้ไก่โตไม่สม่ำเสมอตลอดโรงเรือน เกิดก๊าซแอมโมเนีย และทำให้โรงเรือนมีกลิ่นเหม็น ชนิดของมลพิษที่มีต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมคือ กลิ่นและฝุ่นละออง มีแหล่งที่มาหลักๆ คือ จากมูลไก่ และความชื้นจากวัสดุรองพื้น ซึ่งเกษตรกรมีแนวทางในการป้องกันกลิ่นและฝุ่นละอองโดยการทำอุโมงค์และปลูกต้นไม้ เพื่อเป็นแนวกันชนป้องกันกลิ่นและฝุ่นละอองในเบื้องต้น (พวงเพชร ปฏิญาณานุวัต, 2554) และปัญหาแมลงวัน โดยส่วนใหญ่วิธีในการกำจัดแมลงวันจะใช้สารเคมีในการฉีดพ่น แต่ในการศึกษานี้จะไม่ใช้สารเคมีในการฉีดพ่น แต่จะใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ของจากธรรมชาติในการกำจัดแมลงวัน โดยเริ่มจาก การผลิตและขยายเชื้อรา Beauveriabassiana โดยใช้ข้าวเปลือก ต้มด้วยน้ำสะอาดจนเมล็ดข้าวสุก ตักข้าวที่ต้มสุกใส่ถุงพลาสติกทนร้อน รีดอากาศออกแล้วพับปากถุง วางให้อุณหภูมิอุ่นเกือบเย็น ใส่หัวเชื้อรา Beauveriabassiana ลงไปบนข้าว เพียงเล็กน้อย รัดปากถุงด้วยยางรัด แล้วคลุกเคล้าให้ทั่วถุง ใช้เข็มหมุดแทงรอบ ๆ ปากถุง นำไปวางบ่มเชื้อไว้ ครบ 2 วัน ขยำข้าวในถุงอีกครั้ง แล้ววางไว้ที่เดิมอีก 7-10 วัน เชื้อจะเจริญเต็มถุงและมีสีขาวครีม จึงนำไปใช้ โดยใช้เชื้อรา Beauveriabassiana 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ขยำให้ สปอร์เชื้อหลุดจากเมล็ดข้าว กรองด้วยผ้าขาวบาง คนให้เข้ากันแล้วจึงนำไปฉีดพ่น โดยให้เชื้อราสัมผัสถูกตัวแมลงมากที่สุด และ พ่นเชื้อรา ซ้ำอีกครั้งระยะห่าง 5-7 วัน หลังการฉีดพ่นครั้งแรก การใช้พืชสมุนไพรไทย (หางไหล) ควบคุมประชากรหนอนแมลงวัน (สมบูรณ์ แสงมณีเดชและคณะฯ, 2548)

แต่หากการศึกษาด้านบริหารจัดการด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมสำหรับปศุสัตว์ไก่นั้น ยังมีในวงที่จำกัดไม่เหมือนการเลี้ยงสุกรซึ่งหลักการที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ประยุกต์ในที่นี้ เช่น มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ประกาศเรื่องมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อประเทศไทย พ.ศ. 2542 เมื่อวันที่ 3 พฤศจิกายน 2542 ประกอบด้วย มีทำเลที่ตั้งฟาร์ม ตลอดจนมีการออกแบบสิ่งก่อสร้างและโรงเรือนที่เหมาะสม มีระบบทำลายเชื้อโรคก่อนเข้า – ออกจากฟาร์ม มีการจัดการโรงเรือน สิ่งแวดล้อมและการจัดการของเสียที่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล โรงเรือนที่ใช้เลี้ยงสัตว์มีลักษณะและขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสัตว์ มีการจัดการด้านอาหารสัตว์อย่างถูกต้องตามหลักสุขศาสตร์ มีคู่มือการจัดการฟาร์มและมีระบบการบันทึกข้อมูลการจัดการด้านสุขภาพสัตว์ มีโปรแกรมการให้วัคซีนป้องกันโรคและการให้ยาบำบัดโรคเมื่อเกิดโรค การจัดการด้านบุคคล สัตวแพทย์ สัตวบาล และผู้เลี้ยงสัตว์ต้องมีเพียงพอและเหมาะสมกับจำนวนสัตว์ เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology : CT) หมายถึง การพัฒนา ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดผลกระทบ ความเสี่ยงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด และมีของเสียเกิดขึ้นน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ด้วยการเปลี่ยนวัตถุดิบ การใช้ซ้ำ (Reuse) และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ซึ่งเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนการผลิตควบคู่กันไป มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อ และศึกษาแนวทางการลดต้นทุนประหยัดพลังงานและการจัดการฟาร์มให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จากการตรวจประเมินพบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามีค่าสูงซึ่ง เป็นปัจจัยสำคัญของต้นทุน และปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ระบบทำความเย็น (Cooling System) ในกระบวนการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ระบบพัดลมระบายอากาศ และระบบน้ำ ของแผ่นรังผึ้ง (Cooling pads) ทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาดคือ การปรับปรุงวิธีการนำความเย็นจากแผ่นรังผึ้ง ออกมาและกระจายความเย็นให้ทั่วพื้นที่ของโรงเรือนเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 39.74 ลดต้นทุนค่าไฟฟ้าในส่วนการทำความเย็นได้ร้อยละ 39.70 คิดเป็นการลดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกได้ 5.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

tCO_2e / year นอกจากนี้ยังจะได้รับประโยชน์จากการควบคุมอุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมในการเลี้ยง ซึ่งจะช่วยให้อัตราการกินอาหารและการเติบโตของไก่ดีขึ้นจึงเพิ่มประสิทธิผลในการเลี้ยงไก่ (ชนาทิพย์ แป้นจันทร์, 2556) นอกจากนั้นแล้วยังไม่การใช้เทคโนโลยีสะอาดอย่างประสบความสำเร็จในปศุสัตว์อื่นๆอีก เช่น เทคโนโลยีสะอาดของการจัดการของเสียในฟาร์มโคนม จังหวัดราชบุรี (จารุวรรณ วงค์ทะเนตรและลักขณา ม่งวัฒนา, 2557) หรือโครงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการป้องกันและลดมลพิษจากฟาร์มสุกรในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง (กรมควบคุมมลพิษ 2550) เป็นต้น

ทศพร พงษ์กลาง (2554) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์เป็นต้นเหตุที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกประเทศต่างๆ ทั่วโลกจึงมีการทำอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Conventionon Climate Change: UNFCCC) เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน และในภายหลังได้มีการทำข้อตกลงเพิ่มเติมได้แก่ พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งได้สร้าง คาร์บอนเครดิตขึ้นมาให้มีลักษณะเป็น “สินค้า” (Commodity) ชนิดหนึ่งที่สามารถซื้อขายกันได้ในตลาดเฉพาะ ที่เรียกว่า ตลาดคาร์บอนคาร์บอนเครดิตเป็นสินค้าที่อยู่ในลักษณะของเอกสารสิทธิของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้และสามารถนำไปชดเชยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมของแต่ละประเทศได้ประเทศไทยถูกจัดให้เป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาซึ่งไม่มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจก แต่สามารถจัดทำโครงการ CDM เพื่อผลิต CERs ขายให้แก่ผู้ซื้อในประเทศในกลุ่ม Annex 1 และผู้ต้องการประเทศอื่นได้ คาร์บอนเครดิตคือ กรรมสิทธิ์ในปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ภายใต้พิธีสารเกียวโต ทั้งที่เกิดจากกลไกการซื้อขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ET) กลไกการดำเนินการร่วมกัน (JI) และกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) การซื้อขายคาร์บอนเครดิตจะทำในลักษณะที่เรียกว่า Cap and Trade นั่นคือประเทศหรือผู้ผลิตรายใดมีปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากหรือน้อยกว่าโควตาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิที่ได้รับ ประเทศหรือผู้ผลิตรายดังกล่าวก็จะสามารถทำการซื้อหรือขายคาร์บอนเครดิตกับประเทศหรือผู้ผลิตอื่นๆ ได้คาร์บอนเครดิต คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้จากการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด หรือ CDM (Clean Development Mechanism) ได้รับการนำมาใช้เพื่อเป็นกลไกเพื่อประเทศที่พัฒนาแล้วจะประสบปัญหาในการลดปริมาณก๊าซ สามารถซื้อโควตาคาร์บอนจากผู้ประกอบการในประเทศกำลังพัฒนาที่มีโครงการพัฒนาที่สะอาดที่เรียกว่า การค้าขายแลกเปลี่ยนก๊าซเรือนกระจก โครงการพัฒนาที่สะอาดตามพิธีสารเกียวโต ซึ่งมีสิทธิขายคาร์บอนเครดิต ได้แก่ โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงาน การผลิตพลังงานหมุนเวียน การเปลี่ยนเชื้อเพลิง การกักเก็บและการเผาทำลายก๊าซมีเทน การปรับเปลี่ยนวิธีการทำเกษตรกรรมและปศุสัตว์ การจัดการน้ำเสียและขยะ และการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม เป็นต้น (http://www.tistr.or.th) กรมปศุสัตว์ได้จัดให้มีโครงการมีเทนทูมาร์เกตหรือ M2M เพื่อเป็นการลดภาวะก๊าซเรือนกระจกจากฟาร์มปศุสัตว์ นำฟาร์มภายใต้โครงการนี้เพื่อจัดทำโครงการขายคาร์บอนเครดิต ธนาคารโลกเป็นผู้รับซื้อคาร์บอนเครดิต และบริษัท แอดวานซ์ เอ็นเนอยี่ พลัส จำกัด เป็นผู้บริหารโครงการ เป็นระยะเวลา 10 ปี โดยประมาณแล้ว เกษตรกรจะมีรายได้เสริมจากการขายคาร์บอนเครดิตถึงประมาณ 300 ล้านบาท

ถึงแม้ว่า การศึกษาโครงสร้างอุตสาหกรรมการผลิตสุกรและแนวโน้มความเป็นไปได้ในการพัฒนาโครงการกลไกพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism : CDM) สำหรับผู้เลี้ยงสุกรรายกลางและรายเล็ก (บุญยัง สรวงท่าไม้, 2554) พบว่าเป็นไปไม่ได้ในทางเศรษฐศาสตร์เนื่องจากต้นทุนการผลิตจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียแบบได้ก๊าซชีวภาพ และการเข้าโครงการกลไกพัฒนาที่สะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าใช้จ่ายสูงเกินกว่ารายได้ที่คาดว่าจะได้รับ ยกเว้นฟาร์มสุกรรายใหญ่จะได้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงแลกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนเครดิตมูลค่าที่คุ้มค่าการลงทุนภายในระยะเวลา 1 ปี

การนำโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ (mathematical programming) มาใช้สร้างแบบจำลองระบบการทำฟาร์มปศุสัตว์ในทางเศรษฐศาสตร์เกษตรมีมานานแล้ว (Hazell and Norton, 1986) Optimization คือการหาค่าที่เหมาะสมที่ทำให้ function มีค่ามากหรือน้อยที่สุดก็ได้ โดยfunction ที่นำมา optimize เรียกว่า ฟังก์ชันจุดประสงค์ (objective function) ตัวอย่างของfunction ที่เราต้องการให้เกิดค่าสูงสุดเช่นจำนวนลูกค้าเข้ามารับบริการในธนาคารต่อชั่วโมง จำนวนไมล์ที่รถวิ่งไปได้ต่อน้ำมัน 1 แกลลอนของรถชนิดหนึ่ง ปริมาณการผลิตสินค้าต่อ 1 ชั่วโมง ตัวอย่าง function ที่เราต้องการให้เกิดค่าต่ำสุดเช่น ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตสินค้า เวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าต่อชิ้นดังนั้น การประยุกต์นำเอาหลักการ Optimization มาใช้กับการบริหารจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม จึงน่าจะเป็นตัวเลือกในการวิเคราะห์ที่ประสบความสำเร็จ

2.2 การเลี้ยงและการจัดการไก่กระทง (นงลักษณ์ ขวัญเมือง, 2548)

ไก่เนื้อ (Meat type chickens) หมายถึง ไก่ที่เลี้ยงขุนเพื่อบริโภคเนื้อเป็นหลัก ไก่เนื้อเป็นคำที่เรียกรวม ๆ ให้ผลตอบแทนเร็ว ระยะเวลาในการเลี้ยงสั้น เมื่อเลี้ยงได้ประมาณไม่เกิน 8 สัปดาห์จะได้น้ำหนักไก่ราว ๆ 2 กิโลกรัม

2.2.1 โปรแกรมการเลี้ยงไก่กระทง

การเลี้ยงไก่กระทงควรใช้ระบบการเลี้ยงแบบเข้าออกพร้อมกันหมด คือ ในโรงเรือนเดียวกันจะเริ่มต้นเลี้ยงไก่อายุเท่ากัน ภายหลังจากที่จับไก่ออกหมดแล้ว โรงเรือนจะมีเวลาว่างซึ่งเป็นเวลาที่ผู้เลี้ยงจะต้องทำความสะอาดโรงเรือนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สะอาด ทำการฆ่าเชื้อโรคทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน ฆ่าเชื้อโรคอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ เช่น อุปกรณ์ให้น้ำ ให้อาหาร ผ้าม่าน ฯลฯ หลังจากทำความสะอาดโรงเรือนและอุปกรณ์แล้ว จะมีการหยุดพักโรงเรือน อย่างน้อย 7-14 วัน เพื่อตัดวงจรการติดต่อของโรคระบาดบางชนิด ระยะเวลาในการเลี้ยงไก่กระทงจะขึ้นอยู่กับขนาดของไก่ที่ตลาดต้องการซึ่งจะมีน้ำหนักตั้งแต่ 1.3-2.8 กิโลกรัม ระยะเวลาในการเลี้ยงจะอยู่ระหว่าง 28-60 วัน

2.2.2 การเตรียมโรงเรือน

ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อตามอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะใช้เลี้ยงไก่ สำหรับถังเก็บอาหารนอกโรงเรือนจะต้องเอาอาหารเก่าออกให้หมดจากนั้นจึงใช้ปั๊มแรงดันฉีดล้างให้สะอาดแล้วใช้สารละลายคลอรีนเข้มข้น 10% ฉีดพ่นฆ่าเชื้อให้ทั่ว

2.2.3 วัสดุรองพื้น (Litter)

อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่กระทงในปัจจุบันมักจะเลี้ยงไก่บนพื้นคอนกรีต ดังนั้น ก่อนที่จะนำไก่เข้ามาเลี้ยงจะต้องปูทับด้วยวัสดุรองพื้นเสียก่อน โดยปูวัสดุรองพื้นให้มีความหนาประมาณ 8-10 เซนติเมตร

ประโยชน์ของวัสดุรองพื้น

1) ช่วยดูดซับความชื้นจากมูลและน้ำที่หกหล่นจากอุปกรณ์ให้น้ำ

2) ช่วยให้ไก่ไม่สัมผัสกับมูลโดยตรงเนื่องจากมูลที่ไก่ที่ถูกขับถ่ายออกมาจะมาผสมกับวัสดุรองพื้น

3) ช่วยกันความหนาวเย็นของพื้นคอนกรีตในช่วงฤดูหนาวและช่วยนำความร้อนออกจากร่างกายในช่วงฤดูร้อน วัสดุรองพื้นที่ดีจะต้องมีน้ำหนักเบา สามารถดูดซับความชื้นและน้ำได้ดี ราคาไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพง หาได้ง่ายในท้องถิ่นและจะต้องไม่เป็นพิษต่อไก่ที่เลี้ยง มีวัสดุหลายชนิดสามารถนำมาทำเป็นวัสดุรองพื้นสำหรับเลี้ยงไก่ได้วัสดุแต่ละชนิดจะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของวัสดุรองพื้นแต่ละชนิด (Bell and Weaver, 2002)

ชนิดวัสดุ	คุณสมบัติ
1. ขี้เลื้อยและขี้กบจากไม้เนื้ออ่อน	- ใช้งานได้ดีแต่มักจะมีปริมาณจำกัดและมีใช้เฉพาะบางพื้นที่เท่านั้น
2. ขี้เลื่อยและขี้กบจากไม้เนื้อแข็ง	- บางครั้งอาจมีความชื้นสูงและอาจเกิดเชื้อราได้ง่ายถ้ามีการเก็บรักษาก่อนการใช้งานไม่ดี
3. เศษไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็งสับ	- ใช้ได้ดี แต่อาจจะทำให้เกิดปัญหาถุงน้ำใต้ผิวหนังหน้าอก (Breast blisters) ได้ถ้าหากปล่อยให้มีความชื้นสูงและเลี้ยงไก่เป็นเวลานาน
4. เปลือกข้าว (แกลบ)	- เป็นวัสดุที่ใช้ได้ดีราคาไม่แพงแต่มีขนาดเล็กลูกไก่จึงจิกกินได้แต่ก็มิใช่ปัญหาใหญ่ที่จะทำให้เกิดความเสียหาย
5. ชานอ้อย (Sugarcane pomace ; Bagases)	- สามารถใช้ได้ดี แต่มักจะมีปัญหาจับตัวกันเป็นแผ่นแข็งภายในเวลาไม่กี่สัปดาห์
6. ซังข้าวโพดบด (Crushed corn cobs)	- มีเฉพาะบางพื้นที่ อาจจะทำให้เกิดปัญหาถุงน้ำใต้ผิวหนังหน้าอกได้ง่าย
7. ฟางข้าวสับหรือหญ้าแห้ง	- ใช้ได้ดีแต่จะจับตัวกันเป็นแผ่นได้ง่าย และอาจจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับเชื้อรา
8. กระดาษแปรสภาพ (Processed paper)	- การนำกระดาษที่ใช้แล้วมาแปรสภาพให้เป็นวัสดุรองพื้นเริ่มเป็นที่นิยมในปัจจุบัน และมีการทดลองนำกระดาษไปผสมกับส่วนผสมต่าง ๆ เพื่อให้ได้วัสดุรองพื้นที่มีคุณสมบัติดีที่สุด
9. ทราย	- ใช้กันมานานแล้วโดยเฉพาะในโรงเรือนที่เลี้ยงแบบปล่อยลาน

2.2.4 การจัดการวัสดุรองพื้น

การจัดการวัสดุรองพื้นจะให้ความสำคัญไปที่การลดปริมาณก๊าซแอมโมเนีย การป้องกันน้ำหกจากอุปกรณ์ให้น้ำลงสู่พื้น และการลดค่า pH ของวัสดุรองพื้น เพื่อมิให้แบคทีเรียย่อยสลายไนโตรเจนบนวัสดุรองพื้นให้เป็นก๊าซแอมโมเนีย การลดค่า pH ของวัสดุรองพื้นให้ต่ำกว่า 7 จะสามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซแอมโนเนียลงได้มาก การควบคุมปริมาณการปลดปล่อยก๊าซแอมโนเนียทำได้โดยการใช้สารเคมี เช่น การใช้กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) โซเดียมไบซัลเฟต (Sodium bisulfate) เฟอร์รัสซัลเฟต (Ferrous sulfate) แคลเซียมซัลเฟต (Calciumsulfate) และ อะลูมินัมซัลเฟตหรือสารส้ม (Aluminum sulfate) ฉีดพ่นหรือโรยลงบนวัสดุรองพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การปฏิบัติเมื่อลูกไก่มาถึงฟาร์ม

การปล่อยให้ลูกไก่อยู่ในกล่องขนส่งลูกไก่นาน ๆ อาจทำให้มีความร้อนสะสมในกล่องซึ่งจะทำให้ลูกไก่แสดงอาการขาดน้ำ (Dehydration) หรือเกิดความเครียดจากความร้อนได้ซึ่งจะส่งผลต่อไปทำให้ระบบการสร้างภูมิคุ้มกันด้อยลง ดังนั้น เมื่อลูกไก่มาถึงฟาร์มจึงควรจะปล่อยลงกกให้เร็วที่สุดแต่ต้องกระทำด้วยความนุ่มนวล ไม่ควรโยนหรือเทลูกไก่ออกจากกล่องสูงเกินไปเพราะอาจทำให้ลูกไก่บอบช้ำได้

2.2.6 การกกลูกไก่ (Brooding)

ลูกไก่ในช่วง 1-2 สัปดาห์แรกไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิร่างกายให้คงที่ได้ เราจึงต้องเพิ่มความอบอุ่นให้กับลูกไก่เพื่อให้ลูกไก่มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ตามกฎของทัมบ์ (Rule of thumb) ซึ่งระบุไว้ว่าการกกลูกไก่ที่ใช้เครื่องกกแบบเฉพาะที่ เช่น เครื่องกกแบบฝาชี เครื่องกกแบบโคม ฯลฯ ควรจะปรับอุณหภูมิในบริเวณพื้นที่กกให้อยู่ที่ 90 °ฟ หรือ 32 °ฟ ในช่วงสัปดาห์แรก จากนั้นจึงค่อยๆ ลดอุณหภูมิลงประมาณสัปดาห์ละ 5 °ฟ หรือ 2.8 °ซ จนกระทั่งอุณหภูมิภายในโรงเรือนคงที่อยู่ที่ประมาณ 70 °ฟ หรือ 21 °ฟ การใช้เครื่องกกแบบเฉพาะที่นี้ความร้อนที่ตกบนพื้นจะไม่สม่ำเสมอโดยอุณหภูมิใต้เครื่องกกจะสูกว่าบริเวณที่อยู่ห่างออกไป ลูกไก่สามารถเคลื่อนที่หรือหลบหนีไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิกกเหมาะสมได้

ในช่วงสัปดาห์แรกของการกกจะต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของลูกไก่อย่างใกล้ชิดและคอยฟังเสียงที่ผิดปกติโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงกลางคืนซึ่งมีอากาศเย็นและเงียบสามารถฟังเสียงผิดปกติได้สะดวกขึ้น พฤติกรรมของลูกไก่ที่แสดงออกมาสามารถบ่งบอกถึงอุณหภูมิในการกก ว่าเหมาะสมหรือไม่เช่นถ้าหากเราได้ยินเสียงไอ จาม หรือลูกไก่มานอนสุมรวมกันใต้เครื่องกกแสดงว่าอุณหภูมิในการกกต่ำเกินไป หรือถ้าหากลูกไก่ยืนกระจัดกระจายอยู่ห่างๆ อ้าปากหายใจ หรือกางปีกออก แสดงว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการกกนั้นสูงเกินไป

อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่กระทงในปัจจุบันมักจะใช้วิธีการกกทั้งโรงเรือน หรือใช้เครื่องกกแบบ Forced-air furnace brooder ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนใกล้เคียงกันทั้งหมด ฉะนั้นถ้าหากไก่มีความรู้สึกว่าเย็นเกินไปหรือร้อนเกินไปก็ไม่สามารถหลบหนีไปอยู่ยังที่อื่นที่เหมาะสมกว่าได้ ดังนั้นการตั้งอุณหภูมิในช่วงแรกของการกกจะต้องตั้งให้ต่ำกว่าอุณหภูมิของเครื่องกกแบบเฉพาะที่เล็กน้อยคือจะต้องตั้งอุณหภูมิที่ระดับตัวไก่ไว้ที่ 88 °ฟ หรือ 31 °ฟ ในช่วงสัปดาห์แรกของการกก

การกกลูกไก่ที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้ไก่กระทงมีอัตราการตายเนื่องจากโรคท้องมานสูงขึ้น เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิต่ำจะกระตุ้นให้ไก่จะกินอาหารเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความต้องการก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้นด้วย การเพิ่มความต้องการก๊าซออกซิเจนและการเพิ่มขบวนการเมตาบอลิซึมจากอาหารที่กินเข้าไปเพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกายให้อบอุ่นส่งผลให้หัวใจและปอดทำงานหนักขึ้นจึงมีโอกาสเกิดโรคท้องมานมากขึ้น

ในโรงเรือนระบบ Evaporative cooling system เราสามารถแบ่งพื้นที่บางส่วนภายในโรงเรือนเพื่อใช้สำหรับกกลูกไก่ได้ โดยการใช้ผ้าม่านกั้นแบ่งเป็นห้องใช้พื้นที่ประมาณ 2 ใน 3 ของโรงเรือนเพื่อกกลูกไก่ในช่วงแรก เพื่อให้ลูกไก่ได้รับความอบอุ่นจากไฟ จากนั้นจึงขยายพื้นที่ให้ไก่กระจายไปทั่วทั้งโรงเรือนเมื่อลูกไก่อายุได้ประมาณ 7-10 วัน ในช่วงฤดูร้อน หรือประมาณ 10-14 วัน ในช่วงฤดูหนาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 การให้อาหาร

รูปแบบของอาหาร (Feed form) สำหรับไก่กระทงนั้นนิยมให้อาหารแบบอัดเม็ด (Pellet) แต่ในช่วงที่ไก่ยังเล็กอยู่ หรือในช่วง 2 สัปดาห์แรกมักจะให้อาหารแบบเม็ดบี้แตก หรืออาหารเกล็ด (Crumble) เพื่อให้ลูกไก่สามารถจิกกินอาหารได้สะดวกขึ้น เมื่อไก่อายุมากขึ้นก็สามารถใช้อาหารอัดเม็ดขนาดใหญ่ขึ้นได้

การอัดเม็ดอาหารจะทำให้ไก่กินอาหารได้มากขึ้น อัตราการไหลผ่านของอาหารในระบบทางเดินอาหารช้าลง นอกจากนี้ ในกระบวนการผลิตอาหารอัดเม็ดนั้นจะเกิดความร้อนขึ้นทำให้สามารถฆ่าเชื้อบางชนิดที่อาจจะก่อโรคได้โดยเฉพาะเชื้อ Salmonella spp. นอกจากนี้ ความร้อนจากการอัดเม็ดยังทำให้วัตถุดิบบางชนิดสุกทำให้สัตว์สามารถย่อยและดูดซึมได้ดีขึ้น

การให้อาหารไก่กระทงจะแบ่งอาหารตามระยะการเจริญเติบโตของไก่ ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ

- อาหารไก่เล็ก (Starter diet) ใช้เลี้ยงไก่กระทงช่วงอายุ 1-18 วัน
- อาหารไก่รุ่น (Grower diet) ใช้เลี้ยงไก่กระทงช่วงอายุ 19-30 วัน
- อาหารไก่ใหญ่ (Finisher diet) ใช้เลี้ยงไก่กระทงช่วงอายุ 31 วันขึ้นไป หรือช่วงอายุ 31-35 วัน

การให้อาหารลูกไก่ในระยะกก จะให้อาหารในถาดอาหารกลม และจะให้ทีละน้อยแต่จะให้บ่อยครั้งเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ลูกไก่กินอาหารได้มากขึ้น เมื่อไก่โตขึ้นก็จะเปลี่ยนมาใช้วิธีการให้อาหารโดยระบบอัตโนมัติ ซึ่งมักจะใช้ระบบจาน (Pan feeder) หรืออาจจะใช้แบบราง (Trough feeder) ปัจจุบันในอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่กระทงมักจะนิยมใช้อุปกรณ์ให้อาหารแบบจาน (Pan feeder) มากกว่า จำนวนไก่ต่อจานอาหารจะขึ้นอยู่กับรูปแบบและขนาดของจาน เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว จะใช้ในอัตราส่วน 1 จาน/ไก่กระทง 50-75 ตัว แต่ถ้าหากเป็นการเลี้ยงไก่เพื่อจับขายเป็นไก่ใหญ่ที่มีน้ำหนักตัวมากกว่า 3.7 กิโลกรัม ก็อาจจะใช้สัดส่วนที่น้อยกว่านี้

2.2.8 การให้น้ำไก่กระทง

โดยปกติในร่างกายของไก่จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 70-80% ของน้ำหนักตัว ปริมาณน้ำที่ไก่กระทงดื่มในแต่ละวันจะผันแปรตามส่วนประกอบของอาหาร อุณหภูมิภายในโรงเรือน และอายุของไก่ ซึ่ง Pesti et al (1985 ; อ้างตาม Bell and Weaver, 2002) ได้เสนอสูตรการกะประมาณปริมาณน้ำที่ไก่กระทงจะต้องดื่มในแต่ละวันโดย

$$\text{ปริมาณน้ำที่ไก่จะต้องดื่ม} = \text{อายุไก่ (วัน)} \times 5.9 \qquad (2.1)$$

การทราบหรือการคาดคะเนปริมาณน้ำที่ไก่จำเป็นต้องดื่มในแต่ละวันนั้นจำเป็นอย่างยิ่งในกรณีที่จะต้องให้วัคซีนแบบละลายน้ำดื่ม การให้ยาปฏิชีวนะ การให้วิตามินหรือสารอิเล็คโตรไลท์ในน้ำดื่มเพื่อให้มั่นใจได้ว่าไก่ทุกตัวจะได้รับวัคซีน ยา วิตามินหรือสารอิเล็คโตรไลท์ครบถ้วนเพียงพอตามที่กำหนดไว้

อุปกรณ์ให้น้ำที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่กระทงในปัจจุบัน ได้แก่ อุปกรณ์ให้น้ำแบบอัตโนมัติ ซึ่งแบ่งออกเป็นระบบเปิด เช่น แบบรางน้ำอัตโนมัติ ถังน้ำอัตโนมัติ หรือแบบถ้วย โดยกำหนดให้พื้นที่การกินน้ำไม่น้อยกว่า 0.75 นิ้ว/ตัว หรือประมาณ 2 เซนติเมตร/ตัว และอุปกรณ์ให้น้ำแบบปิด ได้แก่ อุปกรณ์ให้น้ำแบบน้ำหยดหรือแบบนิปเปิล จำนวนไก่ต่อหัวนิปเปิลจะแตกต่างกันขึ้นกับการออกแบบของบริษัทผู้ผลิต และขนาดของนิปเปิล ส่วนใหญ่แล้วบริษัทผู้ผลิตจะแนะนำไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 13-15 ตัว/นิปเปิล 1 หัว แต่ในขณะที่ไก่อยู่ในระยะไก่เล็กสามารถใช้ได้ถึง 25 ตัว/นิปเปิล 1 หัว

แรงดันน้ำภายในท่อส่งน้ำและความสูงของหัวนิปเปิลเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องมีการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด เนื่องจากจะมีผลต่อการการทำงานของนิปเปิลและความสะดวกในการดื่มน้ำของไก่กระทง ถ้าแรงดันน้ำภายในท่อนิปเปิลน้อยเกินไปจะทำให้น้ำไหลออกจากหัวนิปเปิลไม่หยุด แต่ถ้าหากมีแรงดันน้ำภายในท่อมากเกินไปก็จะทำให้ไก่จิกหัวนิปเปิลเพื่อดื่มน้ำทำได้ลำบากขึ้นและน้ำไหลแรงมากซึ่งจะทำให้น้ำหกลงพื้นมากขึ้น

ความสูงของหัวนิปเปิลควรจะปรับระดับให้เหมาะสมตามขนาดของไก่ สาหรับไก่กระทงอายุ 1-7 วัน ควรปรับระดับหัวนิปเปิลให้อยู่ในระดับตาของไก่ และเมื่อไก่ที่มีอายุมากกว่า 7 วัน ควรจะปรับระดับให้หัวนิปเปิลอยู่สูงกว่าตัวไก่ ในลักษณะที่เมื่อไก่ยืนและเงยหัวขึ้นก็สามารถจิกหัวนิปเปิลดื่มน้ำได้โดยที่ไม่ต้องก้มหน้าลงมาหรือไม่ต้องเขย่งเท้า

2.2.9 การจับไก่และการขนส่ง

ก่อนที่จะจับไก่ส่งโรงชำแหละจะต้องมีการอดอาหารเสียก่อนเพื่อลดการปนเปื้อนเศษอาหารที่ตกค้างอยู่ในระบบทางเดินอาหารและมูลในเนื้อและผลิตภัณฑ์หรือในสายการชำแหละ ถ้าหากมีข้อผิดพลาดในการล้วงเอาอวัยวะภายในออก เช่น ลำไส้ฉีกขาดก็จะทำให้ซากปนเปื้อนด้วยมูลหรือเศษอาหารนั้นจนอาจเป็นเหตุให้มีการปนเปื้อนด้วยเชื้อโรคบางอย่างที่ไม่พึงประสงค์ด้วยได้

ระยะเวลาในการอดอาหารไก่ก่อนจะจับนั้นจะขึ้นอยู่กับระยะทางจากฟาร์มไปสู่โรงชำแหละ โดยจะต้องมีระยะเวลาเพียงพอที่จะทำให้อาหารมื้อสุดท้ายที่ค้างอยู่ในระบบทางเดินอาหารถูกขับถ่ายออกมาก่อนที่ไก่จะถูกชำแหละ โดยปกติแล้วระยะเวลาที่ไก่อดอาหารจนกระทั่งไก่ตัวนั้นเดินทางไปถึงหน้าโรงเชือดจะใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง ในขณะที่ทำการอดอาหารจะต้องมีน้ำให้ไก่ได้ดื่มกินตลอดเวลาจนกระทั่งถึงเวลาที่จะจับแล้วจึงค่อยเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ให้น้ำออกจากโรงเรือนเพื่อมิให้เป็นอุปสรรคในการจับไก่

การจับและการขนส่งไก่กระทงไปยังโรงเชือดมักจะกระทำให้ช่วงเย็น-กลางคืน เนื่องจากมีแสงสว่างน้อย และเป็นช่วงที่มีอากาศเย็นไม่ทำให้ไก่เกิดความเครียดมาก การจับไก่บรรจุกล่องจะต้องจับอย่างระมัดระวังเพื่อมิให้ไก่ได้รับบาดเจ็บอันจะเป็นสาเหตุให้คุณภาพซากต่ำลง เมื่อจับไก่บรรจุกล่องและนำขึ้นไปไว้บนรถบรรทุกแล้วจะต้องใช้น้ำฉีดพ่นให้ทั่วแล้วใช้พัดลมเป่าเพื่อมิให้เกิดความร้อนสะสมจนอาจเป็นสาเหตุให้ไก่ช็อคตายได้ การขนส่งที่รวดเร็วและมีการจัดการที่ถูกต้องจะทำให้ไก่สูญเสียน้ำหนักในระหว่างการขนส่งน้อยลง ลดการสูญเสียเนื่องจากไก่ตายระหว่างการขนส่งได้ และลดการปนเปื้อนเชื้อโรคขณะการขนส่งได้

2.3 ปัญหาและผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงสัตว์ปีก (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2554)

ปัญหาหลักที่เกิดจากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์ปีก คือ ปัญหากลิ่นเหม็นจากมูล แมลงและพาหะนำโรค และฝุ่นละออง โดยกลิ่นเหม็นและแมลงวันรบกวนนั้นเกิดจากวัสดุรองพื้นคอก เศษอาหารและมูลสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่มีปัญหาในเรื่องของน้ำเสีย ทั้งนี้รายละเอียดของปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงสัตว์ปีก ตามรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ปัญหากลิ่นเหม็น

กลิ่นเหม็นจากการเลี้ยงสัตว์ปีก มีสาเหตุมาจากการหมักหมมของของเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่ วัสดุรองพื้นคอก มูลและปัสสาวะ และซากสัตว์ปีกตายและคัดทิ้ง

2.3.1.1 วัสดุรองพื้นคอก พื้นคอกอาจเป็นพื้นคอนกรีตหรือพื้นดินอัดแน่นก็ได้ แต่พื้นคอนกรีตจะง่ายต่อการทำความสะอาดมากกว่า วัสดุรองพื้นคอกที่สมารถนำมาใช้ เช่น แกลบ ทราย ฟางสับ ขี้เลื่อย เปลือกถั่ว เป็นต้น แต่ปัจจุบันนิยมใช้แกลบเนื่องจากเป็นวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก และทำความสะอาดง่าย ซึ่งวัสดุรองพื้นคอกจะดูดซับความชื้นในโรงเรือนที่เกิดจากมูลไก่ น้ำ หรือความชื้นจากอากาศ

2.3.1.2 มูลและปัสสาวะ ที่เกิดจากการเลี้ยงไก่ไข่ รวมทั้งวัสดุรองพื้นคอกจากการเลี้ยงไก่เนื้อ ในขณะที่ฟาร์มเปิดจะมีของเสียส่วนหนึ่งปะปนกับน้ำที่เปิดเล่น ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตามความจำเป็นด้วย

2.3.1.3 สัตว์ปีกตายและคัดทิ้ง ซากสัตว์ตายที่เกิดจากการเลี้ยงต้องมีการจัดการที่ดี หากมีการกำจัดไม่ถูกต้องจะทำให้มีกลิ่นรุนแรงในฟาร์มได้

ทั้งนี้ของเสียที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดผลกระทบในเรื่องกลิ่นเหม็นรบกวนและแมลงวันและพาหะนำโรค โดยที่กลิ่นเหม็นเกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนของของเสียภายในฟาร์มได้แก่ วัสดุรองพื้นคอก เศษอาหาร มูลและปัสสาวะ และลานตากมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงอากาศร้อนไก่จะกินน้ำมากและขับถ่ายออกมากับมูล ความเปียกชื้นของวัสดุรองพื้นจะเป็นตัวเร่งให้เกิดการสะสมของก๊าซแอมโมเนียซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบหายใจต่อสัตว์เลี้ยงและผู้ปฏิบัติงานในฟาร์ม และจากการรวบรวมข้อมูลทำให้ทราบว่ามลพิษทางอากาศที่เกิดจากฟาร์มสัตว์ปีก ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ ก๊าซที่มีกลิ่นต่างๆ แบคทีเรีย และสารพิษที่เกิดจากแบคทีเรีย และฝุ่นละออง ซึ่งระดับความเข้มกลิ่นที่ยอมรับได้และเป็นค่าที่แนะนำสำหรับภายในโรงเรือน แสดงดังตารางที่ 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.2 ปริมาณมลพิษที่ยอมรับได้ภายในโรงเรือน (John P.Chastain, 2010)

ก๊าซ	กลิ่น	ปริมาณความเข้มข้นก๊าซสูงสุดที่แนะนำ (ppm)
คาร์บอนไดออกไซด์	ไม่มีกลิ่น	3,000
คาร์บอนมอนอกไซด์	ไม่มีกลิ่น	50
แอมโมเนีย	มีกลิ่นฉุน	15
ไฮโดรเจนซัลไฟล์	ไข่เน่า	3

หมายเหตุ ppm :part per million หรือ 1 ในล้านส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ค่าปริมาณมลพิษในโรงเรือนเลี้ยงไก่ที่กรมมลพิษแนะนำ (ระเบียบมาตรฐานฟาร์ม กรมปศุสัตว์, 2546)

ก๊าซ	ค่าที่กรมปศุสัตว์แนะนำ
คาร์บอนไดออกไซด์	ไม่เกิน 5,000 ppm
คาร์บอนมอนอกไซด์	ไม่เกิน 50 ppm
แอมโมเนีย	ไม่เกิน 20 ppm
ฝุ่น	ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม/ลิตร

หมายเหตุ ppm : part per million หรือ 1 ในล้านส่วน

ก๊าซทั้งหมดที่เกิดขึ้นและปัญหาคุณภาพอากาศนั้นส่งผลต่อสุขภาพมนุษย์และส่งผลต่อสุขภาพของสัตว์เช่นเดียวกัน โดยมลพิษทางอากาศที่อยู่ในโรงเรือนจะทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารและการเจริญเติบโตลดลง ทำให้ทางเดินหายใจผิดปกติและทำให้สัตว์เจ็บป่วย อัตราการรอดชีวิตและการเติบโตลดลง ตารางที่ 2.4 แสดงผลกระทบของมลพิษในโรงเรือนที่มีผลกระทบต่อไก่

ตารางที่ 2.4 ผลกระทบของมลพิษในโรงเรือนที่มีต่อไก่ (Carl H. Khan, 2004)

ก๊าซ	ผลกระทบ
แอมโมเนีย	> 10ppm เกิดผลต่อปอด > 20 ppm เกิดผลกระทบต่อการหายใจ > 50 ppm อัตราการเจริญเติบโตลดลง
คาร์บอนไดออกไซด์	> 0.35 % ทำให้เกิดภาวะมีน้ำในโพรงเยื่อบุช่องท้อง เป็นอันตรายถึงชีวิต
คาร์บอนมอนอกไซด์	100 ppm เป็นอันตรายถึงชีวิตได้
ฝุ่น	ทำลายระบบการหายใจ
ความชื้น	ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ >29°C และความชื้น 70 มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์

หมายเหตุ ppm : part per million หรือ 1 ในล้านส่วน

2.3.2 ปัญหาฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองเป็นมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหากลิ่นเหม็น เนื่องจากฝุ่นที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากอาหารดังรูปที่ 2.1 เมื่อมีสะสมไว้นานก็จะเน่าเสียจนเกิดกลิ่นได้ จากการศึกษาพบว่าฝุ่นละอองที่เข้าสู่ปอดจากตัวอย่างของฟาร์มไก่มีปริมาณสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ชนิดอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงปริมาณฝุ่นภายในโรงเรือนสัตว์ (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) (Craig et al., 2004)

สัตว์	อนุภาคที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนต้น	อนุภาคที่สามารถเข้าถึงถุงลมปอด
วัว (เนื้อ)	0.15 – 1.01	0.04 – 0.09
ลูกวัว ควาย	0.26 – 0.33	0.03 – 0.08
วัว	0.10 – 1.22	0.03 – 0.17
สุกรขุน	1.21 – 2.67	0.10 – 0.129
สุกรแม่พันธุ์	0.63 – 3.49	0.09 – 0.46
ลูกสุกร	2.80 – 5.50	0.15 – 0.43
ไก่เนื้อ	3.83 – 10.4	0.42 – 1.14
ไก่ไข่	0.75 – 8.78	0.03 – 1.26

ฝุ่นละออง มักจะประกอบด้วยเชื้อรา แบคทีเรีย ชิ้นส่วนของแมลง ละอองเรณู อาหารสัตว์ และของเสียจากสัตว์ ประมาณ 1 ใน 4 ของฝุ่นละอองทั้งหมดจะมีสารโปรตีนเป็นองค์ประกอบซึ่งสามารถก่อให้เกิดอาการแพ้ ดังนั้น การได้รับฝุ่นละอองเป็นเวลาต่อเนื่องนานๆ จะทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ ประสิทธิภาพการทำงานของปอดลดลง

รูปที่ 2.1 ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นด้านหลังพัดลม (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2554)

ฝุ่นละอองยังเป็นอันตรายต่อสัตว์ โดยมีหลักฐานที่บ่งชี้ว่าฝุ่นละอองทำให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อปอด ทำให้สัตว์มีความต้านทานต่อการเจ็บป่วยด้วยโรคต่างๆ มากขึ้น ทั้งนี้เพราะอนุภาคของฝุ่นละอองจะเป็นตัวนำเชื้อโรคได้ดีที่สุด และฝุ่นละอองขนาดเล็กมากๆ จะดูดซับก๊าซต่างๆ เช่น แอมโมเนีย และนำเข้าสู่ปอดได้ด้วย

2.3.3 ปัญหาแมลงและพาหะนำโรค

แมลงและพาหะนำโรคที่สำคัญสำหรับฟาร์มสัตว์ปีกโดยเฉพาะไก่นั้น คือ แมลงวัน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดเช่น แมลงวันหัวเขียว แมลงวันผลไม้ แมลงวันลายและแมลงวันก้นแหลม เป็นต้น ซึ่งจะพบมากในช่วงฤดูร้อน โดยแมลงประเภทนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในของเสียที่ค่อนข้างเหลว ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

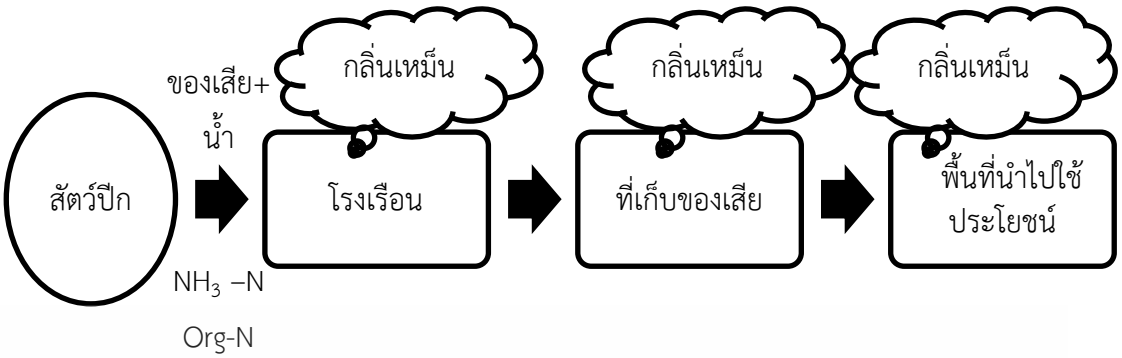
แมลงวันจะวางไข่และฟักไข่อยู่บริเวณที่ที่มีความชื้นค่อนข้างสูง ลอกคราบเป็นดักแด้ และเป็นตัวเต็มวัยภายใน 1-2 สัปดาห์ ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 แมลงวันจากฟาร์มสัตว์ปีก (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2554)

2.4 แหล่งกำเนิดกลิ่นและแมลงในฟาร์มสัตว์ปีก (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2554)

แหล่งกำเนิดกลิ่นจากการเลี้ยงสัตว์ปีก เช่น โรงเรือน สถานที่เก็บของเสีย พื้นที่ที่นำของเสียไปใช้ประโยชน์ดังรูปที่ 2.3 เป็นต้น ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นจากของเสีย น้ำเสีย กลายเป็นก๊าซแอมโมเนีย สามารถแบ่งได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แหล่งกำเนิดกลิ่นจาฟาร์มสัตว์ปีก (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2554)

2.4.1 โรงเรือน

สาเหตุของการเกิดกลิ่นในโรงเรือน เกิดจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนของสิ่งขับถ่ายและวัสดุรองพื้นคอก ซึ่งในโรงเรือนเลี้ยงไก่จะมีการสะสมของมูลไก่เป็นจำนวนมากและเป็นระยะเวลานานตามรอบระยะเวลาการเก็บกวาดมูล โดยในฟาร์มไก่เนื้อจะมีเวลาประมาณ 45 วัน ส่วนในฟาร์มไก่ไข่จะมีการตักมูลประมาณ 3 เดือน ดังรูปที่ 2.4 โดยความเข้มกลิ่นขึ้นอยู่กับระดับความชื้น อัตราการระบายอากาศและแบบของโรงเรือน จากการเก็บข้อมูลโดยกรมควบคุมมลพิษ พบว่าความเข้มกลิ่นภายในโรงเรือนปิดของไก่เนื้อ มีค่าความเข้มกลิ่นอยู่ระหว่าง 87 – 820 OU (Odor Unit : OU หรือหน่วยความเข้มกลิ่น) สำหรับฟาร์มไก่ไข่มีค่าความเข้มกลิ่น 55 – 309 OU ทั้งนี้สามารถสังเกตพบว่า เมื่อความชื้นสูงขึ้นความเข้มกลิ่นจะมีค่าสูง โดยเมื่อความชื้นสูงกว่า 70% ความเข้มกลิ่นมีค่าสูงกว่า ณ ที่ความชื้นประมาณ 50% ถึง 5 – 10 เท่า แสดงดังตารางที่ 2.6 และเมื่อพิจารณาความเข้มกลิ่นที่เกิดขึ้นและระบายออกจากโรงเรือนทั้งหมดยังคงมีปัญหากลิ่น เนื่องจากค่าสูงกว่า 30 OU ซึ่งเป็นระดับที่ก่อให้เกิดความรำคาญ

ตารางที่ 2.6 ค่าความเข้มกลิ่นและความชื้นภายในโรงเรือนไก่ (การเก็บข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ, 2553)

ฟาร์ม	ความชื้น %	ความเข้มกลิ่น (OU)
ไก่เนื้อ 1	76	820
ไก่เนื้อ 2	54	87.2
ไก่ไข่ 1	75	309.1
ไก่ไข่ 2	47	54.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 แหล่งกำเนิดกลิ่นภายในโรงเรือน (วิมลิน แกล้วทะนง)

2.4.2 กองมูล ลานตากมูล และโรงเก็บมูล

เนื่องจากบริเวณที่นำมูลมาตากหรือกองเก็บไว้ในพื้นที่โล่งแจ้ง เพื่อนำไปขายเป็นปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ถ้าขาดการเอาใจใส่ในการเก็บมูลที่แห้งแล้วออกไป หรือปล่อยทิ้งไว้ให้โดนความชื้นและน้ำฝน จะทำให้มูลที่ตากไว้มีกลิ่นรุนแรงมากขึ้น

2.5 วิธีการจัดการกลิ่นในฟาร์มสัตว์ปีก (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2554)

2.5.1 การเลือกที่ตั้งและการจัดการโรงเรือน

การเลือกทำเลที่ตั้งนั้น ดังรูปที่ 2.5 จะมีส่วนช่วยในการลดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนได้ ในเรื่องของระยะทางการแพร่กระจายของกลิ่น และช่วยรักษาระดับความชื้นซึ่งจะมีผลต่อความเข้มกลิ่น โดยการจัดการโรงเรือนให้สามารถถ่ายเทอากาศได้ดี และวางให้ถูกทิศทางลมเพื่อการระบายอากาศที่ดี จะช่วยลดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนทำให้สัตว์ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอและช่วยระบายก๊าซที่เกิดจากการหมักของมูลสัตว์ ซึ่งการเลือกที่ตั้งและการจัดการโรงเรือนสามารถทำได้ดังนี้

2.5.1.1 บริเวณที่เลี้ยงสัตว์ควรจะเป็นบริเวณที่ห่างไกลและอยู่ห่างจากฟาร์มอื่น โรงฆ่าสัตว์ปีก ตลาดนัดสัตว์ปีก และเส้นทางที่มีการเคลื่อนย้ายสัตว์ปีกและซากสัตว์ปีก เพื่อป้องกันการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพร่กระจายการติดต่อและห่างจากแหล่งชุมชน เสียงร้องหรือกลิ่นจากมูลสัตว์ แต่ก็ไม่ควรจะห่างจากชุมชนมากจนไม่สะดวกต่อการจำหน่ายผลิตผลหรือปัจจัยการผลิต

2.5.1.2 เป็นบริเวณที่ไม่มีน้ำท่วมขัง หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ควรถมดินและยกพื้นคอกให้สูง และสามารถวางแผนการจัดการระบายน้ำเสียได้ง่าย

รูปที่ 2.5 พื้นที่บริเวณฟาร์มเลี้ยงไก่ (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2554)

2.5.1.3 เป็นบริเวณที่โปร่ง อากาศสามารถถ่ายเทได้ดีมีต้นไม้ให้ร่มเงาภายในฟาร์มเพื่อช่วยกันแดดให้แก่โรงเรือน

2.5.1.4 ทิศทางของโรงเรือนควรคำนึงถึงทิศทางลม และทิศทางของดวงอาทิตย์ไว้ด้วย คือ การก่อสร้างโรงเรือนไม่ควรจะให้ขวางดวงอาทิตย์ (ระหว่างตะวันออกและตะวันตก) และต้องรู้ทิศทางลม เพื่อไม่ให้ลมพัดโกรกเข้าโรงเรือนแรงเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝนและฤดูหนาว

2.5.1.5 การให้น้ำ โดยแหล่งน้ำที่ใช้ในฟาร์มต้องอยู่ในบริเวณที่สามารถป้องกันการปนเปื้อนมูลสัตว์ ปริมาณน้ำต้องมีน้ำกินอย่างพอเพียงและสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ นอกจากนี้ภาชนะให้น้ำต้องใช้ภาชนะที่เหมาะสมและวางไว้อย่างเพียงพอในตำแหน่งที่เหมาะสมดังรูปที่ 2.6 เพื่อป้องกันไม่ให้มีการปนเปื้อนลงพื้น ส่งผลทำให้ความชื้นในโรงเรือนสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 การให้น้ำ

2.5.2 การจัดการของเสียจากฟาร์มสัตว์ปีก

การจัดการของเสียในฟาร์มสัตว์ปีกเพื่อลดแหล่งกำเนิดมลภาวะทางอากาศโดยเฉพาะกลิ่นเหม็น ซึ่งเกิดจากสาเหตุ เช่น วัสดุรองพื้นคอก มูลและปัสสาวะ และเศษอาหาร โดยการจัดการของเสีย สามารถทำได้ดังนี้

2.5.2.1 การจัดการวัสดุรองพื้นคอก รูปที่ 2.7 แสดงถึงวัสดุรองพื้นคอกและความหนาของวัสดุรองพื้นคอก ควรหนาประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร จึงจะเพียงพอที่จะดูดซับความชื้นได้ กลิ่นจากวัสดุรองพื้นคอกและมูลสัตว์อาจจะลดลงเมื่อส่วนประกอบน้ำหนักแห้งของวัสดุรองพื้นคอกหรือมูลสัตว์เพิ่มขึ้น ซึ่งวัสดุรองพื้นคอกควรเป็นวัสดุที่แห้งง่าย ไม่อัดแน่น ไม่เป็นฝุ่นและไม่ขึ้นรา ควรเป็นวัสดุที่ถูกและหาง่าย เช่น แกลบ ทราย ฟางสับ ขี้เลื่อย เปลือกถั่ว เป็นต้น หากส่วนประกอบน้ำหนักแห้งของวัสดุรองพื้นคอกหรือมูลสัตว์อยู่ที่ 60% หรือสูงกว่านี้ จะทำให้การแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียลดลง โดยมีข้อเสนอเพิ่มเติม ดังนี้

1. ป้องกันการหกรั่วของน้ำและใช้มาตรการต่างๆ ที่จะทำให้พื้นแห้ง เช่น การใช้พัดลมระบายอากาศและควรมีการจัดการระบบการให้น้ำดื่มที่ดีโดยใช้ระบบการให้น้ำอัตโนมัติแบบหัวหยด เป็นต้น
2. หลังจากจับสัตว์ปีกออกจากโรงเรือนแล้ว อาจนำวัสดุรองพื้นไปผึ่งให้แห้งเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ยซึ่งบริเวณที่จะใช้เก็บควรจะอยู่ไกลจากชุมชน หรืออาจนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้วิธีหมักแบบไร้อากาศได้ก๊าซชีวภาพหรือทำการย่อยสลาย
3. วัสดุรองพื้นที่เปียกชื้น ควรนำออกไปทิ้งหรือไม่ก็เติมวัสดุใหม่ลงไป

รูปที่ 2.7 วัสดุรองพื้นคอกจากฟาร์มไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2 การจัดการมูลและปัสสาวะ

การเก็บกวาดมูลไก่เนื้อจะเก็บหลังจากมีการจับไก่จำหน่ายแล้ว สำหรับไก่ไข่จะเก็บกวาดทุก 3- 4 เดือน โดยตักมูลไก่ออก แล้วนำไปทำปุ๋ยหมักหรือนำไปตากแห้ง เพื่อนำไปปลูกผักสวนครัวดังรูปที่ 2.8 เป็นการหมุนเวียนให้เกิดประโยชน์ ซึ่งมูลไก่จะถูกนำมาใช้มากในด้านการเกษตร คือใช้ทำปุ๋ยอินทรีย์เนื่องจากปริมาณสารอาหารที่มีอยู่มากใช้ได้ทั้งแบบสด เปียก และแบบแห้ง โดยอาจจะโรยหว่านลงในบริเวณที่ต้องการ หรือมีการพรวนดินร่วมด้วย แต่การใช้มูลไก่ก็มีข้อจำกัดพอสมควร เนื่องจากมูลไก่มีปริมาณไนโตรเจนสูงสามารถทำให้ต้นอ่อนของพืชไหม้ได้ สำหรับฟาร์มไก่ไข่ควรจะต้องหลีกเลี่ยงการสะสมของมูลที่อยู่ใต้กรงตับ จึงควรมีระบบสายพานลำเลียงมูลออกจากโรงเรือนและนำไปเก็บสะสมไว้ในบ่อเก็บ ซึ่งควรจะต้องมีการใช้พัดลมเป่าหรือมีการระบายอากาศที่ดีเพื่อช่วยให้มูลสัตว์แห้ง

รูปที่ 2.8 การนำวัสดุรองพื้นคอก มูล และปัสสาวะไปใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2554)

ตารางที่ 2.7 แสดงปริมาณสารอาหารที่มีในมูลไก่ที่จำเป็นต่อพืชเปรียบเทียบกับมูลสัตว์อื่นๆ (วราเกียรติ 2550, สถิดาและนริศรา, 2549)

ชนิดของมูลสัตว์	ความชื้น	สารอาหารหลัก (%)		
		ไนโตรเจน (N)	ฟอสฟอรัส (P)	โพแทสเซียม (K)
วัว ม้า	60% - 80%	5.4 – 6.4	2.3 – 4.5	4.5 – 5.4
แกะ หมู แพะ	65% - 75%	4.5 – 9.5	3.2	5.9 – 8.6
ไก่				
- เปียก เหนียวและเป็นเค้ก	75%	13.6	9.1	4.5
- ชื้น เป็นก้อนเหนียวเกาะกัน	50%	18.1	18.1	9.1
- เป็นก้อน	30%	27.2	24.9	13.6
- แห้ง	15%	40.8	31.7	18.1
- เถ้า	-	None	61.2	45.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.7 จะเห็นได้ว่าด้วยตัวของมูลไก่เองแล้ว มีปริมาณสารอาหารมากกว่าสัตว์ชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนซึ่งทำให้เกิดก๊าซแอมโมเนียในมูลไก่ ทำให้กลิ่นมีกลิ่นเหม็น เป็นอันตรายต่อสุขภาพ จะเห็นได้ว่าหากมีการเปลี่ยนรูปให้เป็นเถ้า ไนโตรเจนจะถูกทำลายให้หมดไปซึ่งทำให้หมดปัญหาเรื่องกลิ่นของแอมโมเนียโดยที่ยังคงมีสารประกอบจำพวกฟอสเฟต และโพแทสที่จำเป็นต่อพืชอยู่ อย่างไรก็ตาม การนำมูลไก่ไปใช้เป็นปุ๋ยสามารถนำไปใช้ได้กับพืชหลายชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด มะละกอ ถั่วเหลืองและมันสำปะหลัง เป็นต้น

2.5.2.3 การจัดการสัตว์ปีกตายและคัดทิ้ง

สามารถจัดการได้ด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

1. กำจัดโดยทำการเผาในเตาเผา ซึ่งควรมีการจัดเตรียมเตาเผาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

2. การฝังในหลุมลึกแบบเปิดที่ก้นหลุม (open-bottom pit) ถึงแม้ว่าการฝังในหลุมลึก (burial in open-bottom pit) จะเป็นวิธีการที่ถูกและง่ายในทางปฏิบัติแล้ว แต่มีข้อเสียคือใช้เวลานานในการสลายซากที่เหลือ รวมทั้งอาจเกิดการซึมของไนโตรเจน ฟอสเฟตและเชื้อโรคลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินได้

3. ทำการย่อยสลายโดยผสมกับแหล่งคาร์บอนอื่นๆ เช่น ขี้เลื่อย ฟางข้าว เป็นต้น แล้วนำไปใช้ปลูกพืชโดยอาจใส่มูลสัตว์ร่วมด้วย ส่วนการย่อยสลายควรมีความชื้นประมาณ 50% และมีค่าความเป็นกรด – ด่างเกินกว่า 8.0 จะเกิดกลิ่นเหม็น

2.5.2.4 การจัดการฝุ่นละออง

1. พัดลมระบายอากาศจะมีฝุ่นละอองที่สะสมรอบๆ ซึ่งจะเป็นแหล่งกำเนิดกลิ่นจึงต้องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการสะสมของฝุ่นละอองที่มากเกินไป

2. ขณะที่ทำความสะอาดไม่ควรก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองออกไป เพราะการแพร่กระจายของอนุภาคฝุ่นละออง จะทำให้เกิดการแพร่กระจายกลิ่นออกไป

3. การกำจัดปริมาณเศษฝุ่นละอองสามารถจะช่วยลดความเข้มกลิ่นได้ประมาณถึงร้อยละ 65

4. การลดปริมาณฝุ่นละอองโดยอาศัยหลักการจัดการโรงเรือนที่ดี เช่น การควบคุมการฟุ้งกระจายของอาหาร การป้องกันไม่ให้มีเศษอาหารหก การเก็บกวาดมูลและวัสดุรองพื้นเป็นประจำ เป็นต้น เหล่านี้เป็นมาตรการที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและยังช่วยให้สัตว์มีสวัสดิภาพที่ดีด้วย

2.5.2.5 การจัดการแมลงวันและพาหะนำโรค

การจัดการปัญหาแมลงวันสามารถทำได้โดยวิธีทางไบโอชีวภาพและทางเคมี ดังนี้

1. การทำลายตัวอ่อนของแมลงวัน อาจใช้ความร้อนจากแสงแดดหรือสารเคมีทำลายฆ่าหนอนแมลงวันโดยตรง โดยใช้สารเคมีผสมน้ำให้มีความเข้มข้นตามคำแนะนำการใช้ฉลากหรือในความเข้มข้นที่องค์การอนามัยโลกกำหนด คือ ไดคลอร์วอส (DDVP : Dichlorvos) เข้มข้น 0.5% ไดอะซินอน (diazinon) เข้มข้น 0.5 – 1% คลอร์ไพริฟอส (chlorpyriphos) เข้มข้น 0.5 – 1% มาลาไทออน (malathion) เข้มข้น 2.5% และดิพเทอร์เรกซ์ (dipterex) เข้มข้น 1% แล้วนำไปพ่นตามมูลสัตว์หรือที่เก็บมูล หรือใช้ปูนคลอรีน ปูนขาว โรยฆ่าตัวหนอน เป็นต้น

2. การทำลายแมลงวันตัวเต็มวัยที่ได้ผลมากที่สุดคือการใช้สารเคมีฉีดพ่นตามแหล่งเกาะพัก แหล่งเพาะพันธุ์แมลงวัน ดังตารางที่ 2.8 และ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 การใช้สารเคมีฉีดพ่นละอองฝอยกำจัดแมลงวัน
(http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/a_nihr_search.asp?info_id=878)

สารเคมี	ปริมาณการใช้ (กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกต้า)
ไซฟลูทริน(cyfluthrin)	2
ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin)	2 – 5
เดลต้า เมทริน (deltamethrin)	0.5 – 1.0
อีโทเฟนพรอกซ์(etofenprox)	10 – 20
แลมดา– ไซฮาทริน (lambda – cyhalothrin)	0.5 – 1.0
เพอร์เมทริน (permethrin)	5 – 10
ไดอะซินอน (diazinon)	340
ไดคลอร์วอส(dichlorvos)	340
มาลาไทออน(malathion)	670
พิริมิฟอส– เมทิน (pirimiphos – methyl)	250

หมายเหตุ : 1 เฮกต้า เท่ากับ 10,000 ตารางเมตร

ตารางที่ 2.9 การใช้สารเคมีฉีดพ่นฤทธิ์ตกค้างบริเวณแหล่งเกาะพักและเพาะพันธุ์ของแมลงวัน
(http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/a_nihr_search.asp?info_id=878)

สารเคมี	ปริมาณการใช้ (กรัมสารออกฤทธิ์/เฮกต้า)
อัลฟาไซเพอร์เมทริน (alphacypermethrin)	0.02
ไซฟลูทริน(cyfluthrin)	0.03
ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin)	0.025 – 0.1
เดลต้า เมทริน (deltamethrin)	0.01 – 0.15
เพอร์เมทริน (permethrin)	0.025 – 0.1
ไดอะซินอน (diazinon)	0.4 – 1.0
เฟนิโทรไทออน(fenitrothion)	1.0 – 2.0
พิริมิฟอส– เมทิน (pirimiphos – methyl)	1.0 – 2.0
ไตรคลอร์ฟอน (trichlorfon)	1.0 – 2.0

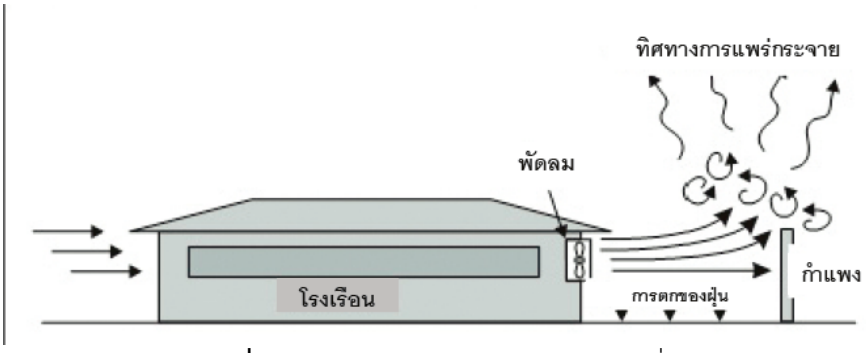
2.5.3 การบำบัดกลิ่น

เราสามารถลดความรุนแรงและบำบัดกลิ่นที่เกิดขึ้นจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีกได้หลายวิธี ดังนี้

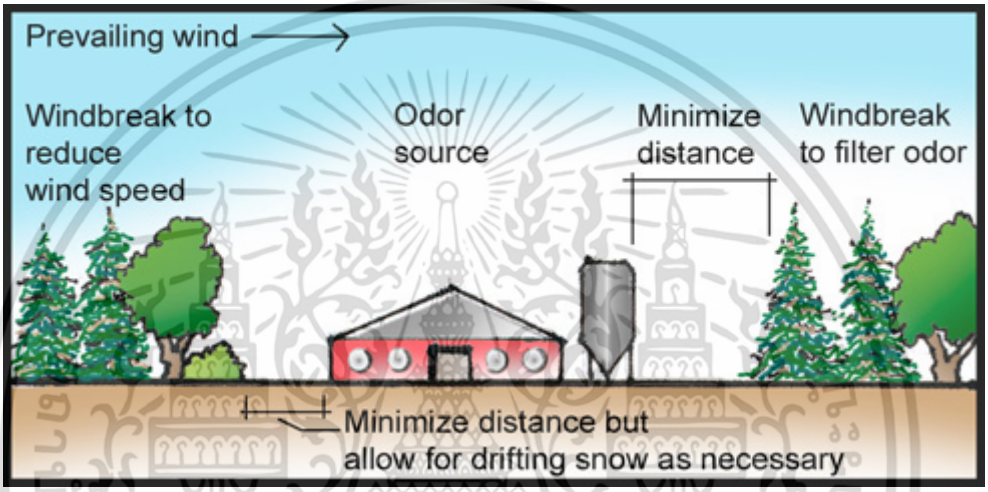
2.5.3.1 Windbreak

เป็นการสร้างแนวกำแพงป้องกันการแพร่กระจายของกลิ่น ซึ่งสามารถใช้แนวกำแพงธรรมชาติคือ ต้นไม้ชนิดต่างๆ หรือวัสดุอื่นๆ ซึ่งแนวกำแพงนี้สามารถช่วยลดความเข้มกลิ่นลงได้ โดยทำให้เกิดการปั่นป่วนของอากาศและการเจือจางกลิ่น นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการตกของฝุ่นละอองอีกด้วย โดยที่ 60% เป็นการเบี่ยงเบนทิศทางการเดินทางของกลิ่นและ 40% จะทะลุผ่านต้นไม้

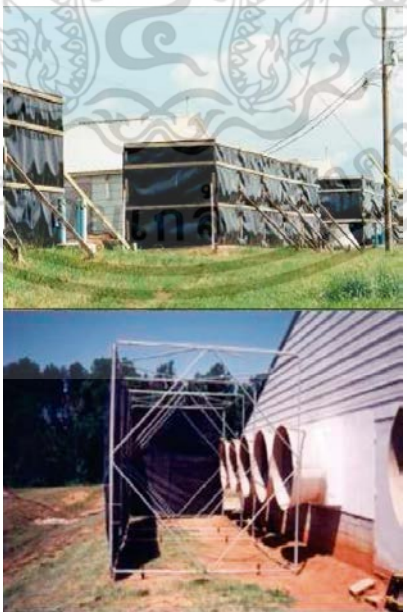
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงทิศทางการกระจายของกลิ่น
(http://www.extension.org/mediawiki/files/7/71/L41_sec3.pdf)



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างแนวกำแพงธรรมชาติ
(https://nac.unl.edu/buffers/guidelines/6_aesthetics/2.html)



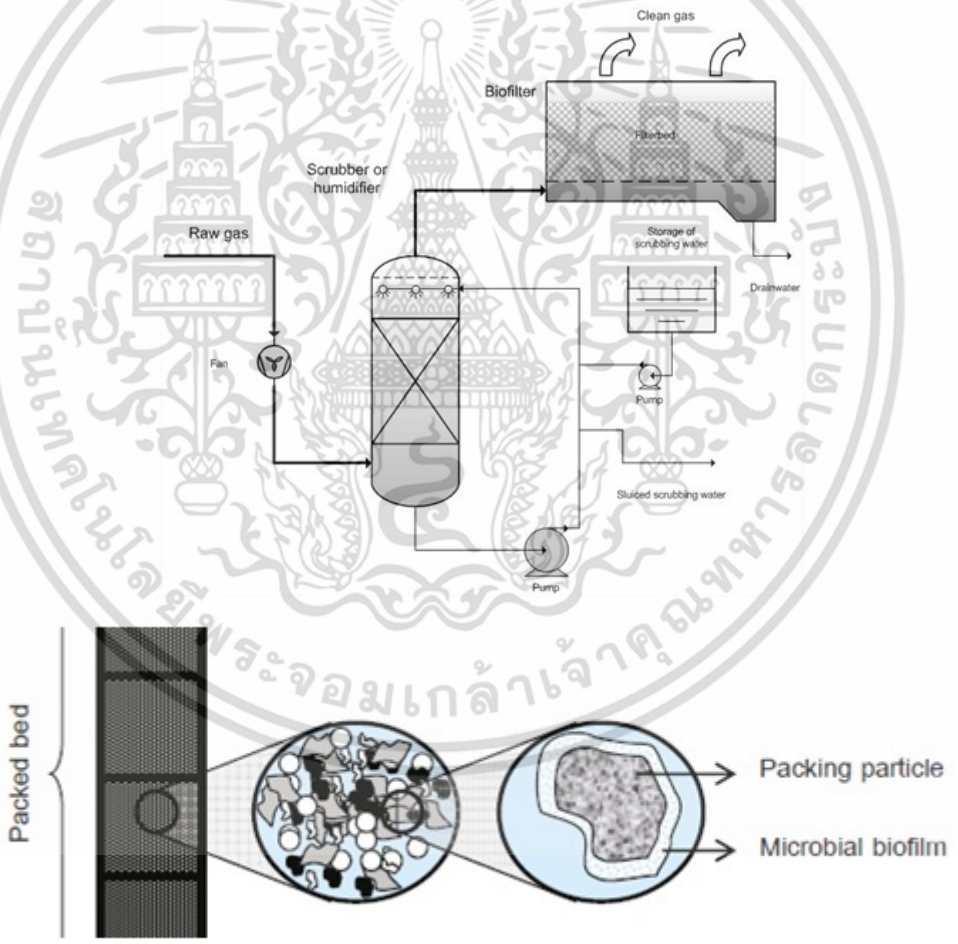
รูปที่ 2.11 แนวกำแพงจากวัสดุอื่น เช่น พลาสติกหรือไม้ (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.2 ระบบบำบัดกลิ่นแบบชีวภาพ ชนิดไบโอฟิลเตอร์ หรือระบบตัวกรองชีวภาพ

เป็นระบบบำบัดมลพิษทางอากาศที่มีการใช้กันแพร่หลายในหลายประเทศทั่วโลกมากกว่า 30 ปี โดยอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารมลพิษที่ทำให้เกิดกลิ่น เช่น สารอินทรีย์ระเหย (VOC) และสารมลพิษที่เป็นอันตราย (HAPs) สารประเภทไฮโดรคาร์บอนรวมทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์อื่นๆ โดยทั่วไปวัสดุกรองนิยมทำมาจากวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ดิน และพีท (Peat) เปลือกไม้ กากตะกอนน้ำเสีย ขยะอินทรีย์ เป็นต้น เพราะมีคุณสมบัติซับอากาศและความชื้นได้ดี เมื่อผ่านอากาศที่มีสารปนเปื้อนที่ต้องการบำบัดผ่านเข้าสู่ตัวกลางซึ่งมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่นั้นดังรูป 2.12 จุลินทรีย์จะทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารปนเปื้อนให้กลายเป็นสารประกอบขนาดเล็กได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

ในการติดตั้งระบบกำจัดกลิ่นแบบนี้ต้องอาศัยเครื่องสูบลมที่มีกำลังสูงประมาณ 3,000 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงดูดลมจากโรงเรือนผ่านระบบบำบัดกลิ่นแบบชีวภาพ จากผลการศึกษา พบว่าระบบกำจัดกลิ่นแบบชีวภาพมีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นจากฟาร์มสุกรได้เฉลี่ยร้อยละ 70 และลดแอมโมเนียได้ในช่วงร้อยละ 36 – 89



หมายเหตุ : 1 พัดลม, 2 เครื่องดูดความชื้น, 3 ถังกรองชีวภาพ, 4 โรงเรือน, 5 การระบายอากาศ, 6 ก๊าซที่ระบายออก, 7 การระบายน้ำ, 8 ตะแกรง

รูปที่ 2.12 ระบบบำบัดกลิ่นแบบชีวภาพ ชนิดไบโอฟิลเตอร์ (ศิริรัตน์ ศิริพรวิศาล,2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12(ต่อ) ระบบบำบัดกลิ่นแบบชีวภาพ ชนิดไบโอฟิลเตอร์ (http://www.blueplanetgreenliving.com)

2.5.3.3 ระบบบำบัดกลิ่นแบบม่านกระจายน้ำ

ระบบกำจัดกลิ่นแบบม่านกระจายน้ำ จะสามารถดักจับกลิ่นได้โดยใช้ละอองน้ำที่พ่นออกมาจากหัวสเปรย์ชนิดละเอียด (หมอก) เป็นตัวดักกลิ่นที่เป่าออกมาจากพัดลมหลังโรงเรือนปิด โดยระบบกำจัดกลิ่นแบบม่านกระจายน้ำ มีความสามารถในการกำจัดกลิ่นจากฟาร์มไก่ได้ประมาณ 80%

รูปที่ 2.13 ระบบบำบัดแบบม่านกระจายน้ำ (วิมลิน แกล้วทะนง)

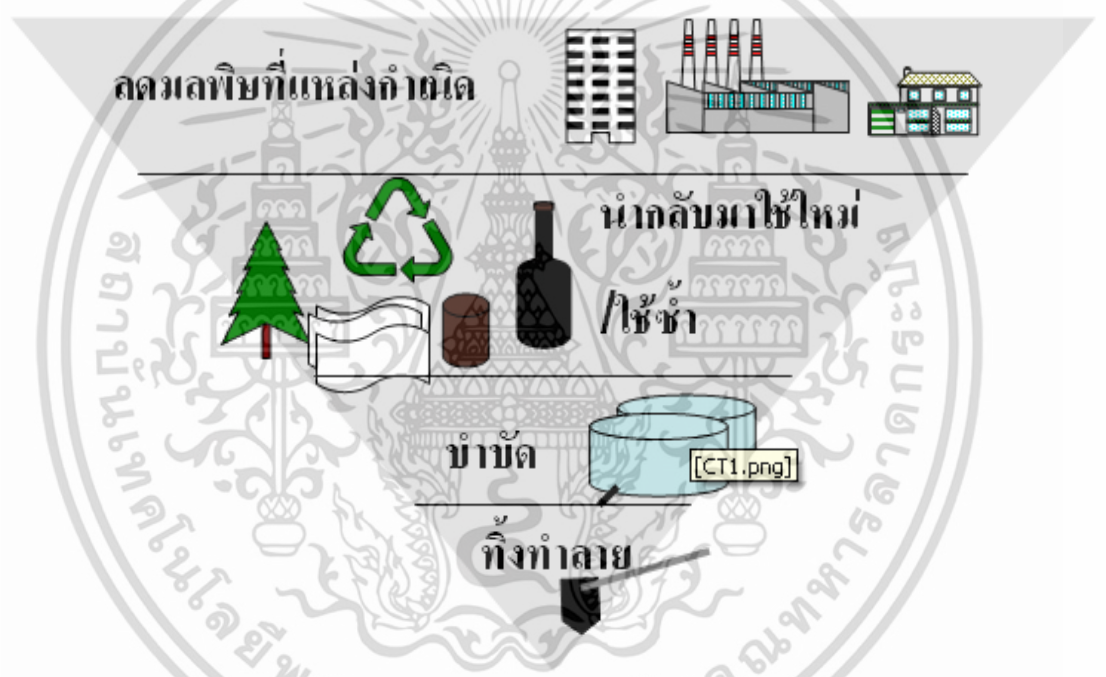
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

เทคโนโลยีสะอาด ก็คือ กลยุทธ์ในการปรับปรุง ผลิตภัณฑ์บริการ และกระบวนการอย่างต่อเนื่อง เพื่อจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ให้เปลี่ยนเป็นของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด จึงเป็นทั้งการรักษาสิ่งแวดล้อม และการลดค่าใช้จ่าย ในการผลิตไปพร้อม ๆ กันด้วย

2.6.1 หลักการของเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด จะเน้นการป้องกันและลดมลพิษตั้งแต่ต้น ส่วนถ้ามีมลพิษหรือของเสียก็ดูว่าสามารถ การนำกลับมาใช้ใหม่ ใช้ซ้ำได้หรือไม่ ท้ายที่สุดจึงนำไปบำบัดทิ้งทำลายอย่างถูกต้องต่อไป ซึ่งลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย แสดงดังรูปที่ 2.14 จะให้ความสำคัญที่การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดมากที่สุด ตามด้วยนำกลับมาใช้ใหม่ การบำบัด และการทำลายจะให้ความสำคัญน้อยที่สุด



รูปที่ 2.14 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

หลักการของเทคโนโลยีสะอาดแบ่งออกเป็น 2 ด้านใหญ่ๆ คือ การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและการนำกลับมาใช้ใหม่ แสดงดังรูปที่ 2.15

2.6.1.1 การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด แบ่งได้เป็น 2 แนวทางใหญ่ๆ คือ การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์และการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.15 หลักการของเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (กรมโรงงานอุตสาหกรรม)

1. การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์

ทำได้โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด หรือให้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ลดการใช้สารเคมีอันตรายที่มีผลในการผลิต การใช้งาน และการทำลายหลังการใช้งาน เช่น ปรับเปลี่ยนสูตรของผลิตภัณฑ์ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อผู้บริโภคนำไปใช้ ยกเลิกการใช้ชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และยกเลิกการบรรจุหีบห่อที่ไม่จำเป็น เป็นต้น

2. การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต

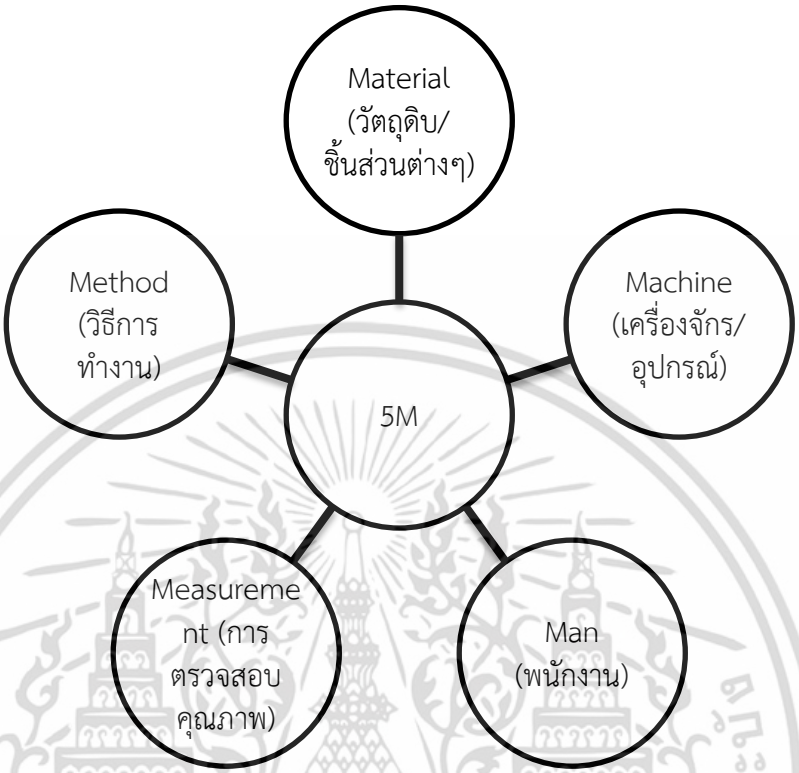
แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี และการปรับปรุงกระบวนการให้สะดวก รวดเร็ว และเกิดของเสียหรือของเหลือใช้น้อยลง

- การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ (Input Material Change) ทำได้โดยการเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ หรือมีความบริสุทธิ์สูงรวมทั้งการลดหรือยกเลิกการใช้วัตถุดิบที่เป็นอันตราย เพื่อหลีกเลี่ยงการเติมสิ่งปนเปื้อนเข้าไปในกระบวนการผลิต และพยายามเลือกใช้วัตถุดิบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น การไม่ใช้หมึกพิมพ์ที่มีแคดเมียมเป็นสารประกอบ การไม่ใช้น้ำยาไซยาไนด์ในการชุบผิวโลหะ เป็นต้น

- การปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี (Technology Improvement) ทำได้โดยการออกแบบระบบการผลิตใหม่ เพิ่มระบบอัตโนมัติเข้าไปช่วยในการผลิต ปรับปรุงคุณภาพของอุปกรณ์ หรือแสวงหาเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถช่วยให้เกิดของเสียหรือของเหลือจากการผลิตน้อยลงมาใช้ เช่น การจัดวางผังโรงงานใหม่ที่ช่วยลดระยะการเคลื่อนย้ายวัสดุให้น้อยลง การควบคุมความเร็วมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อควบคุมการสิ้นเปลืองพลังงาน เป็นต้น ซึ่งเงื่อนไขในการนำเทคโนโลยีมาปรับปรุงมีองค์ประกอบ 5 ประการ (5 M) ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 เงื่อนไขในการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย)

- การบริหารการดำเนินการ (Operational Management) ทำได้โดยปรับปรุงวิธีการผลิตเดิมโดยใช้เทคนิคการลด การรวม และการทำขั้นตอนการผลิตให้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้เกิดของเสียจากการผลิตลดลง เช่น ในกรณีมีผลิตภัณฑ์หลายแบบ การวางแผนการผลิตที่ดีจะช่วยลดการที่ต้องเสียเวลาปรับตั้งเครื่องจักรก่อนเริ่มงาน เพราะเปลี่ยนแบบผลิตภัณฑ์เป็นต้น

2.6.1.2 การนำกลับมาใช้ใหม่

การนำกลับมาใช้ใหม่ แบ่งออกได้เป็น 2 แนวทาง คือ การนำผลิตภัณฑ์เก่ากลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ผลิตภัณฑ์หมุนเวียน และการใช้เทคโนโลยีหมุนเวียน

2.6.1.3 การใช้ผลิตภัณฑ์หมุนเวียน

ทำได้โดยการหาทางนำวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพมาใช้ประโยชน์ หรือหาทางใช้ประโยชน์จากสารหรือวัสดุที่ปนอยู่ในของเสีย โดยการนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตเดิม หรือกระบวนการผลิตอื่นๆ

2.6.1.4 การใช้เทคโนโลยีหมุนเวียน

เป็นการนำของเสียไปผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อให้สามารถนำเอากลับมาใช้ได้อีก หรือเพื่อทำให้เป็นผลพลอยได้ เช่น การนำน้ำหล่อเย็น น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตหรือตัวทำละลาย ตลอดจนวัสดุอื่นๆ กลับมาใช้ใหม่ในโรงงาน การนำพลังงานความร้อนส่วนเกินหรือเหลือใช้ กลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ควรจะดำเนินการ ณ จุดกำเนิดของเสียนั้นมากกว่าการขนย้ายไปจัดการที่อื่น โดยเฉพาะของเสียที่เกิดจากการปนเปื้อนของวัตถุดิบ เช่นการแยกน้ำเสียด้วยไฟฟ้าเพื่อแยกโลหะ เช่น ดีบุก ทองแดง หรือตะกั่ว เพื่อนำกลับมาใช้งาน ซึ่งจะทำได้ง่าย และมีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งลดอัตราเสี่ยงจากการปนเปื้อนในระหว่างการรวบรวมหรือขนถ่าย เป็นต้น

2.6.2 ขั้นตอนการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสะอาด

วิธีการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสะอาดประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนและการจัดตั้งทีมงาน (CT Planning & Organization) การวางแผนและการจัดทีมมีวัตถุประสงค์เพื่อจะแสดงความร่วมมือในการกำหนดเป้าหมายในการทำเทคโนโลยีสะอาด โดยผู้ประกอบการส่งตัวแทนเข้าร่วมกับอาจารย์พี่เลี้ยงและนิสิตฝึกงาน

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจประเมินเบื้องต้น (Pre assessment) หลังจากที่ได้จัดทีมงานและทราบวัตถุประสงค์การทำงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทีมงานจะเริ่มทำการกำหนดขอบเขตการพิจารณาและประเมินเบื้องต้นว่า ประเด็นใดบ้างที่เกิดความสูญเสียและสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ การประเมินเบื้องต้นอาศัยหลักวิชาการประกอบกับประสบการณ์ในทางปฏิบัติของโรงงานในการกำหนดเกณฑ์การจัดลำดับความสำคัญของแต่ละประเด็นปัญหาที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์ ผลจากการประเมินนี้จะใช้เป็นแนวทางกำหนดบริเวณหรือทรัพยากรที่จะศึกษาต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินละเอียด (Detail assessment) เมื่อได้ประเด็นที่เกิดความสูญเสียสูงและต้องการจะปรับปรุงให้ดีขึ้นแล้ว จึงเริ่มทำการประเมินละเอียดโดยจัดทำสมดุลมวลสารและพลังงานเข้า-ออก เพื่อให้ทราบถึงแหล่งกำเนิดของของเสียและสาเหตุของการสูญเสีย จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์แนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือเรียกว่า ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด (CT option)

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility study) การศึกษาความเป็นไปได้มีวัตถุประสงค์เพื่อลำดับความสำคัญของทางเลือกที่ได้จากขั้นตอนการประเมินละเอียดโดยพิจารณาองค์ประกอบ 3 ด้านคือ ความเป็นไปได้ทางเทคนิคหรือความเหมาะสมในการนำทางเลือกไปปฏิบัติ ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ และความเหมาะสมด้านสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 5 ลงมือปฏิบัติและติดตามผล (Implementation & evaluation) การลงมือปฏิบัติต้องมีแผนการทำงานโดยละเอียดประกอบด้วย บริเวณเป้าหมายขั้นตอน ระยะเวลาและผู้รับผิดชอบอย่างชัดเจน เมื่อดำเนินกิจกรรมไปได้ระยะหนึ่งควรติดตามประเมินผลเพื่อให้แน่ใจว่าการปฏิบัติเป็นไปตามแผนงานที่กำหนดไว้หรือหากมีปัญหาจะได้ทบทวนแก้ไขต่อไป

2.7 ก๊าซเรือนกระจกจากการปศุสัตว์ (http://www.tgo.or.th/)

ก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ก๊าซที่เกิดขึ้น จากการกระทำของมนุษย์ที่มีผลต่อการเกิดสภาวะโลกร้อน ส่วนหนึ่งเกิดขึ้น ระหว่างกระบวนการผลิตทางการเกษตร เช่น การทำนาสภาพน้ำขังทำให้เกิดก๊าซมีเทน โคกระบือเป็นแหล่งผลิตก๊าซมีเทนระหว่างการย่อยอาหาร การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงทำให้เกิดก๊าซไนตรัสออกไซด์ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่นการถางป่า การนำที่ดินเกษตรกรรมไปใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมหรือที่อยู่อาศัย การเผาในที่โล่ง ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกทุกชนิด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ก๊าซมีเทน เป็นผลผลิตที่เกิดจากแบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในสภาพที่ไร้อากาศ ตัวอย่างเช่นในกระเพาะหมักของโค-กระบือที่มีแบคทีเรียบรรจุอยู่นับร้อยล้านเซลล์ต่อสัตว์หนึ่งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียจะทำการย่อยสลายอาหารหยาบ ได้แก่ หญ้า ฟาง เศษพืชต่างๆที่สัตว์กินเข้าไป ผลจากการย่อยสลายได้โภชนะที่เป็นประโยชน์ต่อสัตว์ และได้ก๊าซมีเทนเป็นของเสียที่ถูกขับออกในระหว่างการย่อย ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดจากสัตว์เคี้ยวเอื้องนี้คาดว่ามีประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ของมีเทนที่เกิดจากมนุษย์ (OTA 1991) โค-กระบือ จึงเป็นแหล่งเกิดก๊าซมีเทนประมาณ 7-15 เปอร์เซ็นต์ของมีเทนทั้งหมดที่เกิดในโลก ทั้งนี้ยังไม่รวมมีเทนที่อาจจะเกิดจากการหมักมูลสัตว์ในสภาพไร้อากาศ

ไนตรัสออกไซด์ เป็นก๊าซเรือนกระจกอีกชนิดหนึ่ง ที่อาจจะเกิดจากการผลิตปศุสัตว์ในปริมาณที่รองจากก๊าซมีเทน และเกิดขึ้น โดยอ้อมมากกว่าโดยตรง ไนตรัสออกไซด์จากการเกษตรส่วนใหญ่ปลดปล่อยออกมาจากดินและน้ำ ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่เกินความต้องการของพืช เกิดจากการเผาชีวมวลและจัดการมูลสัตว์และปฏิกูลจากสัตว์ไม่ถูกต้อง การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่ำ ให้ปุ๋ยแก่พืชตามช่วงเวลาที่พืชต้องการธาตุอาหาร ใช้ปุ๋ยจากแหล่งธรรมชาติ โดยเฉพาะการปลูกพืชตระกูลถั่วปรับปรุงดินแทนการใช้ปุ๋ย เป็นวิธีลดปริมาณก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ยั่งยืน

คาร์บอนไดออกไซด์จากการเกษตรกรรม มีแหล่งเกิดมากที่สุด 2 แหล่ง คือการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่นเผาป่า ทำลายอินทรีย์วัตถุในดิน และการเผาน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องจักรกลฟาร์มชนิดต่างๆ สำหรับการผลิตสัตว์นั้น มีโอกาสใช้เครื่องจักรและน้ำมันเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตซึ่งก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้แก่ การไถ พรวน เพาะปลูกพืชอาหารสัตว์ การหว่านปุ๋ย การกำจัดวัชพืช ตลอดจนการเก็บเกี่ยว ปรับปรุงสภาพพืชอาหารสัตว์ การขนส่ง และการแปรรูปผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

ก๊าซเรือนกระจก เป็นของเสียที่ขับออกมาระหว่างกระบวนการผลิตทางการเกษตรกรรมแทบทุกกระบวนการ ดังนั้นเราจึงไม่สามารถยับยั้งการเกิดก๊าซเรือนกระจกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังพบเสมอว่า การลดก๊าซเรือนกระจกมักทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลงตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม สำหรับการปศุสัตว์แล้ว มีผลการศึกษาตรงกันว่า การจัดการฟาร์มที่ดี การจัดการด้านทรัพยากรอาหาร การให้อาหารสัตว์ที่ดี นำไปสู่การเพิ่มสมรรถนะและศักยภาพการผลิต พร้อมกับการลดการเกิดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผลผลิต ข้อดีนี้จึงควรถูกนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดผลเป็นรูปธรรมโดยเร็วหากสามารถลดการผลิตก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิตปศุสัตว์ นอกจากจะนำไปสู่การชะลอปัญหาผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนแล้ว ประโยชน์ที่จะได้รับทันทีคือการสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีในระดับฟาร์มระดับชุมชน และสังคม นำไปสู่การมีสุขภาพที่ดี ลดปัญหาการเจ็บป่วยเนื่องจากมลภาวะ ลดความเสี่ยงที่จะเกิดโรคติดต่อ และลดผลกระทบด้านสุขภาพที่เกิดจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ตารางที่ 2.10 แสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ที่ใช้เปลี่ยนข้อมูลจากกิจรรมต่างๆ ให้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซ เรือนกระจก โดยค่าสัมประสิทธิ์จะมีค่าเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย ข้อมูล เช่น กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไฟฟ้าหนึ่งหน่วย ($kgCO_2e/kWh$) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) (http://www.tgo.or.th/)

ชื่อ	ค่า Emission Factor	หน่วย
1. น้ำมันดีเซล	2.69872	ลิตร
2. น้ำมันเบนซิน	2.18156	ลิตร
3. พลังงานไฟฟ้า	0.5813	kWh
4. กระดาษขาว	1.8974	kg
5. มูลขี้วัว	0.2528	kg
6. มูลขี้ไก่	0.3157	kg
7. ปุ๋ยหมัก	0.2458	kg
8. มูลขี้เป็ด	0.1987	kg
9. มูลสุกร	0.2621	kg
10. มูลโค	0.2528	kg
11. ปุ๋ยชีวภาพ(ชนิดเม็ด)	0.2856	kg
12. ปุ๋ยชีวภาพ (ชนิดน้ำ)	0.1755	kg
13. กระดาษ/กระดาษกล่อง	2.93	ton
14. ผ้า	2	ton
15. กิ่งไม้ ต้นหญ้าจากสวน	3.27	ton
16. ขยะที่ไม่ได้ทำการแยกประเภท	2.32	ton
17. ปริมาณน้ำเสีย	25	ลบ.ม.

2.8 แบบจำลองและการวิเคราะห์การตัดสินใจ (จินตชัย สุขสุนทร, 2554)

แบบจำลองและการวิเคราะห์การตัดสินใจ (Modal and Decision Analysis) เป็นวิธีการที่ใช้วิเคราะห์และประเมินทางเลือกสำหรับการตัดสินใจในข้อปัญหาต่างๆ เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

2.8.1 คุณสมบัติของแบบจำลอง

แบบจำลองมีอยู่หลายประเภทและมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์หลักของการนำไปใช้งาน แต่ภาพรวมของแบบจำลองจะต้องมีลักษณะดังนี้

- มีความถูกต้อง
- ลดค่าใช้จ่าย
- จำลองข้อมูลในอนาคตเพื่อใช้แก้ปัญหาในปัจจุบัน
- ทำงานโดยนอเหนือความสามารถของมนุษย์ได้
- ทำให้เข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจน

2.8.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เป็นเทคนิคที่นิยมในปัจจุบันอย่างมาก เนื่องจากเป็นการสร้างแบบจำลองปัญหาในการวิเคราะห์การตัดสินใจได้หลายอย่าง และเป็นรูปแบบนิพจน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้อธิบายถึงปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามการสร้างแบบจำลองของปัญหานั้นต้องมีความสัมพันธ์ตามหลักการของเหตุและผลด้วย เช่น

ผลกำไร = ราคาขาย – ราคาทุน (2.2)

จากสมการที่ 2.1 สามารถอธิบายได้ว่า ผลกำไรที่ได้จะมาจากราคาขายลบด้วยราคาทุน โดยสามารถกำหนดว่าต้องการผลกำไรเท่าไร จากนั้นจึงเพิ่มราคาขายหรือลดต้นทุนได้ โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงได้ดังสมการที่ 2.2 โดยที่ผลกำไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) และราคาขายกับราคาทุนเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

ผลกำไร = f(ราคาขาย – ราคาทุน) (2.3)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลักๆ ดังนี้

- แบบจำลองคำสั่ง (Prescriptive Modal)
- แบบจำลองการคาดคะเน (Predictive Modal)
- แบบจำลองคำอธิบาย (Descriptive Modal)

ตารางที่ 2.11 ความแตกต่างของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (จินตชัย สุขสุนทร, 2554)

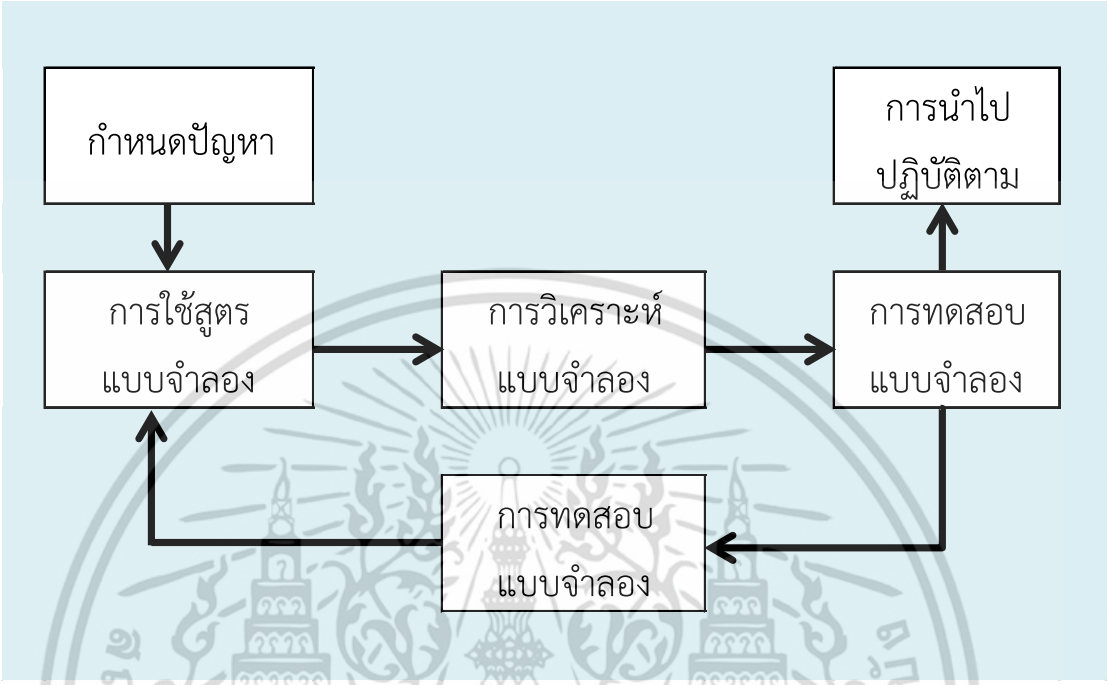
ประเภทแบบจำลอง	รูปแบบ f(x)	ค่าของตัวแปรอิสระ	เทคนิคที่ใช้จัดการ
แบบจำลองคำสั่ง	ชัดเจน	ทราบค่าตัวแปร	- โปรแกรมเชิงเส้น - แบบจำลองข่ายงาย - โปรแกรมเชิงเส้นเต็ม - การวิเคราะห์เส้นทางวิกฤต - โปรแกรมเป้าหมาย - การสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด - โปรแกรมที่ไม่เป็น
แบบจำลองการคาดคะเน	ไม่ชัดเจน	ทราบค่าตัวแปร	- การวิเคราะห์ความถดถอย - การวิเคราะห์อนุกรมเวลา - การวิเคราะห์การจำแนก
แบบจำลองคำอธิบาย	ชัดเจน	ไม่ทราบค่าตัวแปร	- การจำลองสถานการณ์ - การบริหารโครงการด้วย PERT - แบบจำลองสินค้าคงคลัง

2.8.3 การแก้ปัญหา

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังหัวข้อที่ 2.8.2 ที่กล่าวมา สามรถเขียนให้อยู่ในรูปแผนผังเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจดังแสดงในรูปที่ 2.17 จากรูปจะเห็นได้ว่า เราสามารถที่จะกำหนดปัญหาที่ต้องการเพื่อนำมาสู่ขั้นตอนการใช้สูตรแบบจำลอง จากนั้นจะส่งต่อไปที่ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบจำลอง การทดสอบแบบจำลอง การนำเอาไปปฏิบัติตามลำดับ โดยในการวิจัยนี้ใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์เป็นโมเดลในการตัดสินใจ การนำโมเดลทางคณิตศาสตร์มาสร้างเป็นรูปแบบโมเดลทางคอมพิวเตอร์จะอาศัยตัวโปรแกรม Excel Spreadsheet เป็นเครื่องมือในการนำเสนอและช่วยในการแก้ไขปัญหา ประโยชน์ของการใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ คือ ช่วยให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดำเนินงาน สามารถแสดงผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็ว ช่วยให้สามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้องแม่นยำ สามารถปรับเปลี่ยน แก้ไขข้อมูลได้ง่าย เนื่องจากบางปัญหานั้นจะมีความยุ่งยากและมีค่าตัวแปรต่างๆ ในสมการค่อนข้างมาก โดยค่าตัวแปรเหล่านี้จะถูกแทนด้วยตัวเลข หากมีข้อมูลที่มีจำนวนมาก จะส่งผลการใช้เวลาในการทำงานนั้นมากขึ้นไปด้วย



รูปที่ 2.17 ลำดับการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีแบบจำลอง

2.9 การหาค่าเหมาะสมที่สุดของฟังก์ชั่น (วิศวกรรมระบบควบคุม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)

การทำ optimization เป็นขบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่ง ซึ่งจะให้ผลในเชิงปริมาณ (quantity) เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวน หรือค่าของตัวเลขของปัญหาที่กำหนด ดังนั้นปัญหาที่นำมาเลือกใช้ในการทำ optimization จะอยู่ในรูปของแบบจำลองคณิตศาสตร์ (mathematical model) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจุดประสงค์ของการทำ optimization คือเพื่อต้องการหาค่าสูงสุด (maximum) หรือค่าต่ำสุด (minimum) ของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ที่กำหนด (objective function) และการหาค่าของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์

2.9.1 ตัวแปรออกแบบ (Design Variable)

หมายถึงตัวแปรที่เป็นคำตอบของการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งตัวแปรออกแบบจะถูกกำหนดเพื่อใช้อธิบายลักษณะของระบบทางด้านวิศวกรรม เช่น ขนาด น้ำหนัก รูปทรงของวัสดุ

2.9.2 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

คือ ฟังก์ชั่นที่เราต้องการหาค่าต่ำสุดหรือสูงสุดโดยเราจะต้องทำการกำหนดฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ที่ติดอยู่ในรูปตัวแปรออกแบบ เพื่อที่จะทำการหาค่าของตัวแปรที่เป็นจุด maximum หรือ minimum ของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์นั้น เราสามารถเขียน Objective function ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้เป็น

$$J=f(x) \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย $x = [x_1, x_2, ..., x_m]^T$ หรือตัวแปรที่มีจำนวน dimension เป็น m โดยทั่วไปแล้วปัญหาของการทำ optimization ส่วนมากจะเป็นปัญหาในรูปของ minimization problem เช่น

- Objective function ของการใช้เวลาน้อยที่สุด (time minimization)

$$minimize\ J = \int_{t_0}^{t_f} dt \tag{2.5}$$

โดย t_0 คือ เวลาเริ่มต้น

t_f คือ เวลาสิ้นสุด

- Objective function ของการใช้พลังงานน้อยสุด (energy minimization)

$$minimize\ J = \left(\int_{t_0}^{t_f} \sum_{i=1}^{m} u_i^2\ dt\right)^{1/2} \tag{2.6}$$

โดย $u = [u_1, u_2, ..., u_m]^T$ คือ ตัวแปรออกแบบ

- Objective function ของการใช้เชื้อเพลิงน้อยสุด (fule minimization)

$$minimize\ J = \int_{t_0}^{t_f} \sum_{i=1}^{m} \lceil u_i(t) \rceil\ dt \tag{2.7}$$

โดย $u = [u_1, u_2, ..., u_m]^T$ คือ ตัวแปรออกแบบ

- Objective function ของการลดค่าความคลาดเคลื่อนให้น้อยที่สุด (least square minimization)

$$minimize\ J = \int_{t_0}^{t_f} \sum_{i=1}^{m} e_i^2\ dt = \int_{t_0}^{t_f} e^T dt \tag{2.8}$$

โดย $e = [e_1, e, ..., e_m]^T$ คือ ตัวแปรออกแบบ

2.9.3 ข้อจำกัด (Constraints)

เป็นเงื่อนไขหรือข้อจำกัดของ objective function ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว constraints จะแบ่งเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ external constraints และ internal constraints ซึ่ง external constraints เป็นข้อจำกัดของระบบที่อยู่เหนือการควบคุมของผู้ออกแบบ และสำหรับ internal constraints เป็นข้อจำกัดที่กำหนดขึ้นโดยผู้ออกแบบระบบ รูปทั่วไปของ constraints เป็นไปดังสมการ

$$U_{min} \leq u(t) \leq U_{max} \tag{2.9}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ลักษณะรูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) (จินตชัย สุขสุนทร, 2554)

รูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้น เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นโปรแกรมที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ มีความสัมพันธ์กันในลักษณะเป็นสัดส่วนกันโดยตรง เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างชั่วโมงทำงานกับผลผลิต ถ้ามีการเปลี่ยนชั่วโมงการทำงาน 10% มีผลทำให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป 10% เช่นเดียวกัน

ส่วนประกอบของรูปแบบโปรแกรมเชิงเส้น คือ สมการเป้าหมาย (Objective Function) สมการแสดงข้อจำกัด (Constraint) และตัวแปรทุกตัวต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

สมการเป้าหมาย

$$Max.Z = C_1X_1 + C_2X_2 + ... + C_nX_n \quad (2.10)$$

สมการหรืออสมการข้อจำกัด

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + ... + a_{1n}X_n \leq b_1 \quad (2.11)$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + ... + a_{2n}X_n \leq b_2 \quad (2.12)$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + ... + a_{mn}X_n \leq b_3 \quad (2.13)$$

ตัวแปร (ขอบเขตตัวแปร)

$$X_1 + X_2 + ... + X_n \geq 0 \quad (2.14)$$

ถ้าให้ X_j คือ ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ

C_j คือ กำไรต่อหน่วยหรือต้นทุนต่อหน่วย

a_{ij} คือ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรหรืออัตราการใช้ทรัพยากรในการผลิต X_j หนึ่งหน่วย

b_j คือ จำนวนทรัพยากรทั้งหมดที่มีอยู่

2.11 การหาค่าเหมาะสมที่สุดของโปรแกรมคณิตศาสตร์โดยการใช้ Excel Spreadsheet (จินตชัย สุขสุนทร, 2554)

ปัญหาที่นำเสนอในรูปแบบของโปรแกรมคณิตศาสตร์มักจะเป็นปัญหาที่มีตัวแปรตัดสินใจมากกว่า 2 ตัวขึ้นไป จึงได้มีการคิดค้นเทคนิคในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหา ในการวิจัยนี้ใช้รูปแบบของโปรแกรมเสริมของ Excel Spreadsheet ได้แก่ Solver นอกจากตัวโปรแกรม Excel Spreadsheet ยังมีซอฟต์แวร์อีกหลายตัวเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาได้อีก เช่น LINGO, LINDO, QM for Windows

ตามรูปที่ 2.18 ก่อนที่จะทำการแก้ไขปัญหาโปรแกรมคณิตศาสตร์ โดยใช้ Excel Spreadsheet ต้องจัดให้อยู่ในรูปแบบของ Spreadsheet Modal ก่อน ตามขั้นตอนดังนี้

1) นำค่าใช้จ่ายต่อหน่วยใส่ในช่อง C3:F5 สำหรับผลลัพธ์ที่ต้องการคือช่อง C7:F9 , H7:H9 แสดงถึง กำลังการผลิต ซึ่งมีค่าเท่ากับ 300 400 และ 300 ตามลำดับ

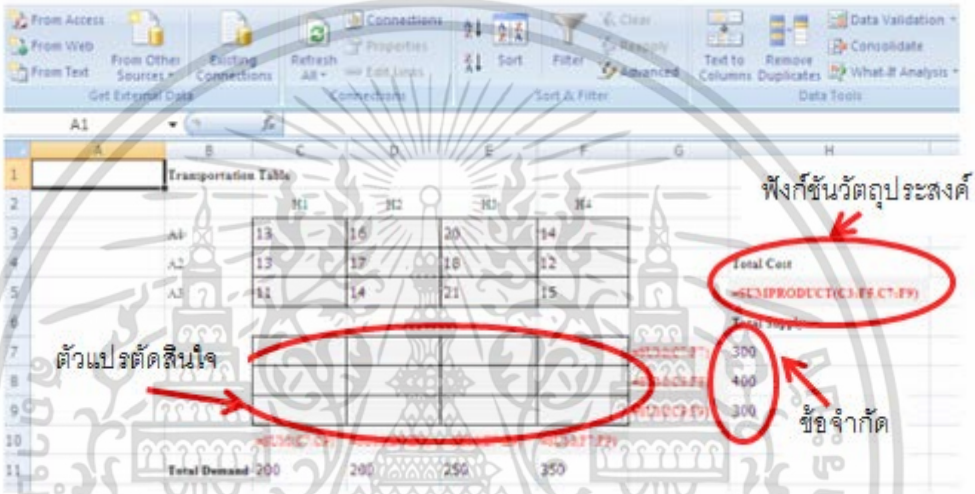
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ช่อง G7 เป็นผลรวมของช่อง C7:F7 , G8 เป็นผลรวมของช่อง C8:F8 และช่อง G9 เป็นผลรวมของช่อง C9:F9

3) ในช่อง C11:F11 เป็นช่องปริมาณความต้องการสินค้าของคลังสินค้า คือ 200 , 200 , 250 และ 350 ตามลำดับ

4) ในช่อง C10 เป็นผลรวมของช่อง C7:C9 , D10 เป็นผลรวมของช่อง D7:D9 , E10 เป็นผลรวมของช่อง E7:E9 และ ช่อง F10 เป็นผลรวมของช่อง F7:F9

5) H5 เป็น SUMPRODUCT(C3:F5, C7:F9)



รูปที่ 2.18 การสร้างแผ่นงานใหม่สำหรับใส่ตัวแปร สมการเป้าหมายและข้อจำกัดโดยใช้ Excel (พฤทธ์สรรค์ สุทธิไชยเมธ, 2555)

หลังจากสร้าง Excel Spreadsheet ของปัญหาเรียบร้อยแล้ว ต่อไปคือการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด สำหรับ Microsoft Excel จะมีโปรแกรมเสริมของ Excel Spreadsheet ชื่อว่า Solver เพื่อช่วยในการคำนวณหาคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

3.1 ศึกษาทฤษฎี แนวความคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาทฤษฎี แนวความคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และวิธีการเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดของบริษัทผู้นำการเลี้ยงไก่ในประเทศไทยรวมไปถึงนโยบายของภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงไก่และสัตว์ปีก เพื่อสามารถเข้าใจและนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาในครั้งนี้รวมทั้งศึกษาทฤษฎีการใช้เทคโนโลยีสะอาด หลักการ 5R และตัวอย่างการประยุกต์เอาหลักการเหล่านี้มาใช้กับการปศุสัตว์

3.2 เก็บข้อมูลการเลี้ยงไก่เนื้อ

เก็บข้อมูลการเลี้ยงไก่เนื้อ การใช้ทรัพยากรต่างๆอย่างละเอียดทุกขั้นตอนดังเช่นแสดงกระบวนการในรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4 กากและของเสียที่ผลิตขึ้นในทุกกระบวนการและการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเลี้ยง วัตถุดิบในกระบวนการผลิตและของเสียที่เกิดขึ้นในระบบ ตามรายละเอียดต่อไปนี้

1) ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า จดบันทึกการใช้มิเตอร์ไฟตั้งแต่มีการฆ่าเชื้อที่จะมีการเลี้ยงไก่เนื้อในของแต่ละรุ่นจนถึงวันที่ล้างทำความสะอาดโรงเรือนเพื่อเตรียมการเลี้ยงในรุ่นต่อไป และข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของแผงรังผึ้ง

2) ข้อมูลการใช้น้ำ จดบันทึกการใช้มิเตอร์น้ำตั้งแต่มีการฆ่าเชื้อที่จะมีการเลี้ยงไก่เนื้อในของแต่ละรุ่นจนถึงวันที่ล้างทำความสะอาดโรงเรือนเพื่อเตรียมการเลี้ยงในรุ่นต่อไป และข้อมูลการใช้น้ำของแผงรังผึ้ง

3) ปริมาณแกลบ เก็บบันทึกการใช้แกลบตั้งแต่การเตรียมโรงเรือนรองพื้นคอกจนถึงวันที่มีการจับไก่เนื้อเพื่อจำหน่าย ตามรูปที่ 3.5

4) จำนวนไก่เนื้อ เก็บบันทึกข้อมูลจำนวนไก่เนื้อที่เลี้ยงในแต่ละรุ่น

5) อาหารสัตว์ เก็บข้อมูลปริมาณอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงไก่เนื้อทั้งหมด

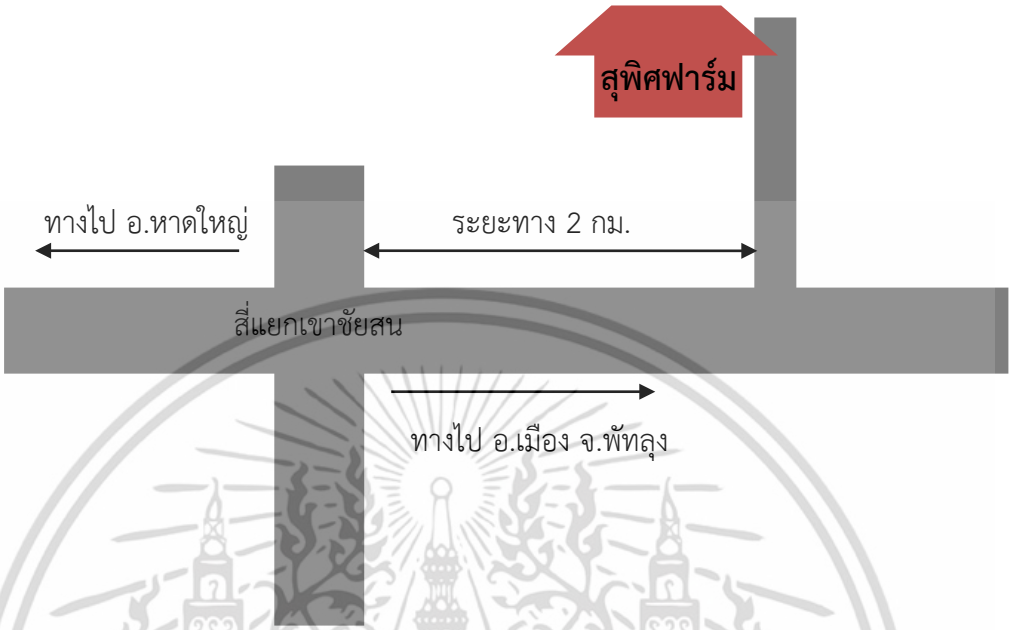
6) วัสดุของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ เก็บบันทึกข้อมูลการใช้ขวดฆ่าเชื้อ ขวดวิตามิน กระสอบใส่แกลบ ถุงใส่วิตามินและปริมาณของเสียอื่นๆ ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

7) ปริมาณแกลบผสม เมื่อมีการจับไก่ออกจำหน่ายแล้ว เก็บบันทึกข้อมูลปริมาณแกลบผสมมูลที่นำออกจากโรงเรือน

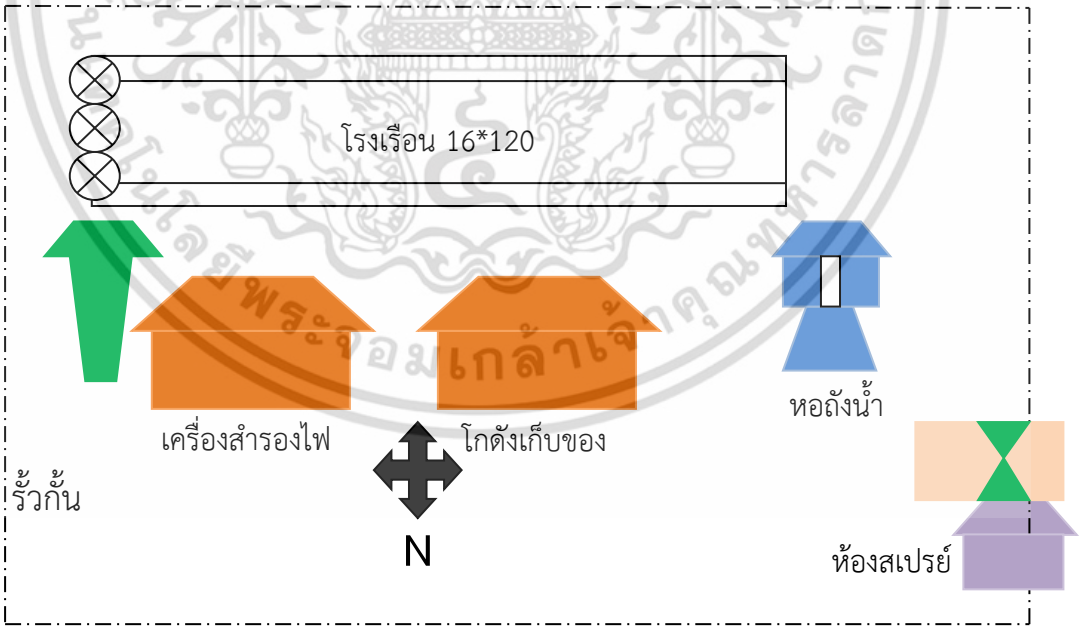
8) ปริมาณน้ำเสีย เมื่อมีการจับไก่และกำจัดแกลบผสมมูลออกจากฟาร์มแล้วจะมีการล้างทำความสะอาด โดยการเติมน้ำใส่ถังขนาด 200 ลิตร ใช้ปั๊มแรงดันฉีดล้างทำความสะอาด จึงทำการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วนำค่าที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลไปใส่ในสมการที่ 3.3 – 3.26 เพื่อวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมที่สุดตามฟังก์ชันวัตถุประสงค์สมการที่ 3.1 – 3.2



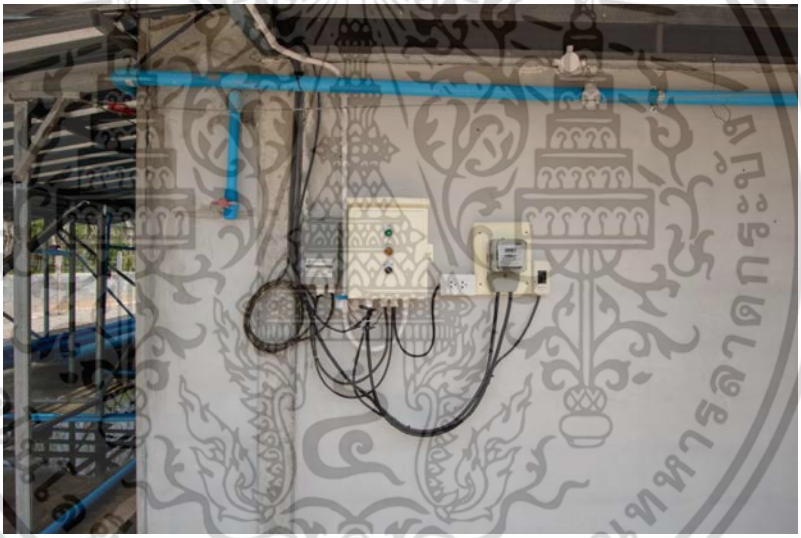
รูปที่ 3.1 แผนที่แสดงที่ตั้งของโรงเรือน สุพิศฟาร์ม 305 ม.1 ต.ควนขนุน อ.เขาชัยสน จ.พัทลุง



รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงที่ตั้งของโรงเรือนและสิ่งก่อสร้าง สุพิศฟาร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 มิเตอร์สำหรับเก็บค่าการใช้น้ำภายใน สุพิศฟาร์ม



รูปที่ 3.4 มิเตอร์สำหรับเก็บค่าการใช้ไฟฟ้าภายใน สุพิศฟาร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 แกลบที่ใช้เป็นวัสดุรองพื้นภายใน สุพิศฟาร์ม

รูปที่ 3.6 ไก่เนื้อในช่วงอายุ 20 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 อุปกรณ์การให้อาหารและน้ำไก่เนื้อ

3.3 วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพน้ำ ปริมาณของเสียมูลสัตว์ กลิ่นเหม็น ฝุ่นละอองและปัญหาแมลงและพาหนะนำโรคมีการเก็บตัวอย่างการวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ดังนี้

3.3.1 เก็บตัวอย่างน้ำล้างคอก 3 ครั้ง ครั้งละ 2 ตัวอย่างตามรูปที่ 3.8 – 3.10 วิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand: COD) และปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการ (Biochemical Oxygen Demand: BOD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

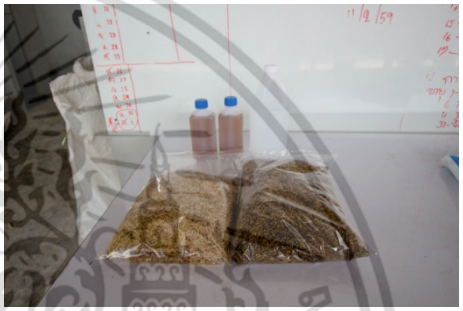
รูปที่ 3.8 รางระบายน้ำเสียภายใน สุพิศฟาร์ม

รูปที่ 3.9 บ่อพักน้ำเสียภายใน สุพิศฟาร์ม

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างน้ำเสียภายใน สุพิศฟาร์ม ส่งไปวิเคราะห์ค่าต่างๆ ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 เก็บตัวอย่างมูลไก่ 3 ครั้ง ครั้งละ 2 ตัวอย่าง ตามรูปที่ 3.11 เพื่อหาองค์ประกอบของมูลไก่ เช่น ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ แคลเซียมทั้งหมด



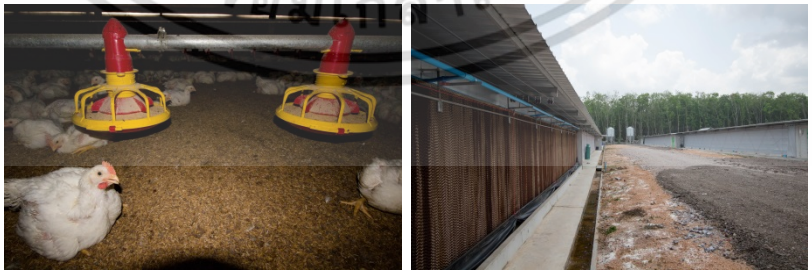
รูปที่ 3.11 เก็บตัวอย่างมูลไก่และแกลบภายใน สุพิศฟาร์มส่งไปวิเคราะห์ค่าความร้อนที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3.3.3 วัดปริมาณและวิเคราะห์คุณภาพของอากาศ เช่น ฝุ่น (TSP), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, คาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซแอมโมเนีย การตรวจวัดฝุ่นตกโดยใช้ภาชนะเก็บฝุ่นตก (Dust-fall Jar) เก็บรวบรวมอนุภาคสารที่มีน้ำหนักเพียงพอที่จะตกออกจากบรรยากาศโดยแรงโน้มถ่วงของโลก วิธีการเก็บตัวอย่างนี้ไม่ต้องใช้แหล่งสุญญากาศหรือระบบตวงวัดปริมาณการไหล แต่สามารถเก็บรวบรวมได้โดยใช้ภาชนะเก็บฝุ่นตก (Dust- fall Jar Container) อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างประกอบด้วย ขวดแก้วเก็บตัวอย่างมีฝาปิด กรวยวางบนขวดแก้วพร้อมตะแกรงพลาสติกไว้ด้านบนขวดแก้ว ขาตั้งเก็บตัวอย่างเป็นท่อเหล็กยาวประมาณ 1.5 เมตร แล้วนำไปวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 ขวดเก็บตัวอย่าง กรวยและตะแกรงวางบนขวดพร้อมขาตั้งเพื่อเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง ภายในบริเวณสุพิศฟาร์ม

3.3.4 ศึกษาวิธีการในการกำจัดแมลงวัน โดยใช้วิธีทางกายภาพ (Physical control) ควบคุมความชื้นภายในฟาร์ม และทำความสะอาดบริเวณรอบๆ ฟาร์มที่เป็นต้นกำเนิดของแมลงวัน โดยเฉพาะบริเวณที่แกลบเปียก เกาะกันเป็นก้อนและมีความชื้นมากๆ จะต้องคอยควบคุมตามรูปที่ 3.13

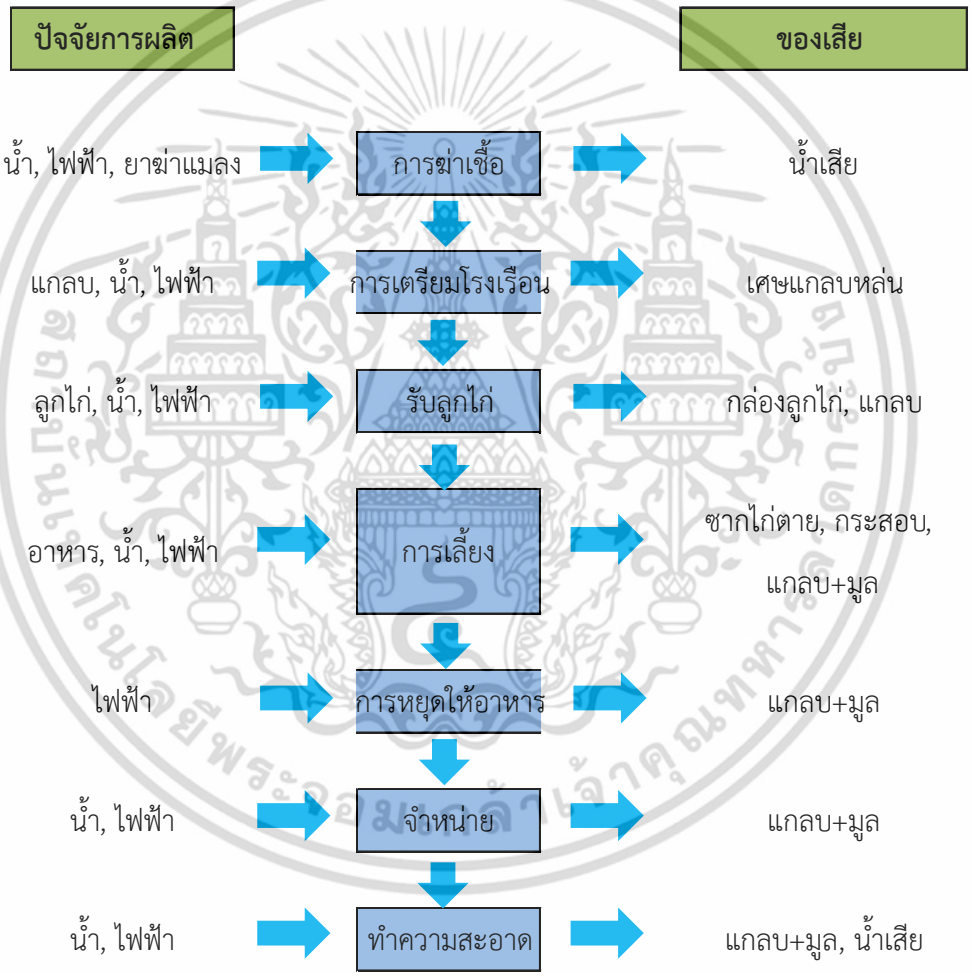


รูปที่ 3.13 เฝ้าสังเกตสาเหตุของการเกิดแมลงวันและคอยควบคุมความชื้นภายในบริเวณสุพิศฟาร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 วิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการผลิตทำการประเมินโดยอาศัยหลักการของเทคโนโลยีสะอาด หลักการ 5R และมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยแบ่งการประเมินเป็น 3 ด้าน คือ การประเมินเบื้องต้น การประเมินละเอียดและการศึกษาความเป็นไปได้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.3.5.1 การประเมินเบื้องต้น เพื่อเลือกหัวข้อเน้นในขั้นตอนการตรวจประเมินละเอียด โดยจะมีการดำเนินงานในขั้นตอนนี้ คือ การจัดทำแผนภาพกระบวนการผลิตของฟาร์ม เพื่อประเมินมวลสารและพลังงานที่ป้อนเข้าและของเสียที่ออกทั้งหมดของกระบวนการ รวมไปถึงการประเมินเบื้องต้นว่า มีบริเวณหรือจุดใดบ้างที่เกิดความสูญเสียและสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นเพื่อเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การตรวจประเมินละเอียดต่อไป

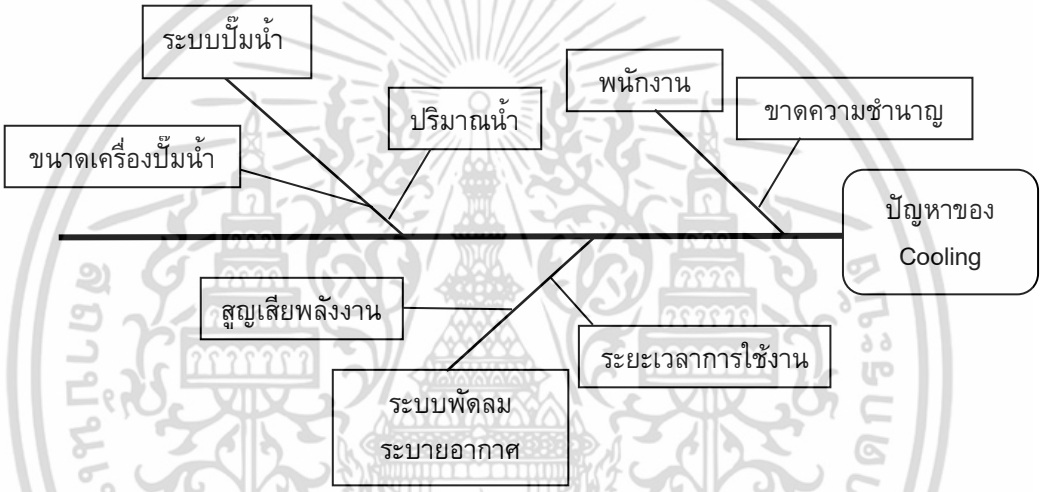


รูปที่ 3.14 กระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อ (ชนาทิพย์ แป้นจันทร์, 2556)

3.3.5.2 การตรวจประเมินละเอียดเพื่อสร้างข้อเสนอวิธีการป้องกันมลพิษ หรือทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่ปฏิบัติได้ทันที และข้อเสนอที่ต้องศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมอีก จะต้องมีการจัดทำดุลมวลสาร การตรวจวัดจริงเพื่อใช้ข้อมูลในการประเมินละเอียด เพื่อหาสาเหตุของการสูญเสีย การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างข้อเสนอเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด และการคัดเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ทำให้ทราบแหล่งกำเนิดและสาเหตุของการเกิดของเสีย และได้ข้อเสนอวิธีการป้องกันมลพิษหรือทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่เรียงตามลำดับความสำคัญ เพื่อที่ทางโรงงานจะเลือกนำไปปฏิบัติเพื่อลดมลพิษและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ตามรูปที่ 3.14จะเห็นว่ากระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อปัจจัยในการผลิตส่วนใหญ่เป็นน้ำและไฟฟ้า แต่ของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตจะเป็นแกลบผสมมูลและน้ำเสีย แต่ในขั้นตอนการเตรียมโรงเรือน การรับลูกไก่และการเลี้ยงปัจจัยการผลิตมีการใช้น้ำ แต่ของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตไม่มีน้ำเสียเนื่องจากเป็นน้ำที่ใช้สำหรับให้ไก่กินจึงทำให้ไม่มีน้ำเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต



รูปที่ 3.15 แผนภูมิก้างปลาปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบ Cooling System (ชนาทิพย์ แป้นจันทร์, 2556)

3.3.5.3 ศึกษาความเป็นไปได้ผลที่ได้จากขั้นนี้ คือ ข้อเสนอวิธีการป้องกันมลพิษหรือทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่เป็นไปได้ และผลที่คาดว่าจะได้จากแต่ละข้อเสนอโดยมีการบันทึกไว้ชัดเจน รวมถึงมีการประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และความคุ้มค่าในการลงทุน (ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ และระยะเวลาคืนทุน) เพื่อเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดแล้วจัดลำดับความสำคัญสำหรับการลงมือปฏิบัติ แล้วทำการกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติตามข้อเสนอวิธีการป้องกันมลพิษหรือทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ทำการ Optimization

เพื่อมาช่วยหาค่าวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่สุด เช่น การลดต้นทุนการผลิต และการเพิ่มผลผลิต ค่าใช้จ่ายในการลงทุนแก้ไขปัญหามลพิษที่ลงทุนน้อยที่สุด การนำของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3.4.1 ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ

ลำดับที่	ตัวแปร		หน่วย
1	CHAFF	ปริมาณแกลบ	กิโลกรัม/รุ่น
2	BAG	ปริมาณกระสอบใส่อาหาร	กิโลกรัม/รุ่น
3	WS	ปริมาณน้ำเสีย	ลิตร/รุ่น
4	GAS_b	ถังแก๊สขนาด 48 kg	กิโลกรัม/รุ่น
5	GAS_s	ถังแก๊สขนาด 15 kg	กิโลกรัม/รุ่น
6	E	ไฟฟ้า	กิโลวัตต์/รุ่น
7	W	น้ำ	ลิตร/รุ่น
8	R	ของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่	กิโลกรัม/รุ่น
9	F	อาหารสัตว์	กิโลกรัม/รุ่น
10	CHM	แกลบและมูลไก่	กิโลกรัม/รุ่น
11	OTHER	ของเสียอื่นๆ	กิโลกรัม/รุ่น
12	M	ปุ๋ยหมัก	กิโลกรัม/รุ่น
13	P	ไก่เนื้อ	ตัว/รุ่น
14	BIO	ก๊าซชีวภาพ	กิโลกรัม/รุ่น
15	V_T	ค่าใช้จ่ายในกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อน้อยที่สุด	บาท/รุ่น
16	V_E	รายจ่ายค่าไฟฟ้า	บาท/รุ่น
17	V_W	รายจ่ายค่าน้ำ	บาท/รุ่น
18	V_{FR}	รายจ่ายของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่	บาท/รุ่น
19	V_{FM}	รายจ่ายค่าปุ๋ยหมัก	บาท/รุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1(ต่อ) ข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ

ลำดับที่	ตัวแปร	หน่วย	ลำดับที่
20	V_P	รายจ่ายค่าแรงคนงาน	บาท/รุ่น
21	V_F	รายจ่ายค่าอาหารสัตว์	บาท/รุ่น
22	V_{CHM}	รายรับจากแกลบและมูลไก่	บาท/รุ่น
23	V_{RR}	รายรับจากของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่	บาท/รุ่น
24	V_{RM}	รายรับจากปุ๋ยหมัก	บาท/รุ่น
25	B_T	รายรับกากของเสียจากกระบวนการผลิตมากที่สุด	บาท/รุ่น
26	B_M	กำไรจากปุ๋ยหมัก	บาท/รุ่น
27	B_{CHM}	กำไรจากแกลบและมูลไก่	บาท/รุ่น
28	B_{WS}	กำไรจากน้ำเสีย	บาท/รุ่น
29	B_R	กำไรจากของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่	บาท/รุ่น
30	B_{BIO}	กำไรจากก๊าซชีวภาพ	บาท/รุ่น
31	P_E	ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าต่อหน่วย	บาท/กิโลวัตต์/รุ่น
31	P_W	ค่าใช้จ่ายน้ำต่อหน่วย	บาท/ลิตร/รุ่น
32	P_{FR}	ค่าใช้จ่ายจากของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ต่อหน่วย	บาท/กิโลกรัม/รุ่น
33	P_{FM}	ค่าใช้จ่ายจากปุ๋ยหมักต่อหน่วย	บาท/กิโลกรัม/รุ่น
34	P_P	ค่าใช้จ่ายคนงานต่อหน่วย	บาท/ตัว/รุ่น
35	P_F	ค่าใช้จ่ายอาหารสัตว์ต่อหน่วย	บาท/ตัว/รุ่น
36	P_{CHM}	ราคาแกลบและมูลไก่ต่อหน่วย	บาท/กิโลกรัม/รุ่น
37	P_{RR}	ราคาของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ต่อหน่วย	บาท/กิโลกรัม/รุ่น
38	P_{RM}	ราคาปุ๋ยหมักต่อหน่วย	บาท/กิโลกรัม/รุ่น
39	P_{WS}	ราคาจากน้ำเสียต่อหน่วย	บาท/ลิตร/รุ่น
40	P_{BIO}	ราคาก๊าซชีวภาพต่อหน่วย	บาท/กิโลกรัม/รุ่น

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่าตัวแปร V และตัวแปร B เป็นตัวแปรทางด้านราคาแต่ตัวแปร V หมายถึงค่าใช้จ่ายจากกระบวนเลี้ยงไก่เนื้อทั้งรายรับและรายจ่าย ส่วนตัวแปร B มีเฉพาะค่ารายรับที่ได้จากของของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

ค่าใช้จ่ายในกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อน้อยที่สุด

Minimize $Z = V_T$ บาท

$$V_T = V_E+V_W+V_{FR}+V_{FM}+V_P+V_F-V_{CHM}-V_{RR}-V_{RM} \quad (3.1)$$

รายรับกากของเสียจากกระบวนการผลิตมากที่สุด

Maximize $Z = B_T$

$$B_T = B_M+B_{CHM}+B_{WS}+B_R+B_{BIO} \quad (3.2)$$

จากฟังก์ชันวัตถุประสงค์สมการที่ 3.1 เป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายของไฟฟ้า น้ำ ของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ ปุ๋ยหมัก ค่าแรงคนงาน ค่าอาหาร ลบด้วยผลรวมรายรับของแกลบผสมมูล ของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่และปุ๋ยหมักเพื่อหาค่าใช้จ่ายจากกระบวนการผลิตน้อยที่สุด และสมการที่ 3.2 เป็นผลรวมของรายรับที่ได้จากปุ๋ยหมัก แกลบผสมมูล น้ำเสีย ของเสียนำกลับมาใช้ใหม่และก๊าซชีวภาพเพื่อหามูลค่าของเสียจากกระบวนจากการผลิตมากที่สุด

3.4.3 ข้อจำกัด

ภายใต้ข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายในกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อน้อยที่สุด

$$V_E = E \times P_E \quad (3.3)$$

$$V_W = W \times P_W \quad (3.4)$$

$$V_{FR} = R \times P_{FR} \quad (3.5)$$

$$V_{FM} = M \times P_{FM} \quad (3.6)$$

$$V_P = P \times P_P \quad (3.7)$$

$$V_F = F \times P_F \quad (3.8)$$

$$V_{CHM} = CHM \times P_{CHM} \quad (3.9)$$

$$V_{RR} = R \times P_{RR} \quad (3.10)$$

$$V_{RM} = M \times P_{RM} \quad (3.11)$$

$$E_{min} \le E \le E_{max} \quad (3.12)$$

$$W_{min} \le W \le W_{max} \quad (3.13)$$

$$R_{min} \le R \le CHAFF+BAG+GASb+GASs+OTHER \quad (3.14)$$

$$CHM_{min} \le M+CHM \le CHM_{max} \quad (3.15)$$

$$0 \le M \le CHM_{max} \quad (3.16)$$

$$0 \le CHM \le CHM_{max} \quad (3.17)$$

$$P_{min} \le P \le P_{max} \quad (3.18)$$

$$F_{min} \le F \le F_{max} \quad (3.19)$$

ภายใต้ข้อจำกัดของรายรับกากของเสียจากกระบวนการผลิตมากที่สุด

$$B_M = M \times P_{RM} \quad (3.20)$$

$$B_{CHM} = CHM \times P_{CHM} \quad (3.21)$$

$$B_{WS} = WS \times P_{WS} \quad (3.22)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$B_R = R \times P_{RR} \quad (3.23)$$

$$B_{BIO} = BIO \times P_{BIO} \quad (3.24)$$

$$0 \le WS \le WS_{max} \quad (3.25)$$

$$CHM_{min} \le M+CHM+BIO \le CHM_{max} \quad (3.26)$$

$$R_{min} \le R \le CHAFF+BAG+GASb+GASs+OTHER \quad (3.14)$$

$$CHM_{min} \le M+CHM \le CHM_{max} \quad (3.15)$$

$$0 \le M \le CHM_{max} \quad (3.16)$$

$$0 \le CHM \le CHM_{max} \quad (3.17)$$

สมการที่ 3.3 - 3.26 เป็นสมการกำหนดช่วงที่เป็นไปได้ของตัวแปรต่างๆ ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ตัดสินใจกับจำนวนทรัพยากรที่มีอยู่ สมการที่ 3.3 – 3.11 แสดงถึงค่ารายจ่ายและรายรับของตัวแปรแต่ละหน่วยคูณด้วยปริมาณของตัวแปรของสมการที่ 3.1 สมการที่ 3.20 – 3.24 แสดงถึงรายรับของตัวแปรแต่ละหน่วยคูณด้วยปริมาณของตัวแปรของสมการที่ 3.2

สมการที่ 3.12 – 3.19, 3.25 – 3.26 เป็นสมการข้อจำกัดของตัวแปรที่แสดงถึงทรัพยากรที่จะใช้ในกระบวนการผลิตได้จากการเก็บรวมรวมข้อมูลจากกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดขนาดกลางประกอบด้วย ไฟฟ้า น้ำใช้ แกลบ ของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ น้ำเสีย อาหารสัตว์ จำนวนไก่เนื้อ ของเสียนำกลับมาใช้ใหม่ ปุ๋ยหมัก ก๊าซชีวภาพ โดยสมการที่ 3.12 – 3.15 และ 3.18 – 3.19 ค่าจะอยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุดเนื่องจากเป็นปัจจัยในการเลี้ยงไก่เนื้อ สมการที่ 3.14 ค่าของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่จะอยู่ระหว่างค่าต่ำสุดที่ได้จากกระสอบและไม่เกินผลบวกของกระสอบ ถุง ถัง แก๊ส และของเสียอื่นที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้

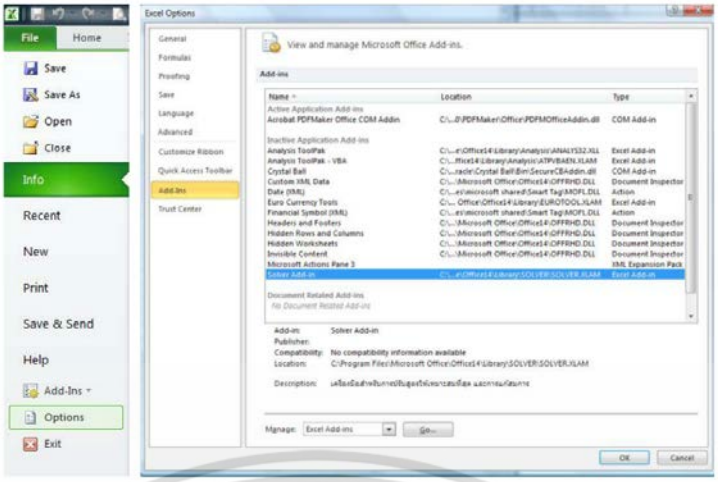
สมการที่ 3.15 – 3.16 แสดงถึงปริมาณของเสียที่ได้จากแกลบผสมมูลโดยสามารถนำไปเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักได้ ซึ่งแกลบผสมมูลบวกกับปุ๋ยหมักจะมีค่าอยู่ระหว่าง แกลบผสมมูลต่ำสุดกับแกลบผสมมูลสูงสุดที่ได้จากกระบวนการผลิต โดยแบบจำลองสามารถเลือกปุ๋ยหมัก แกลบผสมมูล หรือทั้งสองอย่างก็ได้ ที่จะนำมาวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อน้อยที่สุด

สมการที่ 3.26 แสดงถึงปริมาณของเสียที่ได้จากแกลบผสมมูลโดยสามารถนำไปเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักและก๊าซชีวภาพได้ ซึ่งแกลบผสมมูลบวกกับปุ๋ยหมักและบวกกับก๊าซชีวภาพจะมีค่าอยู่ระหว่างแกลบผสมมูลต่ำสุดกับแกลบผสมมูลสูงสุดที่ได้จากกระบวนการผลิต โดยแบบจำลองสามารถเลือกปุ๋ยหมัก แกลบผสมมูล ก๊าซชีวภาพหรือทั้งสามอย่างก็ได้ที่จะนำมาวิเคราะห์รายรับกากของเสียจากกระบวนการผลิตมากที่สุด

3.4.4 การใช้งาน Solver บนโปรแกรม Microsoft Excel

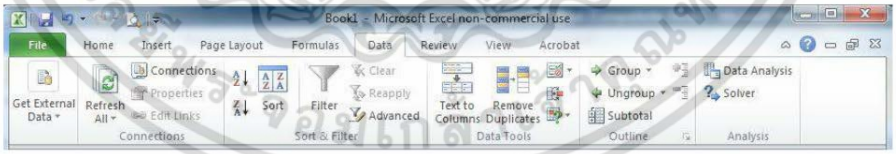
เมื่อได้ทำการติดตั้ง Solver ตามรูปที่ 3.16 - 3.17 บนโปรแกรม Microsoft Excel แล้ว สามารถเรียนใช้งานโดยเลือก Data Tab จะพบ Solver อยู่ในช่อง Analysis ที่ด้านขวาสุดของเมนู เมื่อกดที่ Solver บน Data Tab จะปรากฏหน้าต่าง Solver Parameters ขึ้นมาตามรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 การติดตั้ง Solver บนโปรแกรม Microsoft Excel

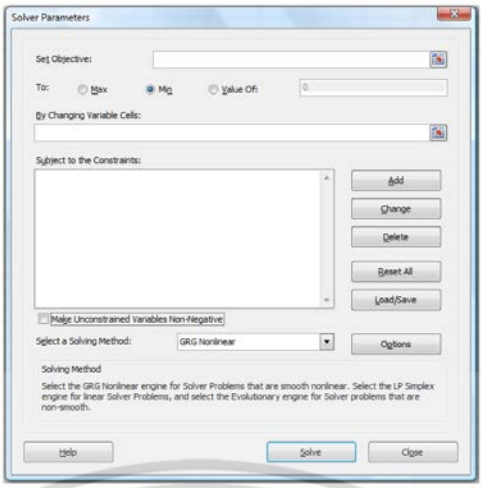
รูปที่ 3.17 หน้าต่าง Add – Ins ในการติดตั้ง Solver บนโปรแกรม Microsoft Excel



รูปที่ 3.18 Solver บนโปรแกรม Microsoft Excel

3.4.3.1 Set Objective: สำหรับระบุเซลล์ (cell) ที่แทนค่าของสมการเป้าหมาย (Objective Function Value) ดังแสดงในรูปที่ 3.19 ซึ่งจะต้องมาจากสมการที่อยู่ในรูปของฟังก์ชั่นของตัวแปรการตัดสินใจ เราอาจไม่ระบุค่าของสมการในช่อง Set Objective นี้ก็ได้ ซึ่งจะทำให้ Solver หาค่าของตัวแปรการตัดสินใจที่สอดคล้องกับข้อจำกัดให้เพียงเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 หน้าต่าง Solver Parameter บนโปรแกรม Microsoft Excel

3.4.3.2 To: สำหรับกำหนดวัตถุประสงค์ของแบบจำลอง โดยเลือกว่าปัญหาที่ศึกษานั้นเป็นปัญหาการหาค่าสูงที่สุด (Max) หรือปัญหาการหาค่าที่ต่ำที่สุด (min) หรือเป็นการกำหนดให้ค่าของสมการเป้าหมายมีค่าเท่ากับค่าที่ต้องการ (Value of)

3.4.3.3 By Changing Variable Cells: สำหรับระบุช่วง (Range) ของเซลล์ที่ใช้แสดงค่าของตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables) ตามรูปที่ 3.20 โดยสามารถระบุตัวแปรการตัดสินใจได้ไม่เกิน 200 ตัวแปร ทั้งในปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น ซึ่งหากผู้ใช้ยกระดับ (Upgrade) Standard Solver ให้เป็น Premium Solver แล้ว จะสามารถระบุตัวแปรการตัดสินใจได้ไม่เกิน 2,000 ตัวแปรในโปรแกรมเชิงเส้น และไม่เกิน 500 ตัวแปรในโปรแกรมไม่เชิงเส้น ขณะที่ Premium Solver Platform จะเพิ่มจำนวนตัวแปรการตัดสินใจเชิงเส้นและแบบกำลังสองในปัญหาได้สูงถึง 8,000 ตัวแปร และ Solver engines สำหรับ Premium Solver Platform จะหาคำตอบของปัญหาได้เสมือนไม่มีข้อจำกัดในด้านขนาดของปัญหา

รูปที่ 3.20 หน้าต่าง Add Constraint

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.4 Subject to the Constraints: สำหรับระบุข้อจำกัดของปัญหา โดยกด “Add” เพื่อเลือกใส่ข้อจำกัดของปัญหาทีละข้อจนครบ ในส่วนเครื่องหมาย สามารถเลือกเป็น ≤, ≥, =, int, bin หรือ dif โดยที่ int ใช้สำหรับกำหนดให้ตัวแปรการตัดสินใจที่ระบุมีค่าเป็นจำนวนเต็ม (Integer) bin ใช้สำหรับกำหนดให้ตัวแปรการตัดสินใจที่ระบุมีค่าเป็น 0 หรือ 1 (Binary) dif ใช้สำหรับกำหนดข้อจำกัดเป็น All Different เพื่อการสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับทางเลือกหรือการเรียงสับเปลี่ยน (Permutation) ของลำดับทางเลือก ที่ต้องการให้มีการจัดลำดับเลขจำนวนเต็มจาก 1 ถึง N ในคำตอบ โดยไม่มีเลขจำนวนเต็มที่ซ้ำกันอยู่ในคำตอบ เช่น ปัญหาการจัดตารางการผลิต ที่มีงานที่ต้องผลิตจำนวน N งาน คำตอบของปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดนี้จะเป็นการจัดลำดับงานที่เหมาะสม ว่างานใดควรถูกนำมาผลิตก่อน งานใดควรถูกนำมาผลิตหลัง เป็นต้น

ในปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น สามารถระบุข้อจำกัดของตัวแปรการตัดสินใจได้ไม่จำกัดจำนวน แต่ในปัญหาโปรแกรมไม่เชิงเส้น จะมีข้อจำกัดได้ไม่เกิน 100 เซลล์ ทั้งนี้ไม่รวมเซลล์ของตัวแปรการตัดสินใจ ขอบเขตบน – ล่างของตัวแปรการตัดสินใจ และกำหนดให้ตัวแปรบางตัวเป็นจำนวนเต็ม ในปัญหาโปรแกรมไม่เชิงเส้น Premium Solver กำหนดจำนวนข้อจำกัดเชิงเส้นสูงสุดไว้ไม่เกิน 1,000 ข้อจำกัด และข้อจำกัดไม่เชิงเส้นไม่เกิน 250 ข้อจำกัด ซึ่งความสามารถในการหาคำตอบของปัญหาโปรแกรมไม่เชิงเส้นจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อผู้ใช้ทำการยกระดับ Solver เพิ่มขึ้นอีก

สำหรับปุ่ม Change, Delete และ Reset All ใช้สำหรับเปลี่ยนข้อจำกัดที่ได้เพิ่มไปแล้ว การลบข้อจำกัดที่ได้เพิ่มไปแล้วและการล้างแบบจำลองของปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดทั้งหมดตามลำดับ ส่วนปุ่ม Load/Save ใช้สำหรับการจัดเก็บและเรียบแบบจำลองที่จัดเก็บขึ้นมาใช้งาน

3.4.3.5 Make Unconstrained Variables Non – Negative : สำหรับกำหนดให้ตัวแปรการตัดสินใจมีค่าไม่เป็นลบ (Non – Negativity Constraint)

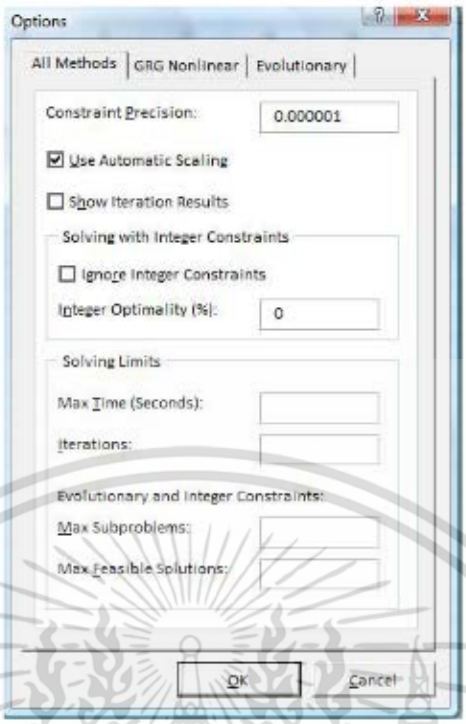
3.4.3.6 Select a Solving Method: สำหรับเลือกวิธีแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

Solve กดปุ่มเพื่อให้ Excel Solver เริ่มทำการค้นหาคำตอบของปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด และแสดงผลของการค้นหาคำตอบโดยแสดงคำอธิบายประกอบไว้ที่ด้านล่างของหน้าต่างแสดงผล หากต้องการหยุดกระบวนการค้นหาคำตอบ สามารถกดปุ่ม ESC โดย Solver จะแสดงคำตอบล่าสุดที่หาได้บนแผ่นงาน หากต้องการจัดเก็บข้อมูลค่าตัวแปรการตัดสินใจไว้เพื่อแสดงผลภายหลัง สามารถกดปุ่ม Save Scenario และตั้งชื่อ Scenario เพื่อใช้ในการอ้างอิงต่อไป

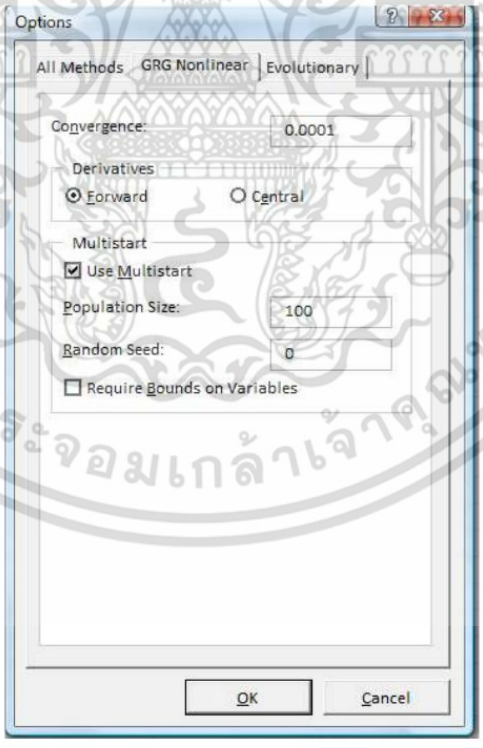
3.4.3.7 Options เพื่อกำหนดตัวเลือกต่างๆ สำหรับการค้นหาคำตอบ เมื่อกดปุ่ม Options จะปรากฏหน้าต่าง Solver Options ขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วย Tab ย่อย 3 หัวข้อดังแสดงในรูปที่ 3.21 – 3.23 คือ

1. All Method
2. GRG Nonlinear
3. Evolutionary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

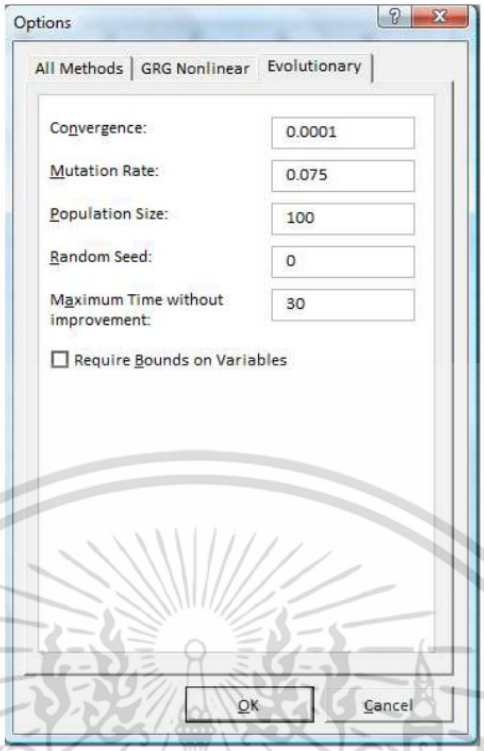


รูปที่ 3.21 All Method Tab



รูปที่ 3.22 GRG Nonlinear Tab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 Evolutionary Tab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษาและการวิเคราะห์

4.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลการเลี้ยงไก่เนื้อ

จากการลงพื้นที่หน้างานตามรูปที่ ข1 เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อจำนวน 45 วัน ตั้งแต่วันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2559 ถึง 26 เมษายน พ.ศ. 2559 และข้อมูลบางข้อมูลของการเลี้ยงไก่เนื้อย้อนหลัง 1 ปี ตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 – มกราคม พ.ศ. 2559 มีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจดบันทึกจากมิเตอร์ไฟฟ้า จากการลงพื้นที่หน้างานเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2559 ถึง 26 เมษายน พ.ศ. 2559 มีการใช้ไฟฟ้า 10,780 กิโลวัตต์ ทางผู้วิจัยจึงขอข้อมูลย้อนหลังการใช้ไฟฟ้าของทางฟาร์มตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 – มกราคม พ.ศ. 2559 จะมีค่าระหว่าง 7,250 – 12,756 กิโลวัตต์/รุ่น

2) ข้อมูลการใช้น้ำจดบันทึกจากมิเตอร์น้ำ จากการลงพื้นที่หน้างานเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2559 ถึง 26 เมษายน พ.ศ. 2559 มีการใช้น้ำ 28,476 ลิตร ทางผู้วิจัยจึงขอข้อมูลย้อนหลังการใช้น้ำของทางฟาร์มตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 – มกราคม พ.ศ. 2559 จะมีค่าระหว่าง 23,232 – 32,150 ลิตร/รุ่น

3) ข้อมูลปริมาณแกลบ จากการลงพื้นที่หน้างานเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2559 ถึง 26 เมษายน พ.ศ. 2559 มีปริมาณแกลบ 12,750 กิโลกรัม ทางผู้วิจัยจึงขอข้อมูลย้อนหลังการใช้น้ำของทางฟาร์มตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 – มกราคม พ.ศ. 2559 จะมีค่าระหว่าง 9,087 – 12,750 กิโลกรัม/รุ่น

4) จำนวนไก่เนื้อ จากการลงพื้นที่หน้างานเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2559 ถึง 26 เมษายน พ.ศ. 2559 ประมาณ 22,700 ตัว ทางผู้วิจัยจึงขอข้อมูลย้อนหลังปริมาณไก่เนื้อของฟาร์มตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 – มกราคม พ.ศ. 2559 จะมีค่าระหว่าง 20,610 – 22,900 ตัว/รุ่น

5) ข้อมูลอาหารสัตว์ จากการลงพื้นที่หน้างานเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2559 ถึง 26 เมษายน พ.ศ. 2559 ไก่เนื้อกินอาหาร 88,000 กิโลกรัม ทางผู้วิจัยจึงขอข้อมูลย้อนหลังอาหารสัตว์ของฟาร์มตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 – มกราคม พ.ศ. 2559 จะมีค่าระหว่าง 79,578 - 88,420 กิโลกรัม/รุ่น

6) ข้อมูลของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่จะมีค่าไม่ต่ำกว่าน้ำหนักกระสอบแกลบและปริมาณของเสียอื่นๆ ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ จากการลงพื้นที่หน้างานเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2559 ถึง 26 เมษายน พ.ศ. 2559 มีปริมาณของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ 11,089 กิโลกรัม ทางผู้วิจัยจึงขอข้อมูลย้อนหลังปริมาณของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ของฟาร์มตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 – มกราคม พ.ศ. 2559 จะมีค่าระหว่าง 500 – 12,750 กิโลกรัม/รุ่น

7) ข้อมูลของเสียที่ได้ จากกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดขนาดกลางคือ แกลบผสมมูล จากการลงพื้นที่หน้างานเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2559 ถึง 26 เมษายน พ.ศ. 2559 มีปริมาณแกลบผสมมูล 70,165 กิโลกรัม ทางผู้วิจัยจึงขอข้อมูลย้อนหลังปริมาณแกลบผสมมูลของฟาร์มตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558 – มกราคม พ.ศ. 2559 จะมีค่าระหว่าง 50,250- 70,500 กิโลกรัม/รุ่น และแกลบผสมมูลสามารถนำมาเปลี่ยนกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักและก๊าซชีวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อ จากการลงพื้นที่หน้างานเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2559 ถึง 26 เมษายน พ.ศ. 2559 มีปริมาณน้ำเสีย 400 ลิตร ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำเสียไม่มีข้อมูลย้อนหลัง

4.2 ผลการทดสอบน้ำดื่มไก่เนื้อ

จากการที่ได้มีการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มไก่เนื้อไปวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง, ไนเตรต, ซัลเฟต, แมกนีเซียม และโซเดียม แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าตามมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่าค่าของความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำดื่มสูงกว่ามาตรฐานที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนด ส่วนค่าไนเตรต, ซัลเฟต, แมกนีเซียม และโซเดียม มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนดไว้ ดังตารางที่ 4.1 อ้างอิงผลการวิเคราะห์จากศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามรูปที่ ก1

ตารางที่ 4.1 รายงานผลการทดสอบน้ำดื่มไก่เนื้อจากตัวอย่างน้ำของ สุพิศฟาร์ม

พารามิเตอร์	**หน่วย**	**ค่าตามมาตรฐาน**ฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์	**ค่าการทดสอบ**
1. ความเป็นกรด – ด่าง (pH)	-	6.8-7.5	8.1±0.00
2. ไนเตรต	mg/L	< 10	0.96±0.00
3. ซัลเฟต	mg/L	< 125	< 5
4. แมกนีเซียม (Mg)	mg/L	< 14	5.15±0.03
5. โซเดียม	mg/L	< 32	28.60±0.54

4.3 ผลการทดสอบน้ำเสียจากฟาร์มไก่เนื้อ

จากการที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงไก่ น้ำเสียที่ทางฟาร์มปล่อยออกมามีปริมาณน้อยมาก ซึ่งในแต่ละรุ่นจะปล่อยน้ำเสียประมาณ 200-300 ลิตร/รุ่น และจะเป็นน้ำเสียที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดโรงเรือนและล้างทำความสะอาดอุปกรณ์การเลี้ยงไก่ต่างๆ หลังจากมีการจับไก่ และกวาดมูลไก่เรียบร้อยแล้ว ทำให้ไม่เกิดน้ำเสียสะสมในระบบ เพราะเมื่อมีการล้างทำความสะอาดโรงเรือนละอุปกรณ์ต่างๆ แล้วน้ำเสียจะปล่อยลงระบบรางน้ำแล้วใช้รดน้ำต้นไม้ที่อยู่บริเวณโดยรอบฟาร์ม และทางกรมควบคุมมลพิษไม่ได้กำหนดค่าน้ำเสียที่เกิดจากการเลี้ยงไก่เนื้อ เนื่องจากขั้นตอนและกระบวนการเลี้ยงมีการปล่อยน้ำเสียน้อยมาก จึงได้ทำการเปรียบเทียบค่าดัชนีคุณภาพน้ำจากฟาร์มสุกรดังตารางที่ 4.2 จากการทดสอบความเป็นกรด – ด่าง, ค่า COD และค่า BOD พบว่ามีปริมาณเกินค่ามาตรฐาน ดังตารางที่ 4.3 อ้างอิงผลการวิเคราะห์จากศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามรูปที่ ก2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 มาตรฐานเพื่อควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร (กรมควบคุมมลพิษ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานสูงสุด	
		มาตรฐาน ก	มาตรฐาน ข
1. ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	5.5 – 9	5.5 – 9
2. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	60	100
3. ซีโอดี (COD)	มก./ล.	300	400

หมายเหตุ : 1. มาตรฐาน ก ใช้ควบคุมการระบายน้ำทิ้งสำหรับฟาร์มประเภท ก และมาตรฐาน ข ใช้ควบคุมการระบายน้ำทิ้งสำหรับฟาร์ม ประเภท ข และ ค

2. การแบ่งประเภทของฟาร์มสุกรจะใช้น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ (นปส.) หรือ Livestock Unit เป็นเกณฑ์ เนื่องจากฟาร์มแต่ละแห่งจะประกอบด้วยสุกรที่มีความแตกต่างกันทั้งประเภท ขนาด และช่วงอายุ ซึ่งจะทำให้เกิดของเสียและน้ำเสียในปริมาณที่แตกต่าง โดยมีข้อกำหนดดังนี้

2.1 ประเภทของฟาร์มสุกร แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ประเภท ก มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ มากกว่า 600 นปส. (เทียบเท่าจำนวนสูตรมากกว่า 5,000 ตัว)

2) ประเภท ข มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ ตั้งแต่ 60-600 นปส.(เทียบเท่าจำนวนสุกรตั้งแต่ 500-5,000 ตัว)

3) ประเภท ค มีน้ำหนักปศุสัตว์ ตั้งแต่ 6-น้อยกว่า 60 นปส. (เทียบเท่าจำนวนสุกรตั้งแต่ 50-น้อยกว่า 500 ตัว)

2.2 หลักเกณฑ์การใช้น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์

เมื่อ น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ 1 หน่วย เท่ากับน้ำหนักสุกรรวม 500 กิโลกรัม

โดย น้ำหนักเฉลี่ยสุกรพ่อ-แม่พันธ์ เท่ากับ 170 กิโลกรัม

น้ำหนักเฉลี่ยสุกรขุน เท่ากับ 60 กิโลกรัม

น้ำหนักเฉลี่ยลูกสุกร เท่ากับ 12 กิโลกรัม

ตารางที่ 4.3 รายงานผลการทดสอบน้ำเสียจากฟาร์มไก่เนื้อ

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าตามมาตรฐาน การระบายน้ำเสียจากกรมควบคุมมลพิษ	ค่าการทดสอบ
1. ความเป็นกรด – ด่าง (pH)	-	5.5-9	7.6±0.00
2. BOD	มก./ล.	60	935.00
3. COD	มก./ล.	300	2,900±100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบของเสียจากฟาร์มไก่เนื้อ

จากการที่ได้มีการเก็บตัวอย่างมูลไก่เนื้อไปวิเคราะห์หาค่าอินทรีย์วัตถุ พบว่าค่าอินทรีย์วัตถุของมูลไก่ดังตารางที่ 4.4 อ้างอิงผลการวิเคราะห์จากศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามรูปที่ ก3 สูงกว่าค่าอินทรียวัตถุของวัวและปุ๋ยหมัก ดังตารางที่ 4.6 และค่าของธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชในมูลสัตว์ พบว่ามูลไก่มีค่า โพแทสเซียม (K), ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ที่สูงมากเมื่อเทียบกับมูลสัตว์อื่นๆ ดังตารางที่ 4.5 อ้างอิงผลการวิเคราะห์จากศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามรูปที่ ก3

ตารางที่ 4.4 รายงานผลการทดสอบอินทรีย์วัตถุจากมูลไก่แห้ง

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าการทดสอบ
1. อินทรีย์วัตถุ	%	52.15±0.66

ตารางที่ 4.5 คุณค่าของธาตุอาหารสำหรับพืชในมูลสัตว์

ชนิดมูลสัตว์	pH	ธาตุอาหารหลัก (%)			ธาตุอาหารรอง (%)		
		N	P	K	Ca	Mg	S
1.มูลวัวใหม่	10.4	1.95	1.76	0.43	1.82	0.56	0.07
2.มูลวัวเก่า	8.7	1.73	0.49	0.30	0.55	0.22	0.05
3.มูลกระบือเก่า	8.7	1.82	1.92	0.12	2.06	0.74	0.52
4.มูลสุกรเก่า	6.9	2.83	16.25	0.11	8.11	2.42	0.14
5.มูลไก่ไข่	7.5	2.28	5.91	3.02	12.10	1.07	0.67
6.มูลไก่เนื้อใหม่	8.0	2.65	2.69	1.85	2.18	0.51	0.18
7.มูลไก่เนื้อเก่า	8.2	2.09	6.07	0.42	11.30	0.86	0.68

ตารางที่ 4.6 ปริมารอินทรียวัตถุของปุ๋ยหมักและมูลวัว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าการทดสอบ
1. ปุ๋ยหมัก	%	22.43
2. มูลวัว	%	30.04

4.5 ผลการทดสอบค่าความร้อนจากแกลบและมูลไก่แห้ง

จากการที่ได้มีการเก็บตัวอย่างแกลบแห้งและมูลไก่แห้งแล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าความร้อน พบว่า มูลไก่แห้งที่ผสมกับแกลบแล้วจะมีค่าความร้อนน้อยกว่าแกลบแห้งดังตารางที่ 4.7 และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความร้อนของวัสดุอื่นๆ พบว่ามูลไก่แห้งผสมแกลบมีค่าความร้อนสูงกว่าขยะ ขี้เลื่อย และกากน้ำตาลดังตารางที่ 4.8 อ้างอิงผลการวิเคราะห์จากศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามรูปที่ ก4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 รายงานผลการทดสอบค่าความร้อน

พารามิเตอร์	Gross heating value ±SD	
	Calories/g	Joules/g
1. แกลบแห้ง	3,176.3±43.9	13,298.0±182.4
2. มูลไก่แห้ง	2,924.7±34.1	12,246.3±142.8

ตารางที่ 4.8 ปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง (ค่าความร้อนสุทธิ) (รายงานพลังงานของประเทศไทย รายปี กรมพัฒนา พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

ประเภท (หน่วย)	กิโลแคลอรี/หน่วย Kcal/UNIT	ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/ล้านหน่วย toe/10^6UNIT	เมกะจูล/หน่วย MJ/UNIT	พันบีทียู/หน่วย 10^3Btu/UNIT
พลังงานใหม่และหมุนเวียน				
1. ฟืน (กก.)	3820	378.48	15.99	15.16
2. ถ่าน (กก.)	6900	683.64	28.88	27.38
3. แกลบ (กก.)	3440	340.83	14.40	13.65
4. กากอ้อย (กก.)	1800	178.34	7.53	7.14
5. ขยะ (กก.)	1160	114.93	4.86	4.60
6. ขี้เลื่อย (กก.)	2600	257.60	10.88	10.32
7. วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (กก.)	3030	300.21	12.68	12.02
8. ก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตร)	5000	495.39	20.93	19.84

4.6 ผลจากการตรวจวัดปริมาณก๊าซและฝุ่นละอองในอากาศ

จากการตรวจวัดพบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, คาร์บอนมอนอกไซด์ และแอมโมเนีย มีค่าไม่เกินมาตรฐาน แต่ค่าฝุ่นละอองที่อยู่ภายนอกโรงเรือนมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่กรมปศุสัตว์แนะนำ ดังตารางที่ 4.9 เนื่องจากมีพัดลมระบายอากาศด้านหลังและด้านข้างโรงเรือนที่คอยระบายทั้งความร้อน ก๊าซต่างๆ ที่เกิดขึ้นและฝุ่นละอองจากภายในโรงเรือนออกสู่ภายนอกโรงเรือน แต่ทางสุพิศฟาร์มได้มีการปลูกต้นกล้วย และมีสวนยางพาราในการคอยดักจับพวกฝุ่นละอองให้ออกไปสู่เขตชุมชนน้อยที่สุด ดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 รายงานผลการทดสอบปริมาณก๊าซและฝุ่นละอองในอากาศ

พารามิเตอร์	ค่าที่กรมปศุสัตว์แนะนำ	ค่าการทดสอบ	
		ภายในโรงเรือน	ภายนอกโรงเรือน
1. คาร์บอนไดออกไซด์	ไม่เกิน 5,000 ppm	ไม่เกิน 3,212 ppm	ไม่เกิน 2,098 ppm
2. คาร์บอนมอนอกไซด์	ไม่เกิน 50 ppm	ไม่เกิน 5 ppm	ไม่เกิน 3.2 ppm
3. แอมโมเนีย	ไม่เกิน 20 ppm	2.5 ppm	0.8 ppm
4. ฝุ่น	ไม่เกิน 15 มล./ล.	8 มิลลิกรัม/ลบ.ม.	12.4 มิลลิกรัม/ลบ.ม.

รูปที่ 4.1 คราบฝุ่นละอองที่เกาะตามพัดลมระบายอากาศและแนวต้นกล้วยและสวนยางพาราที่คอยดับจับก๊าซและฝุ่นละอองที่ลอยออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ผลจากการกำจัดแมลงวัน

จากการกำจัดแมลงวันโดยเริ่มจากต้นเหตุของปัญหา นั่นคือความชื้น ได้ทำการกลับแกลบทุกๆ 3 วันเมื่อไม่ให้แกลบเกิดความชื้น ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ทำให้เกิดไข่ของแมลงวัน มีการเก็บกวาดบริเวณโดยรอบโรงเรือนอยู่เสมอ ทำให้เกิดความชื้นและน้ำขังบริเวณรอบโรงเรือนน้อยที่สุด ส่งผลให้กลิ่นเหม็นและก๊าซแอมโมเนียลดลง

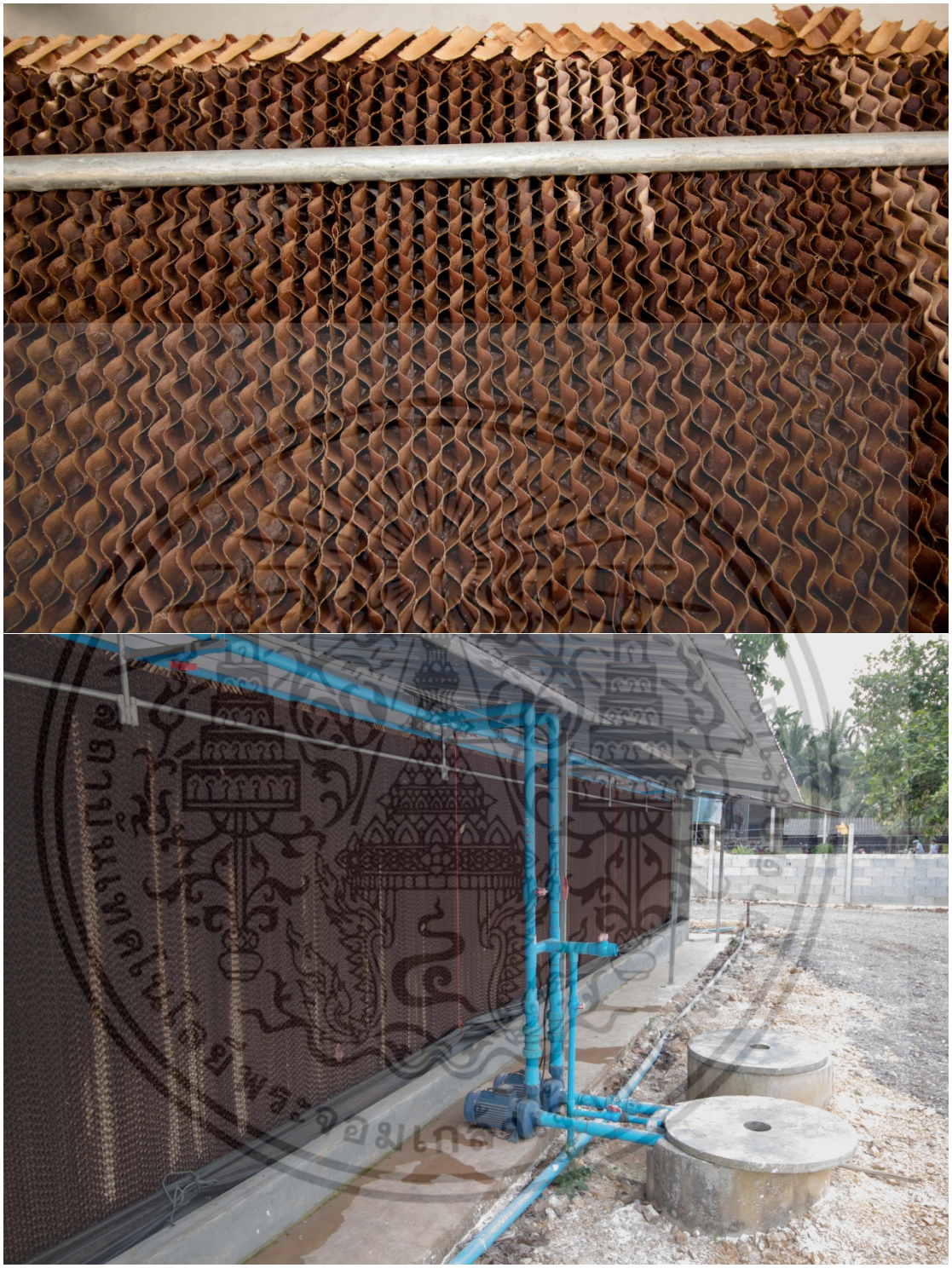
รูปที่ 4.2 ลักษณะแกลบที่มีความชื้นน้อย ลดปัญหาการวางไข่ของแมลงวันได้

4.8 ผลจากการศึกษาการใช้น้ำในแผงรังผึ้ง

จากการศึกษาพบว่าระบบ Evaporative Pre-cooler ดังรูปที่ 4.3 จะมีแผงรังผึ้งอยู่ด้านหน้าโรงเรือน แล้วมีพัดลมระบายอากาศอยู่ด้านหลังโรงเรือน ทำให้ภายในโรเรือนเกิดอากาศถ่ายเทช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าเนื่องจาก ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนของเครื่องควบแน่น ทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่นลดลงความดันของสารทำความเย็นจึงลดลงด้วย ส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ใช้พลังงานไฟฟ้าที่จะดึงน้ำผ่ามอเตอร์มาใช้น้อยลง แต่ได้ความเย็นเพิ่มขึ้น อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อภาระการทำความเย็นจึงลดลงจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้ใช้ระบบ Evaporative Pre-cooler ประหยัดไฟได้ 15 - 40%

นอกจากนี้ยังยืดอายุการใช้งานของคอมเพรสเซอร์ และลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาแผงคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ระบบปั๊มน้ำและแผงรังผึ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตคือแกลบผสมมูลรวมถึงนำหลักการและเทคนิคของเทคโนโลยีสะอาดสามารถนำไปใช้เพื่อบริหารจัดการด้านพลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานลดค่าใช้จ่ายของหน่วยงานและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้และจากการศึกษาพบว่าผลจากแบบประเมินทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ได้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด และการนำของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมในบทที่ 3 มาเข้าสมการที่ 3.3 – 3.26 เพื่อมาวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ในหัวข้อที่ 4.1 สามารถนำมาใส่ในข้อจำกัดของตัวแปรตามสมการที่ 3.3 – 3.26 และนำค่าที่ได้มาใส่ในสมการที่ 4.2 – 4.18 และ 4.20 – 4.26 ซึ่งเป็นสมการค่าใช้จ่ายของกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อน้อยที่สุดและสมการของเสียที่ประโยชน์มากที่สุด นำค่าได้ไปใส่ใน Spreadsheet Model ตามรูปที่ 4.4 และ 4.8 เพื่อหาค่าใช้จ่ายของกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อน้อยที่สุดตามสมการที่ 4.1 และหารายรับกากของเสียจากกระบวนการผลิตมากที่สุดตามสมการที่ 4.19

ค่าใช้จ่ายในกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อน้อยที่สุด

Minimize $Z = V_T$

$$V_T = V_E+V_W+V_{FR}+V_{FM}+V_P+V_F-V_{CHM}-V_{RR}-V_{RM} \quad (4.1)$$

ภายใต้ข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายในกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อน้อยที่สุด

$$V_E = E \times P_E \quad (4.2)$$

$$V_W = W \times P_W \quad (4.3)$$

$$V_{FR} = R \times P_{FR} \quad (4.4)$$

$$V_{FM} = M \times P_{FM} \quad (4.5)$$

$$V_P = P \times P_P \quad (4.6)$$

$$V_F = F \times P_F \quad (4.7)$$

$$V_{CHM} = CHM \times P_{CHM} \quad (4.8)$$

$$V_{RR} = R \times P_{RR} \quad (4.9)$$

$$V_{RM} = M \times P_{RM} \quad (4.10)$$

$$7{,}250 \le E \le 12{,}756 \quad (4.11)$$

$$23{,}232 \le W \le 32{,}150 \quad (4.12)$$

$$500 \le R \le CHAFF+BAG+GASb+GASs+OTHER \quad (4.13)$$

$$50{,}250 \le M+CHM \le 70{,}500 \quad (4.14)$$

$$0 \le M \le 70{,}500 \quad (4.15)$$

$$0 \le CHM \le 70{,}500 \quad (4.16)$$

$$20{,}610 \le P \le 22{,}900 \quad (4.17)$$

$$79{,}578 \le F \le 88{,}420 \quad (4.18)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายรับกากของเสียจากกระบวนการผลิตมากที่สุด

Maximize $Z = B_T$

$$B_T = B_M+B_{CHM}+B_{WS}+B_R+B_{BIO} \quad (4.19)$$

ภายใต้ข้อจำกัดของรายรับกากของเสียจากกระบวนการผลิตมากที่สุด

$$B_M = M \times P_{RM} \quad (4.20)$$

$$B_{CHM} = CHM \times P_{CHM} \quad (4.21)$$

$$B_{WS} = WS \times P_{WS} \quad (4.22)$$

$$B_R = R \times P_{RR} \quad (4.23)$$

$$B_{BIO} = BIO \times P_{BIO} \quad (4.24)$$

$$0 \leq WS \leq 400 \quad (4.25)$$

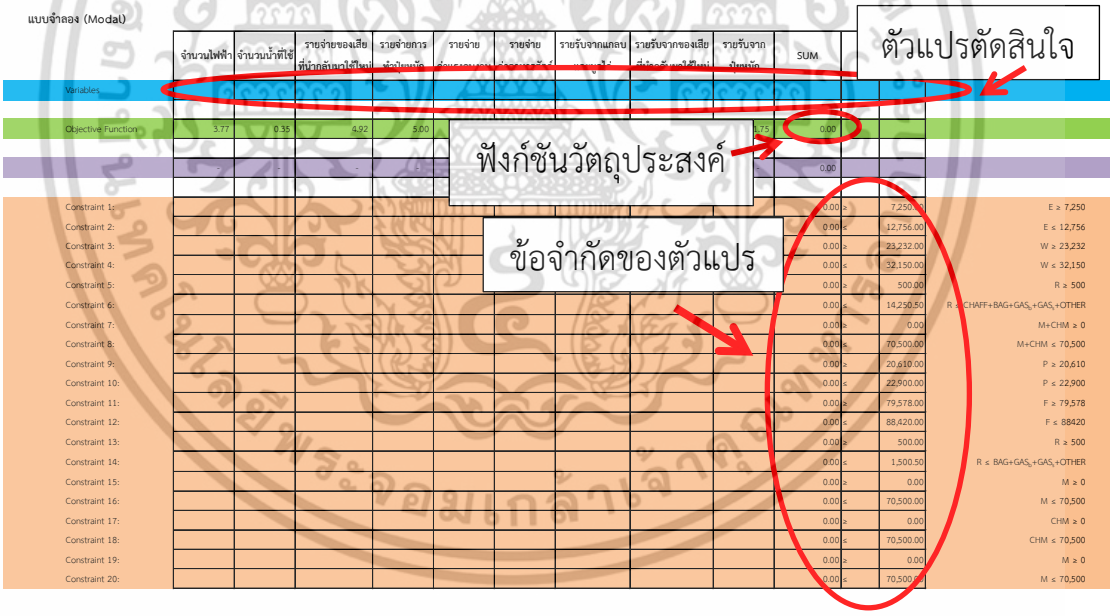
$$50{,}250 \leq M+CHM+BIO \leq 70{,}500 \quad (4.26)$$

$$500 \leq R \leq CHAFF+BAG+GASb+GASs+OTHER \quad (4.13)$$

$$50{,}250 \leq M+CHM \leq 70{,}500 \quad (4.14)$$

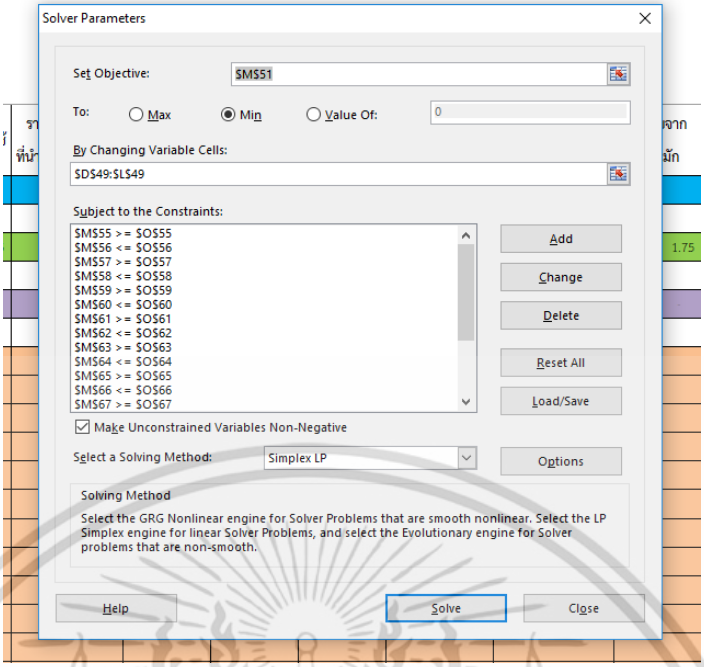
$$0 \leq M \leq 70{,}500 \quad (4.15)$$

$$0 \leq CHM \leq 70{,}500 \quad (4.16)$$



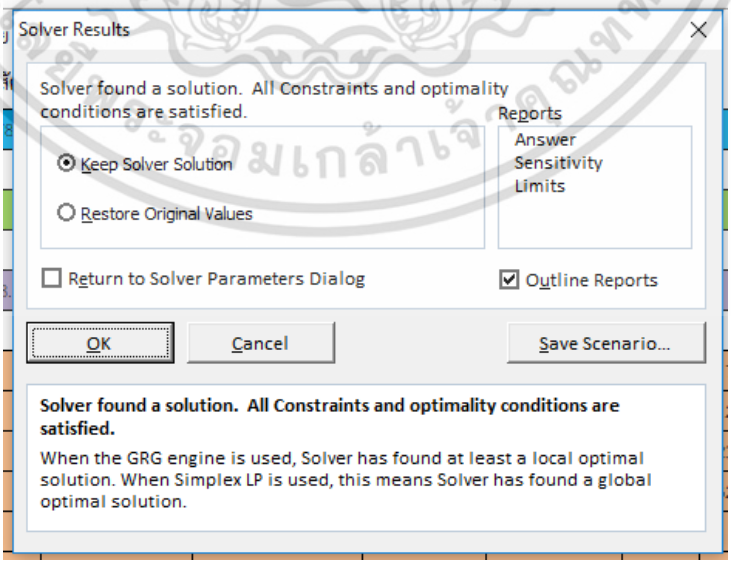
รูปที่ 4.4 ข้อมูลของตัวแปร ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดโปรแกรม Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



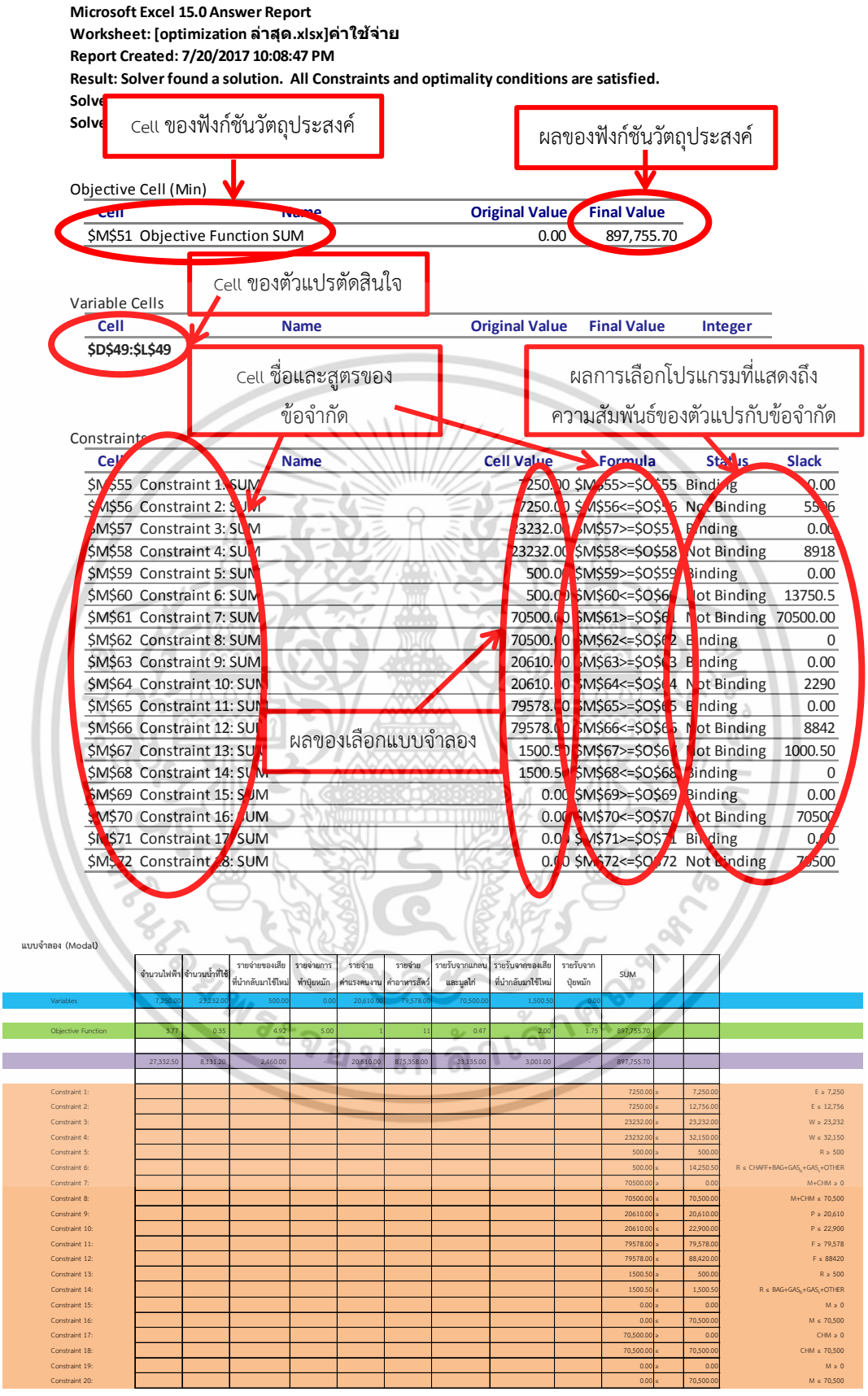
รูปที่ 4.5 ข้อมูลของตัวแปร ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โปรแกรม Solver ใน Excel

เมื่อใส่สูตรของตัวแปรลงในตัว Spreadsheet Modal ตามสมการที่ 4.2 – 4.18 เรียบร้อยแล้ว กดเข้าโปรแกรม Solver ใน Excel ตามรูปที่ 4.5 ใส่ cell ที่วางสมการที่ 4.1 ลงไป แล้วเลือกเป็นค่า min เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายจากกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดขนาดกลางที่น้อยที่สุด ในช่อง Changing Variable ใส่ cell ที่มีตัวแปรตัดสินใจ และในช่อง Constraints ใส่ cell ข้อจำกัดตามสมการที่ 4.2 – 4.18 เลือกเป็นแบบ Simplex LP แล้วกด Solver จะขึ้นหน้าจอตามรูปที่ 4.6 กด OK เพื่อให้โปรแกรมแสดงผลออกมา



รูปที่ 4.6 กด Solver โปรแกรม Solver ใน Excel ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

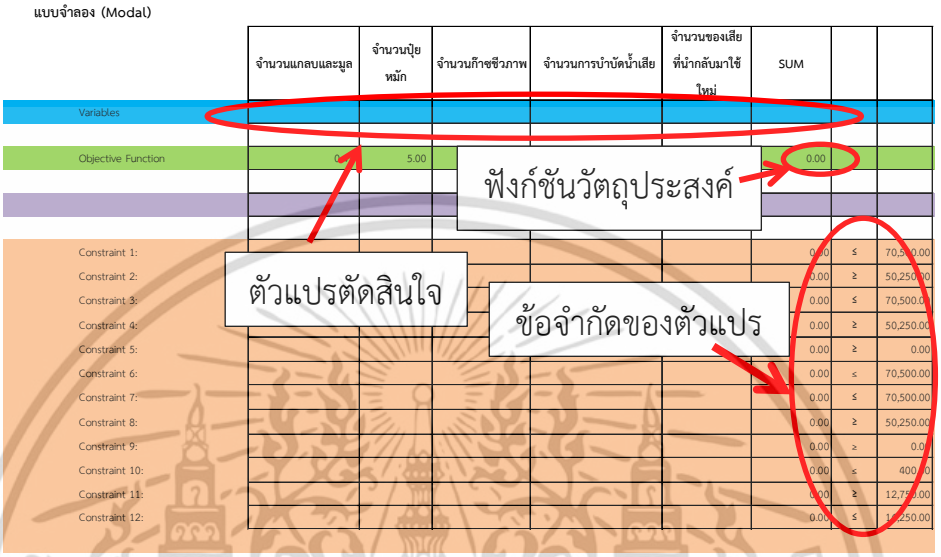
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



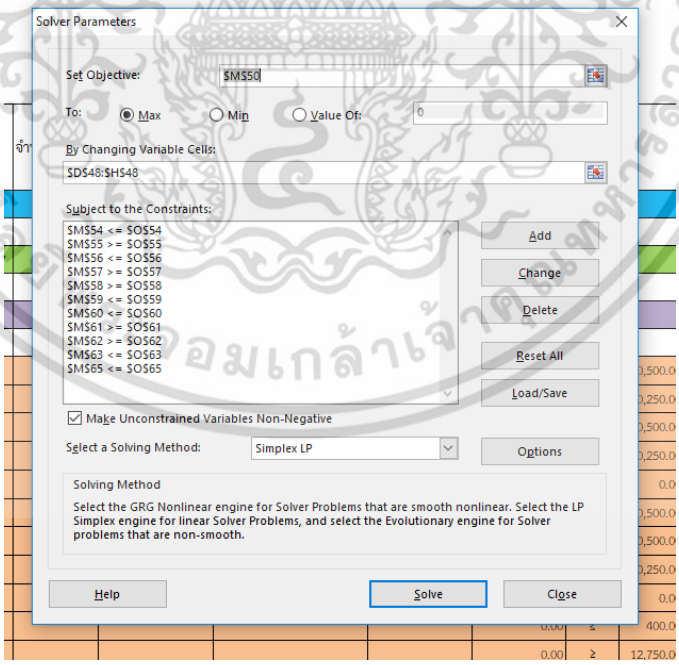
รูปที่ 4.7 ผลลัพธ์ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โปรแกรม Solver ใน Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 เป็นค่าผลลัพธ์ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ที่ได้จากการ Run โปรแกรม Solver ใน Excel ซึ่งรูปที่ 4.7 บนแสดงถึงข้อจำกัดของตัวแปรที่ได้จากสมการว่าแบบจำลองได้เลือกกระบวนการผลิตแบบใด ภายใต้ข้อจำกัดของวัตถุดิบในกระบวนการผลิต ส่วนรูปที่ 4.7 ล่าง เป็นค่าที่เลือกตัวแปรเรียบร้อยแล้ว บอกว่าแต่ละค่ามีค่าเท่าไรบ้างที่ออกมาให้ค่าใช้จ่ายในกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อโรงเรือนระบบปิดขนาดกลางน้อยที่สุดตามตารางที่ 4.10



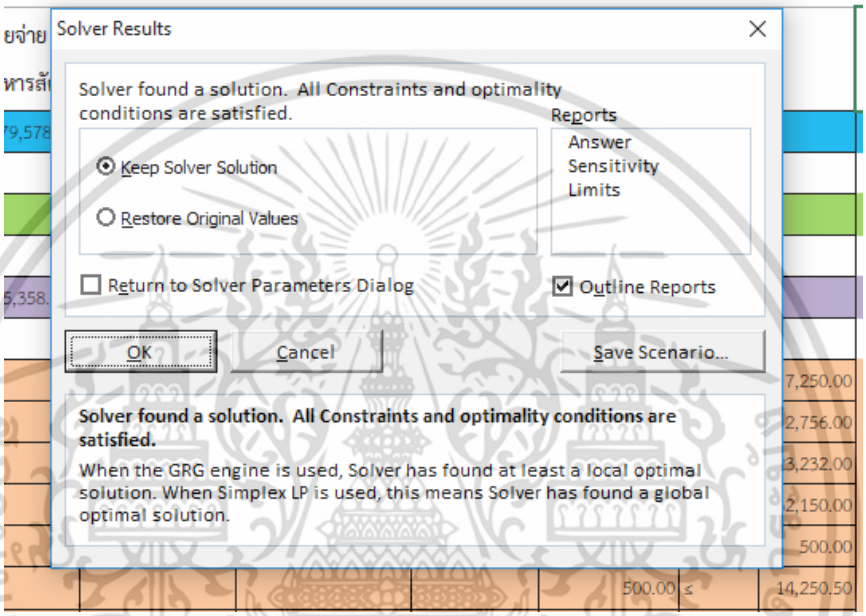
รูปที่ 4.8 ข้อมูลของตัวแปร ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัด ได้ประโยชน์มากที่สุด โปรแกรม Excel



รูปที่ 4.9 ข้อมูลของตัวแปร ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อจำกัด ได้ประโยชน์มากที่สุด โปรแกรม Solver ใน Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใส่สูตรของตัวแปรลงในตัว Spreadsheet Modal ตามสมการที่ 4.13 – 4.16 และ 4.20 - 4.26 เรียบร้อยแล้ว กดเข้าโปรแกรม Solver ใน Excel ตามรูปที่ 4.9 ใส่ cell ที่วางสมการที่ 4.19 ลงไป แล้วเลือกเป็นค่า max เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์ได้กากของเสียจากระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดขนาดกลางมากที่สุด ในช่อง Changing Variable ใส่ cell ที่มีตัวแปรตัดสินใจ และในช่อง Constraints ใส่ cell ข้อจำกัดตามสมการที่ 4.13 – 4.16 และ 4.20 - 4.26 เลือกเป็นแบบ Simplex LP แล้วกด Solver จะขึ้นหน้าจอตามรูปที่ 4.10 กด OK เพื่อให้โปรแกรมแสดงผลออกมา



รูปที่ 4.10 กด Solver โปรแกรม Solver ใน Excel ได้ประโยชน์มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microsoft Excel 15.0 Answer Report
Worksheet: [optimization ล่าสุด.xlsx]ประโยชน์
Report Created: 7/20/2017 10:08:47 PM
Result: Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.
Solver Engine
Solver Opt

Cell ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์

ผลของฟังก์ชันวัตถุประสงค์

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
$M$50	Objective Function SUM	0.00	185,940.00

Cell ของตัวแปรตัดสินใจ

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
$D$48:$H$48				

Cell ชื่อและสูตรของข้อจำกัด

ผลการเลือกโปรแกรมที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรกับข้อจำกัด

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
$M$54	Constraint 1: SUM	7250.00	$M$54<=$O$54	Binding	0.00
$M$55	Constraint 2: SUM	7250.00	$M$55>=$O$55	Not Binding	5506
$M$56	Constraint 3: SUM	23232.00	$M$56<=$O$56	Binding	0.00
$M$57	Constraint 4: SUM	23232.00	$M$57>=$O$57	Not Binding	8918
$M$58	Constraint 5: SUM	500.00	$M$58>=$O$58	Binding	0.00
$M$59	Constraint 6: SUM	500.00	$M$59<=$O$59	Not Binding	13750.5
$M$60	Constraint 7: SUM	70500.00	$M$60<=$O$60	Not Binding	70500.00
$M$61	Constraint 8: SUM	70500.00	$M$61>=$O$61	Binding	0
$M$62	Constraint 9: SUM	20610.00	$M$62>=$O$62	Binding	0.00
$M$63	Constraint 10: SUM	20610.00	$M$63<=$O$63	Not Binding	2290
$M$64	Constraint 11: SUM	12578.00	$M$64>=$O$64	Binding	0.00
$M$65	Constraint 18: SUM	0.00	$M$65<=$O$65	Not Binding	70500

ผลของเลือกแบบจำลอง

แบบจำลอง (Modal)

	จำนวนแกลบและมูล	จำนวนปุ๋ยหมัก	จำนวนก๊าซชีวภาพ	จำนวนการบำบัดน้ำเสีย	จำนวนของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่	SUM		
Variables	50,250.00	20,250.00	0.00	0.00	12,750.00			
Objective Function	0.47	5.00	2.50	30.00	4.79	185,940.00		
Constraint 1:						50250.00	≤	70,500.00 CHM ≤ 70,500
Constraint 2:						50250.00	≥	50,250.00 CHM ≥ 50,250
Constraint 3:						20250.00	≤	70,500.00 M ≤ 70,500
Constraint 4:						20250.00	≥	50,250.00 M ≥ 50,250
Constraint 5:						0.00	≥	0.00 BIO ≥ 0
Constraint 6:						0.00	≤	70,500.00 BIO ≤ 70,500
Constraint 7:						70500.00	≤	70,500.00 M+CHM +BIO ≤ 70,500
Constraint 8:						70500.00	≥	50,250.00 M+CHM+BIO ≥ 50,250
Constraint 9:						0.00	≥	0.00 WS ≥ 0
Constraint 10:						0.00	≤	400.00 WS ≤ 400
Constraint 11:						12750.00	≥	12,750.00 R ≥ 12,750
Constraint 12:						12750.00	≤	14,250.00 R ≤ 14250

รูปที่ 4.11 ผลลัพธ์ได้ประโยชน์มากที่สุด โปรแกรม Solver ใน Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 เป็นค่าผลลัพธ์ได้ประโยชน์มากที่สุดที่ได้จากการ Run โปรแกรม Solver ใน Excel ซึ่งรูปที่ 4.11 บนแสดงถึงข้อจำกัดของตัวแปรที่ได้จากสมการว่าแบบจำลองได้เลือกกระบวนการผลิตแบบใด ภายใต้ข้อจำกัดของวัตถุดิบในกระบวนการผลิต ส่วนรูปที่ 4.11 ล่าง เป็นค่าที่เลือกตัวแปรเรียบร้อยแล้ว บอกว่าแต่ละค่ามีค่าเท่าไรบ้างที่ออกมาให้ประโยชน์จากของเสียในกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อโรงเรือนระบบปิดขนาดกลางมากที่สุดตามตารางที่ 4.1**1**

ตารางที่ 4.10 ผลในการเลือกค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดของแบบจำลอง

	จำนวนไฟฟ้า	จำนวนน้ำที่ใช้	รายจ่ายของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่	รายจ่ายการทำปุ๋ยหมัก	รายจ่ายค่าแรงคนงาน	รายจ่ายค่าอาหารสัตว์	รายรับจากแกลบและมูลไก่	รายรับจากของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่	รายรับจากปุ๋ยหมัก	SUM
Variables	7,250.00	23,232.00	500.00	0.00	20,610.00	79,578.00	70,500.00	1,500.50	0.00	
Objective Function	3.77	0.35	4.92	5.00	1	11	0.47	2.00	1.75	897,755.70

จากตารางที่ 4.10 แบบจำลองไม่ได้เลือกการกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก แต่เลือกแต่เลือกกระบวนการผลิตจากแกลบและมูลไก่ ซึ่งแบบจำลองค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดได้เลือกค่าใช้จ่ายไฟฟ้า 7,250 กิโลวัตต์ ค่าใช้จ่ายน้ำ 23,232 ลิตร ค่าใช้จ่ายของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ 500 กิโลกรัม ค่าแรงคนงาน 20,610 ตัว ค่าอาหารสัตว์ 79,578 กิโลกรัม รายรับจากของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ 1,500.50 กิโลกรัม รายรับจากแกลบและมูลไก่ 70,500 กิโลกรัม ค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดเท่ากับ 897,755.70 บาทต่อรุ่น

ตารางที่ 4.11 ผลในการเลือกได้ประโยชน์มากที่สุดของแบบจำลอง

	จำนวนแกลบและมูล	จำนวนปุ๋ยหมัก	จำนวนก๊าซชีวภาพ	จำนวนการบำบัดน้ำเสีย	จำนวนของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่	SUM
Variables	50,250.00	20,250.00	0.00	0.00	12,750.00	
Objective Function	0.47	5.00	2.50	30.00	4.79	185,940.00

จากตารางที่ 4.11 แบบจำลองไม่ได้เลือกก๊าซชีวภาพ การบำบัดน้ำเสีย ซึ่งแบบจำลองได้ประโยชน์มากที่สุดเลือกกระบวนการผลิตปุ๋ยคอก 50,250 กิโลกรัม ปุ๋ยหมัก 20,250 กิโลกรัม และของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ 12,750 กิโลกรัม ประโยชน์ที่ได้มากที่สุดเท่ากับ 185,940 บาทต่อรุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การจำแนกชนิดแหล่งที่มาและศึกษาผลกระทบของมลพิษที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด โดยนำน้ำดี น้ำเสีย มูลสัตว์ ก๊าซและฝุ่นละออง มาวิเคราะห์พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่กรมปศุสัตว์และกรมควบคุมมลพิษกำหนด ปัญหาด้านแมลงวันสาเหตุมาจากความชื้น จึงได้ทำการกลับแกลบทุกๆ 3 วัน จำนวนแมลงวันลดน้อยลงและส่งผลให้กลิ่นเหม็นและก๊าซแอมโมเนียลดลง

แนวทางการจัดการแก้ไขและป้องกันมลพิษจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดที่เหมาะสม โดยยึดหลัก 5R, เทคโนโลยีสะอาด และมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่าปัจจัยการผลิตต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเกือบทุกขั้นตอน พัดลมระบายอากาศ จะใช้ไฟฟ้ามากที่สุด เมื่อมีการบริหารจัดการควบคุมการเปิด – ปิด พัดลมระบายอากาศที่ดีจะช่วยลดค่าไฟฟ้าได้ 1,848.9 kWh/รุ่น ได้ คิดเป็นมูลค่า 6,970.35 บาท/รุ่น และของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตคือแกลบผสมมูล

การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบครบวงจร เมื่อนำไปคำนวณถึงผลประโยชน์และความคุ้มค่าที่ได้รับ พบว่าควรมีการนำไปขายแกลบผสมมูลอย่างเดียวซึ่งทำให้เกิดมูลค่าถึง 33,135 บาท/รุ่น และยังลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณเป็นค่าเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยการใช้ emission factor ของคาร์บอนฟุตปริ้นท์ของไฟฟ้าและของมูลสัตว์ได้ เมื่อนำหลักการและเทคนิคของเทคโนโลยีสะอาดสามารถนำไปใช้เพื่อบริหารจัดการด้านพลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานลดค่าใช้จ่ายของหน่วยงานและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้และจากการศึกษาพบว่าผลจากแบบประเมินทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ได้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด และการนำของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์แบบจำลองทีละวัตถุประสงค์และเป็นฟาร์มไก่เนื้อขนาดกลาง ซึ่งนักวิจัยสามารถนำไปวิเคราะห์แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ จะได้ค่าที่เหมาะสมที่สุด สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ในฟาร์มไก่เนื้อขนาดใหญ่ได้ คุ้มค่ากับการลงทุน และมีความหลากหลายของตัวแปรที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2550. โครงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการป้องกันและลดมลพิษจากฟาร์มสุกรในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง: โรงพิมพ์สำนักจัดการคุณภาพน้ำ.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2542. มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อ: http://www.acfs.go.th/ib/file/acfs_18-005.pdf

ก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยประจำปี 2553. [Online].Available :http://www.tgo.or.th/.

จินตชัย ศุขสุนทร. 2554. “วิธีการหาค่าที่เหมาะสมและระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับปัญหาการตัดโฟมพีซี”. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

จารุวรรณวงค์ทะเนตร และ ลักขณา ม่งวัฒนา. 2557. “เทคโนโลยีสะอาดของการจัดการของเสียในฟาร์มโคนมจังหวัดราชบุรี.” เทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 10(1): 38-49.

ชนาทิพย์ แป้นจันทร์. 2556. “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดสำหรับการเลี้ยงไก่เนื้อในกระบวนการทำความเย็น.” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 9.

เดลินิวส์. 10 เมษายน 2560. . [Online]. Available : http://www.dailynews.co.th/it/270195.

ทศพร พงษ์กลาง. 2554. “คาร์บอนเครดิต.” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี www.cssckmutt.in.th_cssc_cssc_classroom_Solarenergy_Assignment_SolEn54_SolEn54_Doc_7_CarbonCredit.

นงลักษณ์ ขวัญเมือง. 2548. แนวทางการพัฒนาการจัดการฟาร์มไก่เนื้อ ในจังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

บุญยัง สรวงท่าไม้. 2554. การศึกษาโครงสร้างอุตสาหกรรมการผลิตสุกรและแนวโน้มความเป็นไปได้ในการพัฒนาโครงการกลไกพัฒนาที่สะอาด สำหรับผู้เลี้ยงสุกรราบกลางและรายเล็ก. http://digi.library.tu.ac.th/thesis/ec/1474/title-appendices.pd.

บุษกร พรระวี. 2546. การเลี้ยงไก่เนื้อในระบบปิด. กรุงเทพมหานคร. สัตว์เศรษฐกิจ แมกกาซีน.

พวงเพชร ปฏิญาณานุวัต. 2554. แนวทางการจัดการมลพิษจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดเพื่อการอยู่ร่วมกันอย่างยั่งยืนของชุมชนตำบลโป่งอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี. library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19731.pdf

ธนัญชัย ตรีภาค. คอมพิวเตอร์และการเขียนโปรแกรม (Computers and Programming) C และ Java. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด

สมบูรณ์ แสงมณีเดชและคณะฯ. 2548. “การใช้พืชสมุนไพรไทย (หางไหล) ควบคุมประชากรหนอนแมลงวัน.” วารสารวิจัยมข. 10(1).

สำนักงานสิ่งแวดล้อมตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานสถานภาพทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ.2538. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. 2554. “คู่มือการจัดการกลิ่นจากฟาร์มสัตว์ปีก.” กรมควบคุมมลพิษ

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2554. รายงานสรุปผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลผลการวิเคราะห์

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

โทรศัพท์ 074-286904-7 โทรสาร 074-212813 อีเมล sec-all@group.psu.ac.th เว็บไซต์ http://www.sec.psu.ac.th

วิสัยทัศน์: เป็นองค์กรภาครัฐที่เติบโตด้วยความมุ่งมั่นสู่การเป็นองค์กรที่มีสมรรถนะสูง และยั่งยืนจากการให้บริการทดสอบด้วยเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์

F-RES-033 ฉบับที่ 2 บังคับใช้ 05/06/58

รายงานผลการทดสอบ

เลขที่รายงาน:	C0398/59	หน้า:	1/1
เลขที่ใบขอใช้บริการฯ:	1309/59	วันที่รับตัวอย่าง:	30 มีนาคม 2559
ชื่อและที่อยู่ลูกค้า:	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงเขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520		
ชื่อตัวอย่าง:	น้ำดื่มไก่เนื้อ		
รายละเอียดตัวอย่าง:	น้ำดื่มไก่เนื้อ		

ผลการทดสอบ:

ลำดับที่	พารามิเตอร์	หน่วย	เครื่องมือ/วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ ± SD
1.	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	pH Meter	8.1 ± 0.0
2.	ไนเตรต	mg/L	Photometric method	0.96 ± 0.00
3.	ซัลเฟต	mg/L	Photometric method	< 5
4.	แมกนีเซียม (Mg)	mg/L	ICP-OES	5.15 ± 0.03
5.	โซเดียม (Na)	mg/L	ICP-OES	28.60 ± 0.54

- ผลการทดสอบอ้างอิงการขอใช้บริการ (F-ASO-054) เลขที่ 1309/59
- SD = Standard Deviation
- ICP-OES: Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer
- ขีดต่ำสุดของการวัดเชิงปริมาณ(LOQ) : Mg = 0.002 mg/L,Na = 0.023 mg/L

(นางรุสนี กุลวิจิตร)

หัวหน้าฝ่ายบริการเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์

11 เมษายน 2559

หมายเหตุ รายงานผลการทดสอบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น และรายงานผลการทดสอบนี้ต้องไม่ถูกทำสำเนาเพียงบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์

รูปที่ ก1 การทดสอบน้ำดื่มไก่เนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
โทรศัพท์ 074-286904-7 โทรสาร 074-212813 อีเมล sec-all@group.psu.ac.th เว็บไซต์ http://www.sec.psu.ac.th

วิสัยทัศน์: เป็นองค์กรภาครัฐที่เติบโตด้วยความมุ่งมั่นสู่การเป็นองค์กรที่มีสมรรถนะสูง
และยั่งยืนจากการให้บริการทดสอบด้วยเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์

F-RES-033 ฉบับที่ 2 บังคับใช้ 05/06/58

รายงานผลการทดสอบ

เลขที่รายงาน:	C0397/59	หน้า:	1/1
เลขที่ใบขอใช้บริการฯ:	1308/59	วันที่รับตัวอย่าง:	30 มีนาคม 2559
ชื่อและที่อยู่ลูกค้า:	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงเขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520		
ชื่อตัวอย่าง:	น้ำเสียจากฟาร์ม		
รายละเอียดตัวอย่าง:	น้ำเสีย		

ผลการทดสอบ:

ลำดับที่	พารามิเตอร์	หน่วย	เครื่องมือ/วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ ± SD
1.	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	pH Meter	7.6 ± 0.0
2.	COD	mg/L	Photometric method	2,900 ± 100.00
3.	BOD	mg/L	Azide modification method	935.00

- ผลการทดสอบอ้างอิงใบขอใช้บริการ (F-ASO-054) เลขที่ 1308/59
- SD = Standard Deviation

(นางรุสนี กุลวิจิตร)
หัวหน้าฝ่ายบริการเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์
11 เมษายน 2559

หมายเหตุ รายงานผลการทดสอบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น และรายงานผลการทดสอบนี้ต้องไม่ถูกทำสำเนาเพียงบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์

รูปที่ ก2 การทดสอบน้ำเสียจากฟาร์มไก่เนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
โทรศัพท์ 074-286904-7 โทรสาร 074-212813 อีเมล sec-all@group.psu.ac.th เว็บไซต์ http://www.sec.psu.ac.th

วิสัยทัศน์: เป็นองค์กรภาครัฐที่เติบโตด้วยความมุ่งมั่นสู่การเป็นองค์กรที่มีสมรรถนะสูง
และยั่งยืนจากการให้บริการทดสอบด้วยเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์

F-RES-003 ฉบับที่ 9 บังคับใช้ 05/06/58

รายงานผลการทดสอบ

เลขที่รายงาน:	0852/59	หน้า:	1/1
เลขที่ใบขอใช้บริการฯ:	1311/59	วันที่รับตัวอย่าง:	30 มีนาคม 2559
ชื่อและที่อยู่ลูกค้า:	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520		
ผู้ทดสอบ:	นายเวียงชัย จงศรีรัตนกุล		
วันที่ทำการทดสอบ:	11 เมษายน 2559		
วิธีการทดสอบ:	Wet Lab อ้างอิง WI-RES-Wet Lab-001		
เครื่องมือทดสอบ:	Burette		
เทคนิคการทดสอบ:	Titrimetric method		
สภาวะการทดสอบ:	-		
รายละเอียดตัวอย่าง:	มูลไก่	จำนวน:	1 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบ:

ลำดับที่	ชื่อตัวอย่าง	พารามิเตอร์	เครื่องมือ/วิธี	หน่วย	ผลการทดสอบ ± SD
1	มูลไก่แห้ง	อินทรียวัตถุ	Titrimetric method	%	52.15 ± 0.66

* ข้อมูลดิบ Wet Lab ถูกจัดเก็บใน server2 rawdata Wet-Lab ICP 2559\1311-59
* SD = Standard Deviation

(นางรุสนี กุลวิจิตร)
หัวหน้าฝ่ายบริการเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์
12 เมษายน 2559

หมายเหตุ รายงานผลการทดสอบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น และรายงานผลการทดสอบนี้ต้องไม่ถูกทำสำเนาเพียงบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์

รูปที่ ก3 การทดสอบของเสียจากฟาร์มไก่เนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
โทรศัพท์ 074-286904-7 โทรสาร 074-212813 อีเมล sec-all@group.psu.ac.th เว็บไซต์ http://www.sec.psu.ac.th

วิสัยทัศน์: เป็นองค์กรภาครัฐที่เติบโตด้วยความมุ่งมั่นสู่การเป็นองค์กรที่มีสมรรถนะสูง
และยั่งยืนจากการให้บริการทดสอบด้วยเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์

F-RES-003 ฉบับที่ 9 บังคับใช้ 05/06/58

รายงานผลการทดสอบ

เลขที่รายงาน:	0794/59	**หน้า:**	1/1
เลขที่ใบขอใช้บริการฯ:	1310/59	**วันที่รับตัวอย่าง:**	30 มีนาคม 2559
ชื่อและที่อยู่ลูกค้า:	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงเขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520		
ผู้ทดสอบ:	นางวชิราภรณ์ ปิสิตโร		
วันที่ทำการทดสอบ:	4 เมษายน 2559		
วิธีการทดสอบ:	In house method refer to WI-RES-Bomb-001		
เครื่องมือทดสอบ:	IKA® Calorimeter System C5000 control, Germany		
เทคนิคการทดสอบ:	Calorific method		
สภาวะการทดสอบ:	Isoperibolic mode		
รายละเอียดตัวอย่าง:	แกลบ, มูลไก่	**จำนวน:**	2 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบ:

ลำดับที่	ชื่อตัวอย่าง	Gross heating value ± SD	
		Calories/g	Joules/g
1	แกลบแห้ง	3,176.3 ± 43.9	13,298.0 ± 182.4
2	มูลไก่แห้ง	2,924.7 ± 34.1	12,246.3 ± 142.8

- SD : standard deviation
- ข้อมูลดิบถูกจัดเก็บในโฟลเดอร์ \\server2\rawdata\Bomb\2559\1310-59

(นายพรพจน์ หนูทอง)
ผู้ช่วยหัวหน้าฝ่ายบริการเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์
7 เมษายน 2559

หมายเหตุ รายงานผลการทดสอบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น และรายงานผลการทดสอบนี้ต้องไม่ถูกทำสำเนาเพียงบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์

รูปที่ ก4 การทดสอบค่าความร้อนจากแกลบและมูลไก่แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
รูปลงพื้นที่หน้างาน

รูปที่ ข1 ลงพื้นที่หน้างาน

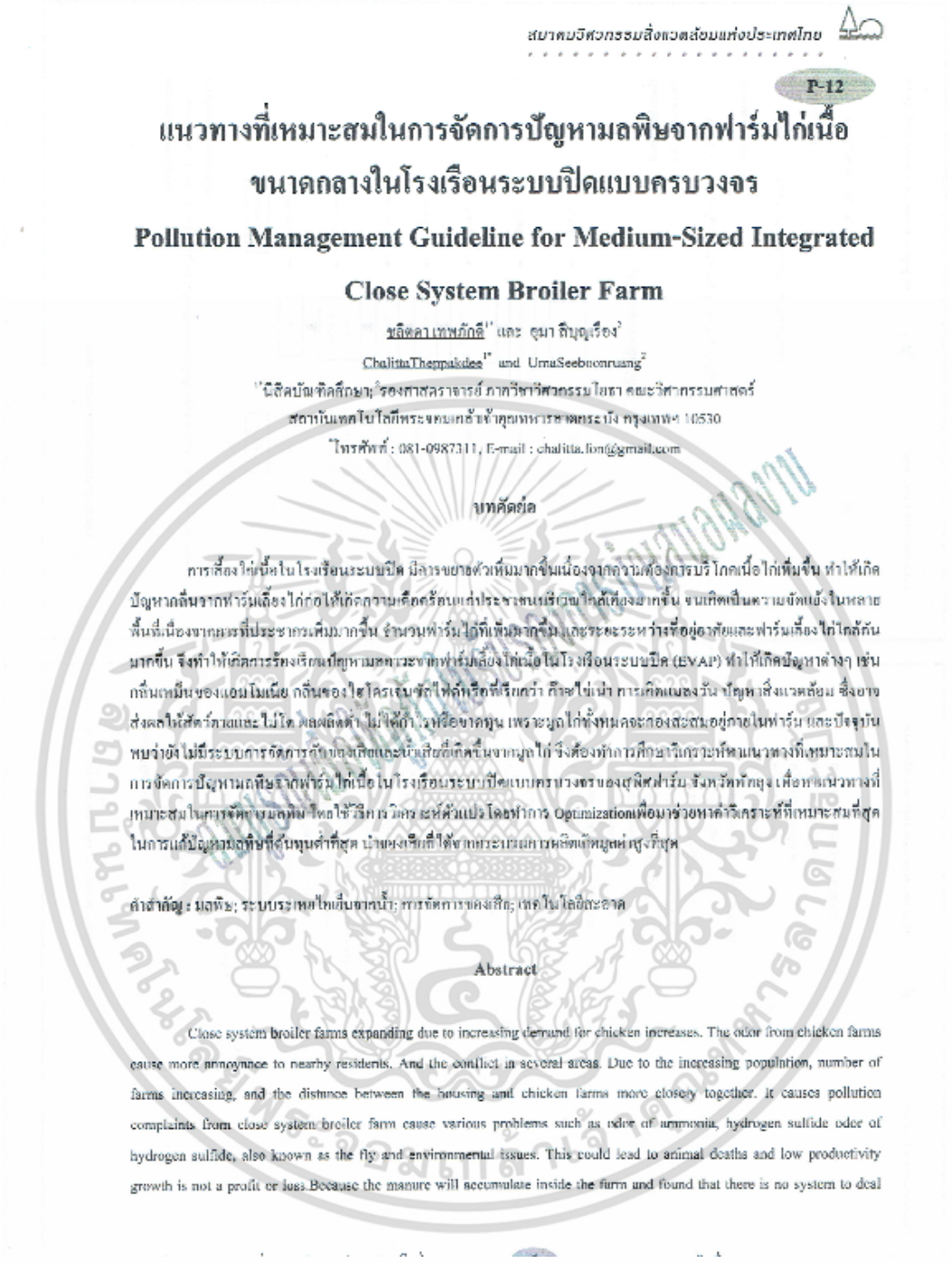
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

สำเนาบทความที่ได้รับการตีพิมพ์

รูปที่ ค1 หน้าปกการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

P-12

แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการปัญหามลพิษจากฟาร์มไก่เนื้อขนาดกลางในโรงเรือนระบบปิดแบบครบวงจร

Pollution Management Guideline for Medium-Sized Integrated Close System Broiler Farm

ชลิตลา เทพภักดี[1]* และ อุมา สีบุญเรือง[2]

ChalitaTheppakdee[1]* and UmaSeebunruang[2]

[1]นิสิตบัณฑิตศึกษา, [2]รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10530

*โทรศัพท์ : 081-0987311, E-mail : chalitta.lon@gmail.com

บทคัดย่อ

การเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากความต้องการบริโภคเนื้อไก่เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดปัญหากลิ่นจากฟาร์มเลี้ยงไก่ก่อให้เกิดการร้องเรียนร้องเรียนจากประชาชนบริเวณใกล้เคียงมากขึ้น จนเกิดเป็นความขัดแย้งในหลายพื้นที่ เนื่องจากมีประชากรเพิ่มมากขึ้น จำนวนฟาร์มไก่ที่เพิ่มมากขึ้น และระยะระหว่างที่อยู่อาศัยและฟาร์มเลี้ยงไก่ใกล้กันมากขึ้น จึงทำให้เกิดการร้องเรียนปัญหามลพิษจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด (EVAP) ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น กลิ่นแอมโมเนีย กลิ่นของไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือที่เรียกว่า ก๊าซไข่เน่า การเกิดแมลงวัน ปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจส่งผลให้สัตว์ตายและไม่โต ผลผลิตต่ำ ไม่ได้กำไรหรือขาดทุน เพราะมูลไก่ทั้งหมดจะถูกสะสมอยู่ภายในฟาร์ม และปัจจุบันพบว่ายังไม่มีระบบการจัดการกับของเสียและมลพิษที่เกิดขึ้นจากมูลไก่ จึงต้องทำการศึกษาวิเคราะห์หาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการปัญหามลพิษจากฟาร์มไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดแบบครบวงจรของอุตสาหกรรมฟาร์ม ทั้งหมดทั้งปวง เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการมลพิษโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตัวแปรโดยทำการ Optimizationเพื่อมาช่วยหาคำวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหามลพิษที่ต้นทุนต่ำที่สุด นำผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตที่มีมูลค่าสูงที่สุด

คำสำคัญ : มลพิษ; ระบบบรรเทาไหลเติมอากาศน้ำ; การจัดการของเสีย; เทคโนโลยีสะอาด

Abstract

Close system broiler farms expanding due to increasing demand for chicken increases. The odor from chicken farms cause more annoyance to nearby residents. And the conflict in several areas. Due to the increasing population, number of farms increasing, and the distance between the housing and chicken farms more closely together. it causes pollution complaints from close system broiler farm cause various problems such as odor of ammonia, hydrogen sulfide odor of hydrogen sulfide, also known as the fly and environmental issues. This could lead to animal deaths and low productivity growth is not a profit or loss.Because the manure will accumulate inside the farm and found that there is no system to deal

รูปที่ ค2 บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ใน**ประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 15**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

with waste and waste water caused by chicken manure. To analyze a pollution management guideline for medium-sized integrated close system broiler farm of Supit farm, Phatthalung. To find a pollution management guidelineintegrated. By use the analysis parameters in the optimization to help find the most appropriate analytical. In tackling pollution at the lowest cost. Lead waste from the manufacturing process caused the highest value.

Keywords : Pollution; Evaporative Cooling System; Waste Management; Clean Technology

บทนำ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงการเลี้ยงไก่จากเกษตรกรรมในครัวเรือนเป็นฟาร์มอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ที่มีระบบการเลี้ยงที่ทันสมัยเกษตรกรในหลายพื้นที่จึงมีการขยายขนาดฟาร์มเพื่อรองรับความต้องการ[1] ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ซึ่งวัตถุประสงค์เป้าหมายของการทำวิจัย เพื่อจำแนกชนิดแหล่งที่มาและศึกษาผลกระทบของมูลสัตว์ที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด (EVAP) หาแนวทางการจัดการแก้ไขและป้องกันมลพิษจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด (EVAP) ที่เหมาะสมส่งผลกระทบต่อน้ำ ปริมาณที่จะเรือนกระจก ฝุ่นละออง โดยยึดหลัก 5R เทคโนโลยีสะอาด และมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์และศึกษาการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบเศรษฐจร

รูปที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณการผลิตและปริมาณการบริโภคของประเทศที่สำคัญในตลาดอาเซียน ปี 2555

มีการนำเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology : CT) เข้ามาช่วยในการพัฒนาเพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดผลกระทบ ความเสี่ยงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด และมีของเสียเกิดขึ้นน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ด้วยการเปลี่ยนวัตถุดิบ การใช้ซ้ำ (Reuse) และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ซึ่งเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนการผลิตควบคู่กันไป มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อ และศึกษาแนวทางการลดต้นทุนประหยัดพลังงานและการจัดการฟาร์มให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม [2]

โดยในงานวิจัยนี้ใช้การ Optimization คือการหาค่าที่เหมาะสมที่ทำให้ function มีค่ามากหรือน้อยที่สุดได้ โดย function ที่นำมา optimize เรียกว่า ฟังก์ชันจุดประสงค์ (objective function)[3] ช่วยหาค่าวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

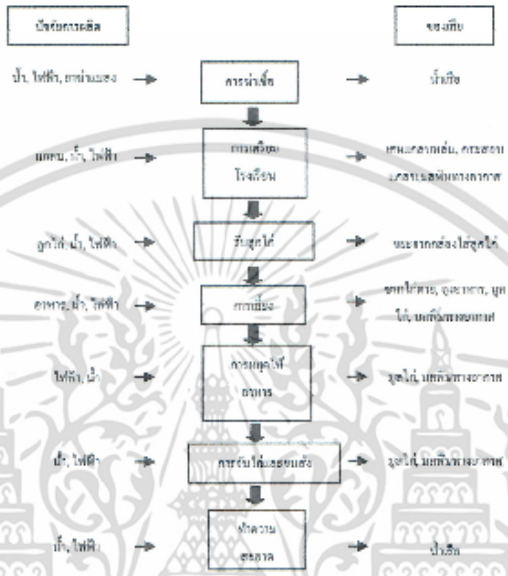
ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และวิธีการเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด รวมทั้งศึกษาทฤษฎีการใช้เทคโนโลยีสะอาด หลักการ 5R หรือ 7R ทฤษฎีการจำลองแบบเครติส บีการเก็บข้อมูลการเลี้ยงไก่เนื้อ การใช้ทรัพยากร เช่น เช่นอย่างละเอียดทุกขั้นตอนวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพน้ำ ปริมาณของเสียมูลสัตว์ กลิ่น เหม็น ฝุ่นละอองและปัญหาแมลงและพาหนะนำโรค โดยอาศัยหลักการของเทคโนโลยีสะอาด[4] ทำการ Optimization เพื่อมาช่วยหาค่าวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่สุด[3] คือ ในด้านค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด และการนำของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นต้น

รูปที่ ค2(ต่อ) บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ใน**ประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 15**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษากระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อ (รูปที่ 2) ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเกือบทุกขั้นตอนและของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตเกือบทุกขั้นตอนเป็นมูลไก่



รูปที่ 2 กระบวนการเลี้ยงไก่เนื้อ

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

Minimize $Z = V_T$ บาท

$$V_T = V_E + V_W + V_A + V_{WS} + V_{BD} + V_{AC} + V_{FR} + V_{FS} + V_M + V_S - V_{DSM} - V_R - V_{DMC} - V_F \quad (1)$$

Minimize $Z = C_T$ หน่วย

$$C_T = C_{WD} + C_{FC} + C_{DMS} + C_{FD} + C_{DMR} + C_{DMCO} + C_{DMO} + C_{WCH} + C_{MWR} \quad (2)$$

Maximize $Z = B_T$ kg

$$B_T = B_M + B_F + B_{BIO} + B_{WS} + B_R \quad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค2(ต่อ) บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ใน**ประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 15**

ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ

CHAFF = ปริมาณแกลบ

BAG = ปริมาณกระสอบใส่อาหาร

C_T = ปริมาณก๊าซเรือนกระจกปล่อยสุทธิ

C_{FCO} = ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในโรงเรือน

C_{FC} = ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในโรงเรือน

C_{FNH} = ปริมาณก๊าซแอมโมเนียภายในโรงเรือน

C_{FD} = ปริมาณฝุ่นละอองภายในโรงเรือน

C_{FCH} = ปริมาณก๊าซมีเทนภายในโรงเรือน

C_{BIOCH} = ปริมาณก๊าซมีเทนจากก๊าซชีวภาพ

C_{BIOCO} = ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากก๊าซชีวภาพ

C_{MCO} = ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปุ๋ยหมัก

C_{MCH} = ปริมาณก๊าซมีเทนจากปุ๋ยหมัก

C_{MNH} = ปริมาณก๊าซแอมโมเนียจากปุ๋ยหมัก

V_T = รายจ่ายสุทธิ

V_E = รายจ่ายค่าไฟฟ้า

V_W = รายจ่ายค่าน้ำ

V_R = รายจ่ายของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่

V_{WS} = รายจ่ายบำบัดน้ำเสีย

V_{BIO} = รายจ่ายก๊าซชีวภาพ

V_{EM} = รายจ่ายกำจัดแมลงวันโดยวิธีเชิงกล

V_{EB} = รายจ่ายกำจัดแมลงวันโดยวิธีชีวภาพ

V_{EF} = รายจ่ายกำจัดแมลงวันโดยวิธีทางเคมี

V_M = รายจ่ายการทำปุ๋ยหมัก

V_P = รายจ่ายค่าแรงงาน

V_{CHM} = รายรับจากแกลบและมูลไก่

V_R = รายรับจากของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่

V_{BIO} = รายรับจากก๊าซชีวภาพ

V_F = รายรับจากปุ๋ยหมัก

B_T = จำนวนผลผลิตหลังจากหักจำนวนของเสียสุทธิ

B_M = จำนวนปุ๋ยหอก

B_F = จำนวนปุ๋ยหมัก

B_{BIO} = จำนวนก๊าซชีวภาพ

B_{WS} = จำนวนการบำบัดน้ำเสีย

B_R = จำนวนของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่

รูปที่ ค2(ต่อ) บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ใน**ประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 15**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายใต้ข้อกำหนดมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

$$0 \leq C_{Sco} \leq 5000\ ppm \quad (4)$$

$$0 \leq C_{PC} \leq 50\ ppm \quad (5)$$

$$0 \leq C_{FME} \leq 20\ ppm \quad (6)$$

$$0 \leq C_{PD} \leq 15\ mi/L \quad (7)$$

ตารางที่ 1

รายการ	ปริมาณรุ่น	หน่วย	ราคารุ่น
ไฟฟ้า	10,363	กิโลวัตต์	39,069
น้ำ	168,397	ลิตร	
แกลบ	11,050	กิโลกรัม	42,500
แก๊ส	14	ถัง	10,263
ไก่เนื้อ	21,420	ตัว	260,774
อาหารเลี้ยงไก่เนื้อ	88,720	กิโลกรัม	
ของเสีย			
- ซากไก่	1,566	ตัว	-
-แกลบ+มูลไก่	70,500	กิโลกรัม	35,640
-ถุงอาหาร	179	กิโลกรัม	

สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดเหล่านี้มาและศึกษาผลกระทบของมลพิษที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิด (EVAP) ซึ่งจากการศึกษาพบว่ากิจกรรมที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเกือบทุกขั้นตอน และของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตคือ แกลบผสมมูลรวมถึงนำหลักการและเทคนิคของเทคโนโลยีระยะทางมาประยุกต์ใช้เพื่อบริหารจัดการด้านพลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานลดค่าใช้จ่ายของหน่วยงานและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ และจากการศึกษาพบว่าผลจากแบบประเมินทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ได้ทำใช้จ่ายน้อยที่สุด ปล่องปริมาณก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด และการนำของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ฟาร์ม ที่ให้ความร่วมมือเก็บตัวอย่างข้อมูลไปวิเคราะห์ และให้ข้อมูลด้านการเลี้ยงและการจัดการฟาร์ม รวมถึงหน่วยงานที่สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

รูปที่ ค2(ต่อ) บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ใน**ประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 15**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

[1] นางสาว มนิสา นวลเต็ม, ขบวนของไก่เนื้อไทยในอาเซียน (AEC) สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์การค้าสินค้าเกษตร สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า

[2] ชบาพิทย์ แป้นเขียนพร์, 2556 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดสำหรับการเลี้ยงไก่เนื้อในกระบวนการทำความเย็นการประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9

[3] Hazell, P. B. R., Norton, R. D.,1986, Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture. MacMillan Publishing Company, New York.

[4] คู่มือเทคโนโลยีสะอาดสำหรับประชาชน สนับสนุนโดย สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, USAEP,The Asia Foundation, กลุ่มความร่วมมือระหว่างองค์กรพัฒนาเอกชนและกลุ่มอุตสาหกรรมไทยเพื่อสิ่งแวดล้อม (IN GROUP)

รูปที่ ค2(ต่อ) บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ใน**ประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 15**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายชลิตตา เทพภักดี
วัน เดือน ปีเกิด	12 ตุลาคม 2533 ที่พัทลุง
ที่อยู่	305 ม.1 ต.ควนขนุน อ.เขาชัยสน จ.พัทลุง 93130
ประวัติการศึกษา	2555 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ.2556-2558	ตำแหน่งวิศวกรโยธาสนามประจำสำนักงาน บริษัท อารียา พร็อพเพอร์ตี จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้