การศึกษาเพื่อสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตร
กรณีศึกษา : ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการจัดการมูลสุกร

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
เอกสารวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร เลขที่ 110
มิถุนายน 2564

BUREAU OF AGRICULTURAL ECONOMIC RESERCH
OFFICE OF AGRICULTURAL ECONOMICS
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES
AGRICULTURAL ECONOMIC RESEARCH NO. 110
JUNE 2021

การศึกษาเพื่อสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตร
กรณีศึกษา : ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการจัดการมูลสุกร

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
กระทรวงเกษตรและเกษตร

บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตรกรณีศึกษา : ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการจัดการมูลสุกร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกในการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon โดยศึกษาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 22 ราย จากจำนวนประชากร 66 ราย ที่เข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียวและโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านปศุสัตว์ โดยกรมปศุสัตว์ ที่ปัจจุบันยังดำเนินการอยู่ และกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการจำนวน 22 ราย โดยทั้งหมดเป็นฟาร์มสุกรขนาดกลาง

ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ภายใต้โครงการฯ อยู่ระหว่าง 71.12 – 1,533.31 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นก๊าซมีเทนอยู่ระหว่าง 132.63 – 1,992.97 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อรุ่นการผลิตเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ในขณะที่การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 18.80 – 497.46 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้เฉลี่ยอยู่ที่ 502.70 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า การศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกในครั้งนี้ประยุกต์การวิเคราะห์ในสองลักษณะ คือ 1 การวิเคราะห์ผลต่างต้นทุนการดำเนินงานระหว่างการเข้าร่วมโครงการและไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ และ 2 การวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรที่แตกต่างจากการดำเนินการจัดการมูลสุกร โดยผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า วิธีแรกต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกอยู่ระหว่าง 16.93 – 804.56 ค่าเฉลี่ย 225.51 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ส่วนวิธีที่สองอยู่ระหว่าง 33.52 – 819.45 ค่าเฉลี่ย 167.47 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า อีกทั้งเกษตรกรที่อยู่ภายใต้โครงการฯ ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐทำให้ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกอยู่ระหว่าง 3.44 – 463.00 เฉลี่ย 85.11 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

จากผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การดำเนินการสนับสนุนให้เกิดระบบการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon จำเป็นต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพให้เหมาะสม การพิจารณาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกเพียงประการเดียวอาจไม่เพียงพอในการดำเนินมาตรการ เนื่องจากการดำเนินการก่อให้เกิดผลประโยชน์ร่วมในหลายประการ อีกทั้งต้นทุนในการดำเนินการต่อระบบดังกล่าวยังมีมูลค่าที่สูงเมื่อเทียบกับประโยชน์ต่อต้นทุนที่ได้ ซึ่งอาจจะเป็นเพราะประสิทธิภาพในการผลิตและการใช้ประโยชน์ยังไม่สอดคล้องกัน ภาครัฐจึงควรวางกรอบนโยบายในการสนับสนุนให้มีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตรให้รอบด้าน โดยเฉพาะการพัฒนาศักยภาพ และส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์จากก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตที่สามารถลดต้นทุนได้ดีขึ้น

คำสำคัญ ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจก การปล่อยก๊าซเรือนกระจก การจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศ

Abstract

The study for supporting agricultural GHGs (Greenhouse Gases) reduction: Marginal Abatement Cost on manure management objectives was quantifying GHG mitigation and finding Marginal Abatement Cost from manure management with biogas covered lagoon system. The sample is middle size (500 – 5,000 fattening pigs) operating farms from the population of 66 farms who attended Agricultural Green City Project and Promoting Livestock Wastewater Management Projects under the Department of Livestock Development (DLD) and comparing with 22 out of project farms.

The results showed that GHGs from manure management with biogas covered lagoon system under the DLD project was between 71.12 and 1,533.31-ton Carbon dioxide equivalent (tCO_2e) Baseline Emission 132.63 – 1,992.91 tCO_2e whereas Project Emission used for farm electricity 18.80 – 497.46 tCO_2e and Emission Reduction was around 502.70 tCO_2e. The research results are applied to 2 methodologies 1 the analysis in Marginal Abatement Cost on the difference with-project from without-project samples on total cost and 2) the analysis on with-project samples calculated the operating system on variable cost. According to the methodologies, the results of the first was between 16.93 and 804.56 also on average 225.51 baht per tCO_2e along with the second was between 33.52 and 819.45 also mean value 167.47 baht per tCO_2e respectively; however, the farmers within project samples who got supported from the government, had Marginal Abatement Cost between 3.44 and 463.00 on average 85.11 baht per tCO_2e.

The study reflects the subsidy on the manure management with biogas covered lagoon system need to be considered the efficiency on utilizing biogas appropriately. Marginal Abatement Cost methodology was insufficient for making policy decisions due to the system making various co-benefits because the study on cost and benefit is irrelevant on efficacy. The government should frame the policy on supporting agricultural GHGs reduction comprehensively especially improving potential and promoting diminishing cost with the better GHGs exploiting.

Keywords: Marginal Abatement Cost Greenhouse Gases Reduction/Mitigation Manure management with biogas covered lagoon system

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นสถานการณ์ที่โลกกำลังเผชิญอยู่อย่างต่อเนื่อง เช่น ความแปรปรวนของสภาพอากาศ ภาวะฝนแล้ง น้ำท่วม เป็นต้น รวมถึงเหตุการณ์อื่นที่กระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของประชากรทั้งทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจและสังคม ในขณะเดียวกันการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือภาวะเรือนกระจกจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกบนชั้นบรรยากาศ โดยภาคการเกษตรเป็นภาคส่วนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในด้านการผลิต อีกทั้งการบริโภคของประชากรจากผลผลิตทางการเกษตร ก็ยังส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ทั้งนี้ภาคปศุสัตว์ถือเป็นภาคการผลิตทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดปัญหานี้ การศึกษาเพื่อสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตร กรณีศึกษา : ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการจัดการมูลสุกร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ผลการศึกษาดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการออกแบบนโยบายเพื่อใช้ในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตรในอนาคตต่อไป

ผู้วิจัย ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ของกรมปศุสัตว์ กรมอุตุนิยมวิทยา ศูนย์สารสนเทศการเกษตร และสำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ที่ให้ความร่วมมือในการอนุเคราะห์ข้อมูลและแนวทางในการศึกษาในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ข
คำนำ		ฉ
สารบัญตาราง		ฌ
สารบัญภาพ		ฎ
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
	1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
	1.5 วิธีการวิจัย	5
	1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2	**การตรวจเอกสาร แนวคิดและทฤษฎี**	7
	2.1 การตรวจเอกสาร	7
	2.2 แนวคิดและทฤษฎี	11
บทที่ 3	**ข้อมูลทั่วไป**	27
	3.1 ลักษณะทั่วไป	27
	3.2 ระบบการจัดการก๊าซชีวภาพจากการเลี้ยงสุกร	28
	3.3 โครงการด้านการจัดการก๊าซเรือนกระจกภาคปศุสัตว์	34
บทที่ 4	**ผลการวิจัย**	37
	4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon	37
	4.2 ต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon	39
	4.3 สมมติฐานจากฉากทัศน์ (Scenario)	46
	4.4 ข้อคิดเห็นของเกษตรกร	48
บทที่ 5	**สรุปและข้อเสนอแนะ**	51
	5.1 สรุป	51
	5.2 ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม		53
ภาคผนวก		55
	ภาคผนวกที่ 1 ตัวอย่างรายละเอียดโครงการโดยกรมปศุสัตว์	57
	ภาคผนวกที่ 2 ข้อมูลในการวิเคราะห์	69
	ภาคผนวกที่ 3 แบบสอบถาม	83

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ปีผลิต 2563 27

3.2 ลักษณะทั่วไปของสุกรที่เลี้ยง ปีผลิต 2563 28

4.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการจัดการมูลสุกรภายใต้โครงการฯ 38

4.2 ต้นทุนการเลี้ยงสุกรของผู้เข้าร่วมโครงการฯ และผู้ที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ 43

4.3 ต้นทุนการเลี้ยงสุกรในการวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรที่แตกต่างจากการดำเนินการจัดการมูลสุกร (วิธีที่ 2 45

4.4 ต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ตามวิธีและฉากทัศน์ 48

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุน ผลประโยชน์ และต้นทุนส่วนเพิ่มจากการดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก 14
3.1 กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรระบบ Covered Lagoon 34
4.1 สัดส่วนปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการจัดการมูลสุกรภายใต้โครงการฯ 39
4.2 ต้นทุนการเลี้ยงสุกรกรณีเข้าร่วมโครงการ 40
4.3 สัดส่วนต้นทุนผันแปรการเลี้ยงสุกรกรณีเข้าร่วมโครงการ 40
4.4 ต้นทุนการเลี้ยงสุกรกรณีไม่ได้เข้าร่วมโครงการ 41
4.5 สัดส่วนต้นทุนผันแปรการเลี้ยงสุกรกรณีไม่ได้เข้าร่วมโครงการ 41
4.6 ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสัตว์วิธีที่ 1 42
4.7 ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสัตว์วิธีที่ 2 44
4.8 ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสัตว์วิธีที่ 2 กรณีได้รับความช่วยเหลือ 46
4.9 ต้นทุนส่วนเพิ่มฯ ฉากทัศน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า 47
4.10 ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสัตว์ฉากทัศน์สนับสนุนเงินลงทุนเพิ่ม 47

ฐ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นภาคีสมาชิกภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) รวมทั้งเข้าร่วมข้อตกลงปารีส หรือ Paris Agreement ซึ่งมีพันธกิจในการลดก๊าซเรือนกระจก เสริมสร้างการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และพัฒนาความรู้แก่ประชาชนต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น สาเหตุหรือปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นผลมาจากความผันแปรตามธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ซึ่งก๊าซเรือนกระจกนี้เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ถือเป็นสาเหตุหลักอันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ภาวะโลกร้อนหรือภาวะเรือนกระจกซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกขึ้นไปสะสมและทำลายชั้นบรรยากาศ ทั้งนี้ตามรายงานของ Climate Change Performance Index พ.ศ. 2563 (Jan Burck, et al. ,2019 ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นอันดับที่ 34 จาก 61 ประเทศ (สหภาพยุโรปรวม 28 ประเทศ

รายงานแห่งชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศฉบับที่ 3 (Third National Communication) ของไทย (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2018 รายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่า ในช่วงการวิเคราะห์ (พ.ศ.2543 - 2556 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยภาคพลังงานเป็นภาคส่วนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงมาเป็นภาคเกษตร ภาคกระบวนการอุสาหกรรม และของเสียตามลำดับ ซึ่งภาคเกษตรมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมการปลูกข้าวมากที่สุด รองลงมาเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในดินทางการเกษตร อันดับสามเกี่ยวข้องกับภาคปศุสัตว์ที่ประกอบด้วยการหมักในกระเพาะอาหารสัตว์ และการจัดการมูลสัตว์ สุดท้ายคือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร ตามพันธกิจในการลดก๊าซเรือนกระจกต่อนานาชาติ ประเทศไทยได้มีการจัดส่งการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (National Determined Contributions: NDC) ซึ่งระบุปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกที่ร้อยละ 20 - 25 จากกรณีปกติ ในช่วงปี พ.ศ. 2564 - 2573 ที่เป็นลักษณะทุกภาคส่วนเศรษฐกิจมีส่วนร่วม (Economy Wide) ซึ่งกระบวนการเบื้องต้น ประเทศไทยได้รวบรวมและจัดทำแผนงานที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจก ทั้งจากภาคพลังงาน ขนส่ง และการจัดการของเสีย เป็นต้น ซึ่งภาคเกษตรยังไม่ได้มีบทบาทในการลดก๊าซเรือนกระจกตาม NDC ของประเทศ แต่ก็ได้มีการเตรียมความพร้อมจากการศึกษาศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก (Attavanich and Pengthammakerati, 2018 โดยภาคเกษตรมีศักยภาพในการลดก๊าซ เรือนกระจกจากกรณีปกติ (Business As Usual) ในแต่ละทางเลือกซึ่งประกอบด้วย 5 ทางเลือกจากการศึกษาเบื้องต้น ได้แก่ (1 การทำนาข้าวแบบเปียกสลับแห้ง (2 การปรับปรุงอาหารสัตว์ (ต่อระบบการหมักในกระเพาะอาหารสัตว์ (3 การจัดการมูลสัตว์ในระบบปิดเพื่อการผลิตก๊า ซชีวภาพ (4 การห้ามเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตร และ (5 การใช้ปุ๋ยให้เหมาะสมตามค่าวิเคราะห์ดิน

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการบริโภคเนื้อสัตว์ต่อประชากรสูงเป็นอันดับต้น ๆ ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หรืออาเซียน ภาคปศุสัตว์โดยเฉพาะสุกร ถือเป็นส่วนสำคัญในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตร ซึ่งตามรายงาน OECD-FAO (2019 ได้มีการ คาดการณ์การผลิตสุกรว่าจะมีอัตราการบริโภคเพิ่มสูงขึ้นในปี พ.ศ. 2562 ถึง 2571 ร้อยละ 0.78 อีกทั้งสุกรถือว่ามีประสิทธิภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกจาก

การผลิตก๊าซชีวภาพมากกว่าปศุสัตว์ประเภทอื่น (สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์และคณะ, 2560 การจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจึงเป็นทางเลือกในการลดก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญในการนำมาศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยศึกษาในเชิงเศรษฐกิจเกี่ยวกับต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกที่เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของต้นทุนต่อการลดก๊าซเรือนกระจกหนึ่งหน่วยการศึกษา เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจกำหนดทางเลือกหรือมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon

1.2.2 เพื่อศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้พิจารณาประชากรที่เข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียวด้านปศุสัตว์ และโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านปศุสัตว์ จากกรมปศุสัตว์ ตามรายชื่อผู้เข้าร่วมโครงการฯ ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 - 2560 จำนวน 90 ราย ซึ่งเป็นประชากรที่ยังดำเนินโครงการในปัจจุบันและเป็นฟาร์มสุกรขนาดกลาง (จำนวนสุกร 500 – 5,000 ตัว หรือน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ 60 - 600 จำนวน 66 ราย ใน 22 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง น่าน พะเยา พิษณุโลก นครสวรรค์ ชัยนาท ราชบุรี จันทบุรี สระบุรี นครนายก มหาสารคาม กาฬสินธุ์ หนองคาย นครราชสีมา ศรีสะเกษ ขอนแก่น ร้อยเอ็ด นครพนม และพัทลุง จำนวนตัวอย่างประกอบด้วยเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ 22 ตัวอย่าง/ฟาร์ม และไม่ได้เข้าร่วมโครงการจาก 22 ตัวอย่าง/ฟาร์ม ในแต่ละจังหวัด รวมเป็น 44 ตัวอย่าง และศึกษาต้นทุนการเลี้ยงสุกรหนึ่งรุ่นในปีการผลิต 2563

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

ศัพท์เฉพาะตามรายงานวิจัยฉบับนี้รวบรวมจาก (1 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2555 ตามอภิธานศัพท์และคำย่อ ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก และ (2 กระทรวงพลังงาน (2554 คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ซึ่งประกอบด้วย

ภูมิอากาศ (Climate ในความหมายแคบมักใช้หมายถึง "ค่าเฉลี่ยอากาศ" หรือในความหมายที่รัดกุมมากกว่านั้น จะใช้หมายถึงคำอธิบายทางสถิติในแง่ของค่าเฉลี่ยและความผันแปรของปริมาณที่เกี่ยวข้องในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งครอบคลุมระยะเวลาตั้งแต่เดือนจนถึงพันหรือล้านปี ช่วงระยะเวลาที่ใช้วัดทั่วไปคือ 30 ปีตามที่กำหนดโดยองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO ปริมาณเหล่านี้ส่วนใหญ่มักจะหมายถึงตัวแปรที่พื้นผิวโลก เช่น อุณหภูมิ หยาดน้ำฟ้า และลม ส่วนภูมิอากาศ (climate ในความหมายกว้างคือ สภาวะรวมถึงคำอธิบายทางสถิติของระบบภูมิอากาศ (climate system

คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC เป็นหน่วยงานด้านวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ก่อตั้งในปี พ.ศ. 2531 (ค.ศ. 1988 โดยโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme: UNEP และองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization: WMO มีผลงานตีพิมพ์ที่ได้รับความ น่าเชื่อถือมากมาย

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพลักษณะอากาศเฉลี่ย (Average weather ในพื้นที่หนึ่ง ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดได้จาก 3 ลักษณะหลักคือ

(1 แบบธรรมชาติตามปัจจัยทางธรรมชาติ (Natural factors เช่น การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของแสงอาทิตย์ เป็นต้น

(2 แบบธรรมชาติตามกระบวนการภายในภูมิอากาศเอง (Natural processes within the climate เช่น การหมุนเวียนระบบของมหาสมุทร เป็นต้น

(3 แบบกิจกรรมของมนุษย์ (Human activities เช่ น การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล หรือการตัดไม้ทำลายป่า

โดยนิยามของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นผลโดยตรงหรือโดยอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชั้นบรรยากาศโลก และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความแปรปรวนทางสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในช่วงเวลาเดียวกัน ในขณะที่ความหมายที่ใช้ใน IPCC การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ไม่ว่าจะเนื่องมาจากความผันแปรตามธรรมชาติ หรือจากกิจกรรมของมนุษย์

อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกำหนดกรอบโดยรวมสำหรับความพยายามระหว่างรัฐบาลที่จะจัดการความท้าทายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อนุสัญญาฯ ยอมรับว่า ระบบภูมิอากาศ (climate system) เป็นทรัพยากรที่ใช้ร่วมกัน ซึ่งเสถียรภาพของระบบได้รับผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน (หรือ รังสีอินฟราเรด ได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ เมื่อมีก๊าซเหล่านี้ในบรรยากาศมากขึ้น บรรยากาศโลกจึงมีอุณหภูมิสูงขึ้น ก๊าซเรือนกระจกมีหลายชนิด เช่น ไอน้ำ โอโซน ถือเป็นกลุ่มก๊าซที่จะก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกตามพิธีสารเกียวโต จะระบุก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญไว้ 6 ชนิด คือ CO_2 (Carbon dioxide CH_4 (Methane N_2O (Nitrous oxide HFCs (Hydrofluorocarbons PFCs (Perfluorocarbons และ SF_6 (Sulphur hexafluoride

ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect เป็นปรากฏการณ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับสภาพที่เกิดขึ้นภายในเรือนกระจกที่ใช้สำหรับปลูกพืชในประเทศหนาว โดยแสงแดดสามารถส่องผ่านให้ความอบอุ่นภายในเรือนกระจกได้ แต่กระจกสามารถสะท้อนไม่ให้ความร้อนออกไปจากเรือนกระจกได้ จึงสามารถคงอุณหภูมิภายในเรือนกระจกไม่ให้หนาวเย็นเหมือนภายนอกได้

การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission) หมายถึง ก๊าซเรือนกระจกทั้ง 6 ชนิดตามพิธีสารเกียวโตที่เกิดขึ้นจากการผลิตและใช้พลังงาน มลพิษ (Air Pollution) ในส่วนนี้จะไม่เกี่ยวข้องกับมลพิษอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ก๊าซเรือนกระจกแต่อย่างใด

ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ค่าที่ใช้ในการแปลงค่าข้อมูลเบื้องต้น ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อคิดเป็นค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งในกิจกรรมประเภทเดียวกันจะมีความแตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิงและแตกต่างกันตามเทคโนโลยีที่ใช้ Emission Factor จะถูกนำไปใช้เพื่อคำนวณข้อมูลก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้ค่าดังกล่าวยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะของท้องถิ่นนั้น ๆ

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Mitigation) การดำเนินการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ เช่น การลดการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ถ่านหินหรือก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้า หรือ การลดการเกิดก๊าซมีเทนในระบบบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เป็นต้น

คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon dioxide equivalent: CO_2e / CO2-Eq) ได้มีการกำหนดก๊าซเรือนกระจกไว้ 6 ชนิดตามพิธีสารเกียวโต เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีศักยภาพการเกิดภาวะความร้อน (Global Warming Potential: GWP) ไม่เท่ากัน จึงได้กำหนดค่าการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของแต่ละสารให้เทียบเท่าศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดย IPCC เท่ากับ 1 เช่น มีเทน 1 หน่วย เท่ากับ 28 คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เป็นต้น โดยส่วนใหญ่มีการเทียบเป็นตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e

การรั่วไหลของคาร์บอน (Carbon Leakage) เป็นคำที่ใช้ในเชิงปัญหาของการย้ายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปปล่อยในสถานที่หรือประเทศอื่น เช่น การย้ายโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำจากประเทศหนึ่ง (เช่น ญี่ปุ่น ไปสู่ประเทศใหม่ (เช่น ไทย เป็นต้น ที่มีระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศต่ำกว่าประเทศเดิมมาก

ระดับศักยภาพที่ทำให้โลกร้อนขึ้น (Global Warming Potential) กำหนดโดย IPCC แยกตามก๊าซเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ โดยค่าจะเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) เป็นรูปแบบของกลไกยืดหยุ่นภายใต้พิธีสารเกียวโต โดย CDM จะเป็นกลไกยืดหยุ่นที่ประเทศนอกภาคผนวก 1 (ประเทศกำลังพัฒนา สามารถเข้ามามีส่วนร่วมได้ รายละเอียดของ CDM จะอยู่ในมาตรา 12 สำหรับประเทศไทยการดำเนินงาน CDM ทุกโครงการจะต้องได้รับหนังสือให้คำรับรองโครงการ (Letter of Approval) จากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน โครงการ CDM นั้น มีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อช่วยให้ประเทศในภาคผนวกที่ 1 บรรลุเป้าหมาย ในการลดก๊าซเรือนกระจกตามพันธกรณี และเพื่อช่วยประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 บรรลุถึงการพัฒนาที่ยั่งยืน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกในภาพรวม

เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment เป็นเทคโนโลยีที่อาศัยแบคทีเรียช่วยย่อยสลายอินทรีย์เหล่านั้น โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ (Aerobic digestion) และเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic digestion)

ก๊าซชีวภาพ (Biogas) จากการบำบัดน้ำเสีย เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนตามธรรมชาติ โดยแบคทีเรียไม่ต้องการออกซิเจนทำให้เกิดผลผลิตของก๊าซชีวภาพ ก๊าซชีวภาพจะอยู่ในรูปของก๊าซผสม เช่น มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ เป็นต้น

บ่อหมักก๊าซชีวภาพ (Biogas lagoon) ซึ่งเทคโนโลยีในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 1 กลุ่มบ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบช้า (Row Rate Anaerobic Digestion) ประกอบด้วย บ่อหมักช้าแบบถังลอย บ่อหมักช้าแบบโดมคงที่ บ่อหมักช้าแบบราง บ่อแบบ Covered Lagoon และ 2 กลุ่มบ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบเร็ว (High Rate Anaerobic Digestion)

หน่วยปศุสัตว์ แบ่งออกเป็น ฟาร์มขนาดเล็ก จำนวน 50 - 500 ตัว หรือ มีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ตั้งแต่ 6 - 60 หน่วย ปศุสัตว์ (หนึ่งหน่วยปศุสัตว์ = 500 กิโลกรัม ฟาร์มขนาดกลาง จำนวน 500 - 5,000 ตัว หรือมีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ ตั้งแต่ 60 - 600 หน่วยปศุสัตว์ ฟาร์มขนาดใหญ่ จำนวน 5,000 ตัว ขึ้นไป หรือมีน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ มากกว่า 600 หน่วยปศุสัตว์

1.5 วิธีการวิจัย

1.5.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data จากการสำรวจด้วยตัวอย่างโดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตาม Rule of Thumb ของ Neuman (1991 โดยหากประชากรน้อยกว่า 1,000 คน ใช้อัตราส่วนการสุ่มตัวอย่างร้อยละ 30 โดยศึกษาจากจำนวนประชากร 66 ราย ใน 22 จังหวัด ที่เข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียวด้านปศุสัตว์ และโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านปศุสัตว์ จากกรมปศุสัตว์ โดยเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการฯ 22 ราย (ร้อยละ 33 จาก 22 จังหวัด และไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ 22 ราย และศึกษาต้นทุนการเลี้ยงสุกรหนึ่งรุ่นในปี 2563 รวมทั้งศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon

2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data เป็นข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม ค่าตั้งต้น (default ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก ตามระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสำหรับการกักเก็บก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกร จากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน รวมทั้งแหล่งข้อมูลประกอบการจัดทำจากรายงานการศึกษา วารสารวิชาการ และเว็บไซต์

1.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative analysis ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ

1 ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics อธิบายลักษณะทั่วไปของ ต้นทุนการผลิตสุกร รวมทั้งต้นทุนส่วนเพิ่ม

2 ใช้สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ เชิงปริมาณและสรุปข้อมูลโดยอ้างอิงจากค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่าง รวมสมการในการศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจก

ทั้งนี้การศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง (Emission Reduction: ER) ได้ประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสำหรับการกักเก็บก๊าซมีเทน จากการบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน ซึ่งพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission: BE กับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission: PE ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission: LE) ดังนี้

$$\mathbf{ER_y = BE_y - PE_y - LE_y}$$

โดยที่

ER_y = การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีหรือรุ่น y (tCO_2e/year)

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีหรือรุ่น y (tCO_2e/year)

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปีหรือรุ่น y (tCO_2e/year)

LE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปีหรือรุ่น y (tCO_2e/year)

โดยต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก ได้ทำการปรับปรุงแบบสอบถามจากแบบสำรวจต้นทุนการเลี้ยงสุกร (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และ ใช้วิธีการในการวิเคราะห์ 2 แนวทาง โดยได้ประยุกต์ใช้มูลค่าปัจจุบันของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการฯ ประกอบด้วย

(1 การวิเคราะห์ผลต่างต้นทุนการดำเนินงานระหว่างการเข้าร่วมโครงการ ($C_{P,y}$ และไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ ($C_{B,y}$) ที่มีลักษณะเป็นข้อมูลต้นทุนการเลี้ยงสุกรต่อตัว ตามจำนวนของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ

$$MAC = \frac{C_{P,y} - C_{B,y}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของ } ER_y}$$

(2 การวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรที่แตกต่างจากการดำเนินการจัดการมูลสุกร

$$MAC = \frac{\text{เงินลงทุน + ค่าปัจจุบันตลอดอายุของผลต่างต้นทุนที่เกี่ยวข้อง } (\Delta \text{Variable Cost}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของ } ER_y}$$

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ภาครัฐหรือผู้กำหนดนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจก สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประกอบในการพิจารณาทางเลือกและมาตรการในการสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจก

1.6.2 ผู้สนใจสามารถศึกษาวิธีการและเปรียบเทียบผลการศึกษาเพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องมือในการลดก๊าซเรือนกระจกต่อไป

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร แนวคิดและทฤษฎี

2.1 การตรวจเอกสาร

2.1.1 ต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจก

การวิเคราะห์ทางเลือก (Option) ที่สำคัญสำหรับการลดก๊าซเรือนกระจกในทางเศรษฐศาสตร์ได้ประยุกต์ใช้การศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจก (Kesicki, F. and Strachan, N. ,2011) ซึ่งเป็นการพิจารณาประสิทธิภาพของต้นทุน (Cost - Effectiveness) สำหรับการลดก๊าซเรือนกระจกที่เปรียบเทียบต้นทุนตามหน่วยเงินตรากับปริมาณก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งสะท้อนหน่วยสุดท้ายของต้นทุนตามปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเส้นต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal Abatement Cost Curve) สามารถใช้ศึกษาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก ผลดีหรือผลเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้ต้นทุนในการดำเนินมาตรการใด ๆ ได้อีกด้วย โดยจำแนกออกเป็น (1 การสร้างเส้นต้นทุนส่วนเพิ่มจากมาตรการที่ดำเนินการและจัดลำดับที่สามารถประเมินขอบเขตหรือปริมาณต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินมาตรการ และ (2) การใช้แบบจำลองที่แปลงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบพลังงาน และแปลงค่าเป็นต้นทุนในการดำเนินกิจกรรม หลายประเทศใช้เส้นต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจก เป็นเครื่องมือในการพิจารณาทางเลือกและมาตรการสำหรับการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งตามทฤษฎีการใช้เครื่องมือนี้มีข้อด้อยบางประการ เนื่องจากเป็นการศึกษาต้นทุนทางตรงที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจกหรือเทคโนโลยี ได้แก่ ต้นทุนการลงทุน การดำเนินการ การบำรุงรักษา เชื้อเพลิง โดยไม่ได้พิจารณาต้นทุนที่ไม่ใช่เงิน การเปรียบเทียบควรดำเนินการให้เป็นปัจจุบันโดยการใช้อัตราคิดลด (Discount Rate) เพื่อศึกษามูลค่าในการลงทุน อาจมีความไม่เท่าเทียมกันระหว่างอัตราคิดลดทางสังคมกับเอกชน เนื่องจากเป็นมาตรการในระดับประเทศ แต่ในขณะเดียวกันการดำเนินดังกล่าวเป็นกิจกรรมในภาคเอกชน อีกทั้งการคิดต้นทุนส่วนเพิ่มส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเชิงสภาวะ (Static) ทำให้ไม่สามารถสะท้อนการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาได้ดี ซึ่งสะท้อนการวิเคราะห์ความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่อาจจะเกิดขึ้นซึ่งการศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร (Eory, V., Pellerin, S., Garcia G C. et al. ,2018) ประยุกต์ใช้วิธีการในการพิจารณาต้นทุนที่ใช้ในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเส้นต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก สามารถบอกถึงผลประโยชน์สุทธิจากการดำเนินการ รวมทั้งประสิทธิภาพของต้นทุนต่อทางเลือกในการลดก๊าซเรือนกระจก

โดยการประยุกต์ใช้กับภาคเกษตรในระดับประเทศ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ (1 การใช้แบบจำลองดุลยภาพทางการตลาด (Market Equilibrium Models) ต่อข้อจำกัดในการลดก๊าซเรือนกระจก (2 การใช้แบบจำลองจุลภาค (Microeconomic Models) ที่สะท้อนพฤติกรรมการจัดการฟาร์มให้ได้มาซึ่งต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจก (3 เส้นต้นทุนส่วนเพิ่มในเชิงวิศวกรรมต่อกระบวนการลดก๊าซเรือนกระจก ภาคการเกษตรนอกจากจะเป็นภาคส่วนที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศในขณะเดียวกันยังเป็นภาคส่วนที่กักเก็บ (Sink) หรือตรึง (Sequestration) คาร์บอน ดังนั้นการพิจารณาฉากทัศน์อ้างอิง (Reference Scenario) ในการศึกษาโดยเฉพาะการปลดปล่อยคาร์บอนและต้นทุน เพื่อใช้ในการกำหนดนโยบายจึงควรเหมาะสมกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ซึ่งการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถประยุกต์ใช้ตาม IPCC National GHG Inventories (IPCC - NI) หรือการประเมินวัฐจักรชีวิต (Life - Cycle Assessment) ทั้งนี้การคำนวณต้นทุนในการผลิตตามกระบวนการเชิงวิศวกรรม อาจจะไม่ได้คำนึงถึงการพิจารณาต้นทุนค่าเสียโอกาส ต้นทุนธุรกรรม และต้นทุนทางสังคม

รวมทั้งแตกต่างจากการวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนจากการดำเนินมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจก การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนในการดำเนินงาน ก็เป็นข้อจำกัดประการหนึ่งในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของต้นทุนที่ใช้ โดยเมื่อจัดทำมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกผ่านการวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่ม กรณีที่เป็นบวกสะท้อนถึงต้นทุนที่แพงในการดำเนินมาตรการ จึงควรมีมาตรการส่งเสริมด้านต้นทุนหรือทำให้มีประสิทธิยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถเทียบได้กับราคาคาร์บอนจากการดำเนินมาตรการดังกล่าวเป็นค่าเฉลี่ย (ราคาคาร์บอนในตลาดปัจจุบันยังไม่มีประสิทธิภาพ อาจใช้ต้นทุนเฉลี่ยของมาตรการในการเปรียบเทียบ

2.1.2 ต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจกภาคปศุสัตว์

ภาคการเกษตรเป็นหนึ่งในภาคส่วนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกิจกรรมทางการผลิต การขนส่ง และกระบวนการต่าง ๆ ในส่วนของภาคปศุสัตว์มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้ผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญ โดยผลิตภัณฑ์จากปศุสัตว์มีการคาดการณ์ว่ามีแนวโน้มที่จะเติบโตขึ้นถึงร้อยละ 70 ภายในปี ค.ศ.2050 (Silva, R., Barrioni, L., Albertini, T., Eory, V., Topp, C., Fernandes, F., Moran, D., 2015) ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นสะท้อนถึงการเพิ่มขึ้นของมูลปศุสัตว์หรือของเสียที่เกิดขึ้นจากการขับถ่าย อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญจากการเกิดก๊าซเรือนกระจกในภาคปศุสัตว์ ประเทศในกลุ่มร้อนชื้นมีผลิตภาพในภาคปศุสัตว์ต่ำมีความเชื่อมโยงกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูง ไม่ใช่เพียงแต่ระบบฟาร์มเท่านั้น ระบบปศุสัตว์ในทุ่งหญ้าก็ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจากหลายทาง ทั้งจากมูลที่ถูกขับถ่ายออกมา รวมถึงปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในดิน (Soil Carbon Stock) ทั้งนี้ประเทศบราซิลซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มประเทศร้อนชื้นอันดับ 2 ในการผลิตเนื้อวัวของโลก (ร้อยละ 14.7 รวมทั้งเป็นประเทศที่ทำการปศุสัตว์แบบทุ่งหญ้า งานศึกษาวิจัยเส้นต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรของประเทศครอบคลุมการเพาะปลูกพืช ปศุสัตว์และป่าไม้ รวมทั้งศึกษาศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก (Potential Abatement) โดยใช้เส้นต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นเส้นฐานการดำเนินงานปกติ (Business As Usual)

การศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก วิเคราะห์ต้นทุนการบำรุงรักษา (Maintenance Cost เพิ่มเติมจากต้นทุนทั่วไป ซึ่งได้ศึกษาประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบของต้นทุนในแต่ละทางเลือกในการลดก๊าซเรือนกระจก ที่ประเทศบราซิลได้แสดงเจตจำนงในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรภายใต้การดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศ (Nationally Appropriate Mitigation Actions: NAMAs ได้แก่ การพัฒนาโปรตีนในอาหารสัตว์ การฟื้นฟูทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (จำกัดการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน และการจัดการปริมาณไนโตรเจนในระบบย่อยอาหารสัตว์ ทำการศึกษาผลต่างต้นทุนและปริมาณก๊าซเรือนกระจกภายในช่วงเวลา (คำนวณการคิดลด ผลการศึกษา พบว่า การจัดการปริมาณไนโตรเจนในระบบย่อยอาหารสัตว์มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด ส่วนมาตรการที่เหมาะสมสำหรับภาคเกษตรในการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้ NAMAs พิจารณาต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกที่มีค่าเป็นลบ ได้แก่ การฟื้นฟูทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ 0.05 เหรียญสหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า การพัฒนาโปรตีนในอาหารสัตว์ และการจัดการปริมาณไนโตรเจนในระบบย่อยอาหารสัตว์ 2.88 และ 8.01 เหรียญสหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ ส่วนงานศึกษาของ Müller, J and Rehl, T., 2013 ได้ดำเนินการวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกคำนึงถึงประสิทธิภาพของต้นทุนในการใช้เทคโนโลยีเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกซึ่งรวมไปถึงการหาต้นทุนของประเทศที่เหมาะสมในการดำเนินการ งานวิจัยทำการศึกษา (1) วิธีวัฏจักรชีวิต (Life Cycle ISO14040,14044) ในการคิดก๊าซเรือนกระจกและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับต้นทุน (2) ต้นทุนมากที่สุดที่ใช้ในการลดก๊าซเรือนกระจกและศักยภาพการลดก๊าซจากระบบการผลิตก๊าซชีวภาพที่ต่างกันทั้งค่าเฉลี่ยและส่วนเพิ่ม และ (3) การหาตัวแปร

(Parameter) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพต้นทุนในแต่ละระบบการผลิต โดยระบบการผลิตแบ่งออกเป็น E1 ระบบโรงงานผลิต E2 ระบบโรงงานผลิตและก๊าซชีวภาพ EH1/HE1 ระบบพลังงานความร้อนและระบบโรงงานผลิต EH2/HE2 ระบบท่อส่งก๊าซชีวภาพ โดยสนับสนุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อน รวมทั้งใช้การคิดลด (Discount) แบบหลายงวด (Annuity) ระยะเวลา 20 ปี ดอกเบี้ยในการคำนวณจากระบบการติดตั้ง 10 ปี อยู่ที่ร้อยละ 4.5 ต้นทุนประกอบด้วย การบริโภค การลงทุนและต้นทุนอื่นที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งไม่รวมรายได้จากของเสียในระบบการจัดการ พบว่า มีจำนวน 14 จาก 30 โครงการที่มีค่าต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นลบ หรือหมายความว่าเป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจ จากการไม่ได้ดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกดังกล่าว ซึ่งการศึกษาแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกของภาคปศุสัตว์ ยังมีการวิเคราะห์ทางเลือกจากระบบการย่อยอาหารของปศุสัตว์ ซึ่งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำคัญ โดย Blumenstein, B. Siegmeier, T. and Möller, D., 2016 ทำการศึกษาแนวทางการรับซื้อพลังงานในภาคเกษตรหรือก๊าซชีวภาพโดยรัฐบาลประเทศเยอรมันสนับสนุนการดำเนินงานซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบจากระบบการผลิต คือ แบบดั้งเดิมและระบบอินทรีย์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย ระบบโรงงานขนาด 75 250 และ 500 กิโลวัตต์ (Kwatts รวมทั้งมีรูปแบบดั้งเดิมและอินทรีย์ ซึ่งในแต่ละกลุ่มตัวอย่างจะจำแนกเป็นการให้อาหารแบบตักและระบบสายพานลำเลียง มูลสัตว์ ที่เป็นปัจจัยนำเข้าในการผลิตพลังงานชีวภาพจะถูกผสมในสัดส่วน 80 ต่อ 20 (ส่วนผสมอื่น การศึกษาต้นทุนใช้อัตราคิดลดที่ร้อยละ 6 แบบหลายงวด ผลการศึกษาพบว่า ต้นทุนในการลงทุน (เงินลงทุน ในระบบผลิตแบบอินทรีย์มีมูลค่ามากกว่าแบบดั้งเดิมถึงร้อยละ 12 ต้นทุนเบื้องต้นในการคำนวณประกอบด้วย ต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่รายปี ซึ่งสัมพันธ์กับการผลิตพลังงานชีวภาพที่ผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า มาใช้ระบบอินทรีย์มีต้นทุนสูงกว่าระบบดั้งเดิม 1 - 4 ยูโรต่อกิโลวัตต์ชั่วโมงหรือร้อยละ 5 – 15

2.1.3 การศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกประเทศไทย

การดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศไทย เป็นการดำเนินงานตามแผนงาน/โครงการของประเทศ ซึ่งรวมแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกแบบสมัครใจโดยการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกรายสาขา (Sectoral Approach แผนการดำเนินงานเกี่ยวกับภารกิจด้านการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยตาม NAMAs ประกอบด้วย ภาคพลังงาน และคมนาคม เป็นหลัก ประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่มีแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) การมุ่งเน้นสังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) เป็นต้น การศึกษาของ อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา และคณะ (2554 ทำ การศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกตามกลไกการดำเนินงานของประเทศ และศึกษาโครงสร้างต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากโครงการภายใต้กลไกพัฒนาที่สะอาด หรือ Bottom – up approach โดยใช้ข้อมูลจาก Country Abatement Costing Studies และข้อมูลต้นทุนของผู้ประกอบการภายใต้โครงการ CDM ซึ่งรวมต้นทุนในการติดตั้งเครื่องมือ (Installation Cost ที่ใช้ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และต้นทุนในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษา (O&M Cost) ตามเอกสารของผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ CDM ของประเทศไทย ศึกษาต้นทุนต่อหน่วยในการลดก๊าซเรือนกระจกและศึกษาสมการต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจก ใช้ข้อมูลโครงการ CDM จำนวน 128 โครงการ แบ่งออกเป็น (1 ภาคพลังงาน (ในกิจกรรมประเภทอุตสาหกรรม เกษตร ไฟฟ้า และความร้อน (2 ภาคอุตสาหกรรม และ (3 ภาคของเสียและปฏิกูล โดยเมื่อ ทำการเรียงลำดับแบบ Rank sum พบว่าต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 16 ถึง 27,343 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และเมื่อสร้างสมการเชิงเส้นต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกตามระบบเศรษฐกิจต่าง ๆ เป็นกรณีฐาน และสร้างแบบจำลอง

ที่มีตัวแปรวัสดุตั้งต้น ผู้ประกอบการที่ใช้วัสดุตั้งต้นจากการผลิตอิฐ เศษเหลือทิ้งจากการเกษตร เศษไม้ มีต้นทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงกว่าผู้ประกอบการที่ใช้วัสดุตั้งต้นชนิดอื่น และผู้ประกอบการที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้หลากหลายชนิดจะมีต้นทุนต่อหน่วยต่ำกว่าผู้ประกอบการที่ลดก๊าซเรือนกระจกได้ประเภทเดียว การศึกษานี้จึงยืนยันได้ว่าในการกำหนดมาตรการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยนั้น ควรให้ความสำคัญกับการหากลไกเพื่อให้ภาคการผลิต โดยรวมใช้โอกาสจากความแตกต่างของการที่ต้นทุนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความแตกต่างกัน เพื่อให้ภาคการผลิตไทยยังคงรักษาความสามารถในการแข่งขันโดยการมีต้นทุนโดยรวมของภาคเศรษฐกิจไทยต่ำ และสินค้าส่งออกไทยยังสามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ สำหรับภาคปศุสัตว์ก๊าซชีวภาพเกิดจากการย่อยสลายของอินทรีย์ ซึ่งเกิดจากการหมักแบบไร้อากาศ (ไร้ออกซิเจน หรือแบบออกซิเจน ก๊าซที่เกิดขึ้นนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือนโดยเฉพาะการหุงต้ม หรือทดแทนพลังงานการหมุนและเครื่องจักรซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือ LPG (Liquefied Petroleum Gas) ซากอินทรียวัตถุของประเทศบางส่วนมาจากกิจกรรมทางการเกษตร เช่น มูลสัตว์ เศษซากทางการเกษตร เป็นต้น ถือเป็นแหล่งก๊าซชีวภาพที่สำคัญ ทั้งนี้ประเทศไทยมีการสนับสนุนโครงการที่ใช้เทคโนโลยีหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion ในฟาร์มสุกรที่มีประโยชน์ร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก กำจัดมลพิษทางกลิ่น และผลิตพลังงานทดแทน ซึ่ง ราชวณิชย์ ชำนาญ, 2554 ได้ศึกษาต้นทุนผลตอบแทนจากฟาร์มสุกรจังหวัดชัยภูมิ จำนวน 30 ฟาร์มที่ใช้ระบบการหมักมูลสุกรแบบไร้อากาศที่ผสมเศษวัสดุทางการเกษตร (ซากอ้อย โดยใช้การประมาณน้ำเสียที่ใช้จากการผลิตอ้อยรวมกับน้ำใช้ในฟาร์มร่วมกับบ่อหมักราง (Channel Digester) ร่วมกับบ่อหมักแบบยูเอเอสบี (UASB: Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) ในฟาร์มขนาดกลาง (จำนวนสุกร 500 ตัวขึ้นไป ผลการศึกษาพบว่า ทุกฟาร์มไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนเนื่องจากเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตมีต้นทุนสูงเมื่อเทียบกับปริมาณสุกรที่น้อยเกินไป แต่เมื่อพิจารณากรณีก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากมูลสุกรร่วมกับเศษซากอ้อยพบว่าบางฟาร์มมีความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์และคุ้มค่าในการลงทุน

ในขณะที่งานศึกษาของ ณัฎฐามณี พรมใบเงิน และแสนศักดิ์ นาคะวิสุทธิ์, 2562 ทำการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกร ภายใต้โครงการเมืองเกษตรสีเขียวด้านการปศุสัตว์ที่ส่งเสริมให้มีระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ ประจำปีงบประมาณ 2558 เป็นฟาร์มสุกรระบบปิด (Evaporative Cooling System) จำนวน 13 ฟาร์ม แบ่งเป็นฟาร์มขนาดใหญ่ 3 ฟาร์ม และขนาดกลางจำนวน 10 ฟาร์ม โดยได้ประยุกต์การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามวิธีการคำนวณระดับเทียร์ 1 (Tier 1) ซึ่งใช้ค่าการปล่อยแนะนำ (Default Emission Factor) ตาม IPCC 2006 และข้อมูลกิจกรรมเป็นการใช้ค่าความพร้อมของประเทศตามค่าอ้างอิงของคู่มือ โดยผลต่างปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง 48.70 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (8 ฟาร์ม ซึ่งฟาร์มขนาดใหญ่ใช้ระยะเวลาคุ้มทุนจากการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of return: IRR) ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพกรณีไม่ได้รับเงินสนับสนุนระหว่าง 40 – 94 เดือน แต่หากได้รับการสนับสนุนจะคุ้มทุนอยู่ที่ 25 – 78 เดือน ส่วนฟาร์มขนาดกลางกรณีไม่ได้รับการสนับสนุนจะคุ้มทุนอยู่ที่ระหว่าง 56 – 180 เดือน กรณีได้รับการสนับสนุนจะอยู่ที่ 31 – 124 เดือน การลดก๊าซเรือนกระจกถือเป็นพันธกิจของประเทศภายใต้ UNFCCC ซึ่งประเทศไทยได้จัดส่งการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด ((Intended) Nationally Determined Contributions : (I)NDC) ที่ระบุเป้าหมายลดก๊าซเรือนกระจกจากกรณีปกติร้อยละ 20 ถึง 25 แบบทุกภาคส่วนมีส่วนร่วม (Economy-wide โดยภาคส่วนสำคัญในการดำเนินงานประกอบด้วย ภาคพลังงาน คมนาคม และของเสีย ซึ่งเป็นการลดก๊าซเรือนกระจกในลักษณะ Policy-based หรือ Top-down Approach

การศึกษามาตรการภาคสมัครใจในการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction: TVER) จะสามารถมีส่วนร่วมพร้อมทั้งสร้างตลาดคาร์บอนรวม ซึ่งเป็นแหล่งอุปสงค์ของตลาดคาร์บอนในต่างประเทศ ตามแนวทางของ UNFCCC ในประเด็นของ Internationally Transferred Mitigation Outcomes (ITMOs) ของความตกลงปารีส ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ (ก กิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกรายโครงการ หรือ Project Based ซึ่งอาจจะประกอบด้วย 3 รูปแบบ คือ กลไกของ CDM ที่มีอยู่ กลไกของ Sustainable Development Mechanism หรือ SDM ที่เกิดขึ้นใหม่ และกลไกของ Cooperative Approaches ซึ่งอาจจะคล้ายกับกรณีความร่วมมือแบบทวิภาคีระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลญี่ปุ่น (หรือ Joint Credit Mechanism: JCM) (ข ระบบการซื้อขายสิทธิในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (หรือระบบ ETS) และ (ค แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกระดับสาขาการผลิต หรือ Sectoral Approaches เช่น กลไกของ Cooperative Approaches ในการเชื่อมโยงหรือร่วมมือกันด้านตลาดคาร์บอน ซึ่งเป็นแนวทางความร่วมมือเชิงสมัครใจ ซึ่งเมื่อพิจารณาการศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกซึ่ง นิรมล สุธรรมกิจ และคณะ, 2561 ได้ศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ TVER ที่ได้ขึ้นทะเบียนกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน จำนวน 96 โครงการ ซึ่งใช้อัตราคิดลดร้อยละ 10 ระยะเวลาโครงการ 25 ปี ยกเว้นกรณีปรับปรุงประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีอายุโครงการ 7 ปี โดยมีโครงการก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกร 3 โครงการ (Bgl-30,Bgl-54,Bge-31) ผลการศึกษาพบว่า ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นบวก อยู่ระหว่าง 412.4 – 2,749.07 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าแสดงให้เห็นว่าการดำเนินการดังกล่าวเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกไม่คุ้มทุนหรือไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ

2.2 แนวคิดและทฤษฎี

งานศึกษาวิจัยครั้งนี้ พิจารณาต้นทุนจากการทำการปศุสัตว์ตามแบบสอบถามต้นทุนการเลี้ยงสุกรจากศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ส่วนการคำนวณปริมาณการปล่อยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ใช้วิธีที่เหมาะสมในระดับโครงการ (Project-based) และทำการศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก โดยแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

2.2.1 ต้นทุนและผลตอบแทน

การศึกษาต้นทุนการเลี้ยงสุกรในการวิจัยครั้งนี้ ได้พิจารณาองค์ประกอบตามหลักเศรษฐศาสตร์ (สุพัฒน์ อุ้ยไพบูลย์สวัสดิ์, 2553 ผ่านกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตหรือสินค้าสุกร ที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น

ต้นทุนการผลิต หมายถึง ค่าใช้จ่ายหรือมูลค่าการใช้ปัจจัยการผลิต ทั้งประเภทปัจจัยผันแปรและปัจจัยคงที่ที่นำมาใช้ในการประกอบการผลิต เพื่อให้การผลิตดำเนินการไปจนสิ้นสุดกระบวนการผลิตในช่วงเวลาหรือรุ่นการผลิตหนึ่ง ๆ ที่กำหนด

ต้นทุนทั้งหมด หมายถึง ผลรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ ทั้งที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด การคำนวณหาต้นทุนการผลิตทั้งหมด สามารถคำนวณได้ทั้งในรูปต้นทุนการผลิตต่อสุกร 1 ตัว ซึ่งหมายถึง ต้นทุนการผลิตทั้งหมดคิดเฉลี่ยต่อสุกร 1 ตัว และต้นทุนการผลิตต่อหน่วย เช่น บาทต่อตัว

ต้นทุนรวม คือ ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร ทั้งที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด

$$TC = TFC + TVC$$

ผลตอบแทน คือ รายได้ที่ผู้ผลิตได้รับจากการขายผลผลิต

$$TR = P \times Q$$

ผลตอบแทนสุทธิ คือ ผลต่างระหว่างรายได้กับต้นทุน

$$\pi = TR - TC$$

โดยที่ TC = ต้นทุนรวม
P = ราคาสินค้าเกษตร
TFC = ต้นทุนคงที่
Q = ปริมาณสินค้าเกษตร
TVC = ต้นทุนผันแปร
TR = ผลตอบแทน
π = ผลตอบแทนสุทธิ

<u>ต้นทุนผันแปร</u> หมายถึง ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตที่สามารถเปลี่ยนขนาดการใช้เพื่อเปลี่ยนแปลงขนาดของผลผลิตในขนาดการผลิตหนึ่ง ๆ

<u>ต้นทุนคงที่</u> หมายถึง ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตแต่ละช่วงหรือรุ่นการผลิตหนึ่ง ๆ เป็นการผลิตระยะสั้น ปัจจัยที่ใช้ประกอบการผลิตบางส่วนจึงมีสภาพคงที่ ปัจจัยเหล่านี้จึงไม่สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดการผลิตได้ไม่ว่าจะมีการผลิตมากหรือผลิตน้อย หรือไม่มีการผลิตเลยก็ตาม ปัจจัยการผลิตชนิดนี้จะยังคงมีอยู่ เช่น ค่าใช้ที่ดิน ค่าเสื่อมเครื่องจักร ค่าเสื่อมโรงเรือน เป็นต้น

2.2.2 มูลค่าปัจจุบันของเงิน (Present Value

การพิจารณามูลค่าปัจจุบันของเงินหรือการลงทุนเป็นการวัดมูลค่าของเงินตามเวลา (ปัทมาวดี โพชนุกูล ซูซูกิ, 2555 ซึ่ง ในการดำเนินกิจกรรมใด ๆ มูลค่าปัจจุบันสามารถนำมาใช้ในการพิจารณาเงินลงทุน ต้นทุน หรือผลประโยชน์ ถือเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจเพื่อวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการดำเนินกิจกรรม มูลค่าปัจจุบันของเงินจำนวนหนึ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตจะมีค่าเท่ากับเงินจำนวนหนึ่งในวันนี้ ซึ่งหากนำไปดำเนินกิจกรรมใด ๆ และได้รับอัตราดอกเบี้ยหนึ่งแล้วจะได้รับเงินรวมเท่ากับเงินจำนวนนั้นในอนาคต ซึ่งดอกเบี้ยและระยะเวลาถูกนำมาใช้ในการคิดลด (Discounting) มูลค่าของเงินให้เป็นปัจจุบัน โดยคำนวณได้ดังนี้

1 มูลค่าปัจจุบันที่เป็นเงินงวดเดียว

$$PV = \frac{C}{(1 + r^{t}}$$

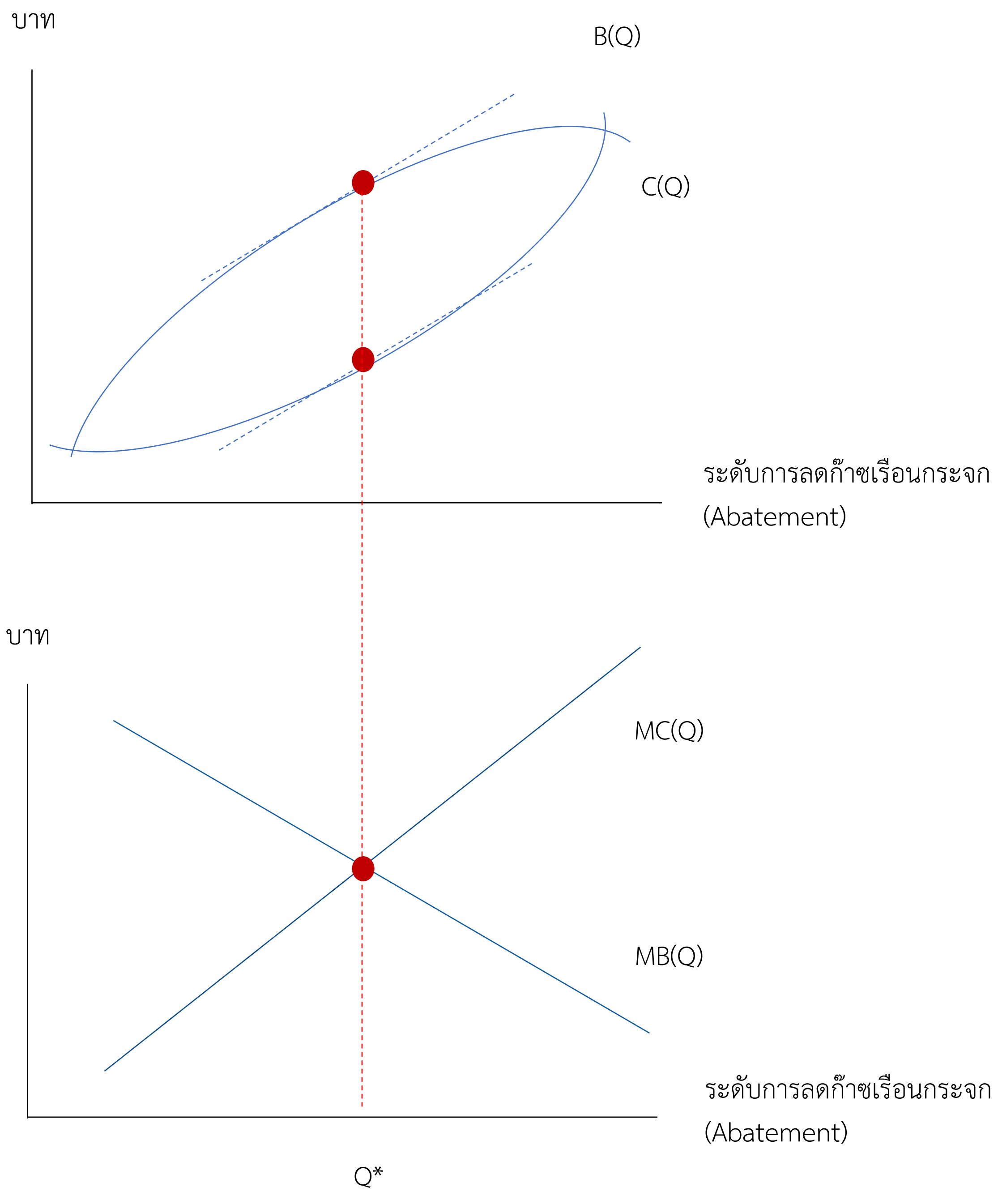
2) มูลค่าปัจจุบันที่เป็นเงินหลายงวด

$$PV = C \times \frac{1 - \frac{1}{(1 + r)^t}}{r}$$

โดยที่ PV = มูลค่าปัจจุบันของเงิน
C = ต้นเงินที่นำมาใช้ในการคิดลด
r = ดอกเบี้ยหรืออัตราคิดลด
t = ระยะเวลาการดำเนินกิจกรรม

2.2.3 ต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจก (Marginal Abatement Cost

ก๊าซเรือนกระจกเป็นผลกระทบภายนอกทางลบ (Negative Externality) ในทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสังคมโดยรวมของประเทศหรือโลก ภาครัฐจึงควรมีการจัดการหรือมาตรการในการควบคุม เพื่อบรรเทาผลกระทบดังกล่าว (Roger Perman et al., 2011 ซึ่งในการเลือกใช้มาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจก (Abatement) ควรอยู่ในรูปแบบของการเปรียบเทียบผลประโยชน์และต้นทุนในการดำเนินมาตรการ และต้องมีลักษณะที่ก่อให้เกิดผลประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม มากกว่าต้นทุนในการดำเนินมาตรการ ภาพที่ 2.1 แสดงฟังก์ชั่นการเกิดก๊าซเรือนกระจก ปริมาณ Q โดยเปรียบเทียบ ผลประโยชน์ (Benefit: B(Q)) กับต้นทุน (Cost: C(Q)) เมื่อดำเนินการมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกใด ๆ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสม (Q* ที่สามารถจัดการได้หรือสามารถลดได้ จากมาตรการ ซึ่งในการพิจารณาผลประโยชน์หรือต้นทุนส่วนเพิ่ม (Marginal Approach จะสามารถสะท้อนประสิทธิภาพของมาตรการจนนำไปสู่ปริมาณการควบคุมก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ดังนั้น มาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสม จึงเป็นการศึกษาหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น ณ จุดที่ต้นทุนส่วนเพิ่ม (Marginal Cost: MC) มีค่าเท่ากับผลประโยชน์ส่วนเพิ่ม (Marginal Benefit: MB) จากมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกการศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก จึงเป็นการวิเคราะห์ต้นทุนที่เหมาะสมสำหรับมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกโดยมีข้อจำกัดหรือสมมติฐาน ให้ผลประโยชน์ที่ได้รับมีค่าคงที่หรือดีขึ้น (Better off จากการดำเนินมาตรการนั้น ๆ



ภาพที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุน ผลประโยชน์ และต้นทุนส่วนเพิ่มจากการดำเนินการมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก

ที่มา: Roger Perman et al. (2011)

2.2.4 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

มูลสัตว์เป็นวัตถุอินทรีย์หรือของเสียที่ประกอบด้วย คือ สารอินทรีย์และน้ำ รวมถึงธาตุอาหารที่สำคัญ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เป็นต้น ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากการจัดการมูลสัตว์ ประกอบด้วยก๊าซหลัก 3 ชนิด คือ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

โดยเฉพาะในสภาวะอากาศไร้ออกซิเจนหรือสภาวะไร้อากาศจะทำให้เกิดการย่อยสลายของมูลสัตว์ โดยจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาวะเช่นนี้ ก๊าซมีเทนถือเป็น ปริมาณหลัก (กระทรวงพลังงาน, 2554 หรือ ร้อยละ 50 - 70 ของการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากการจัดการมูลสุกร รองลงมาเป็น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่น ๆ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดก๊าซมีเทนจากการจัดการมูลสัตว์ ประกอบด้วย (1 ระบบการจัดการมูลสัตว์ (2 ปริมาณและคุณสมบัติของมูลสัตว์ และ (3 อุณห ภูมิและความชื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการทำงานของจุลินทรีย์ การศึกษาครั้งนี้พิจารณาก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น การจัดการมูลสัตว์ โดยมีการหักปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐานของ UNFCCC การพิจารณาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากจัดการมูลสุกร ที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ใช้ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจสำหรับการกักเก็บก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกร จากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้วิธีการคำนวณก๊าซเรือนกระจก Methane Recovery In Animal Manure Management System / Methane Recovery In Waste Water Treatment ภายใต้คู่มือ Clean Development Mechanism ของ UNFCCC ซึ่งประยุกต์ใช้ (Applicability) กรณี (1 ประชากรปศุสัตว์อยู่ในระบบปิดที่จัดการได้ (2 ของเสียไม่ได้ถูกปล่อยไปยังแหล่งน้ำตามธรรมชาติ (3 อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีในการจัดการปศุสัตว์สูงกว่า 5 องศาเซลเซียส (4 ระยะเวลาในการเก็บหรือคงไว้ซึ่งของเสียในระบบบำ บัดไม่อยู่นานเกินหนึ่งเดือน รวมทั้งประยุกต์ใช้คู่มือ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas โดยเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรด้วยระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และมีการกักเก็บก๊าซมีเทนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

1 การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\mathbf{ER_y = BE_y - PE_y - LE_y}$$

โดยที่

ER_y = การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีหรือรุ่น y (tCO_2e/year)

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีหรือรุ่น y (tCO_2e/year)

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปีหรือรุ่น y (tCO_2e/year)

LE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปีหรือรุ่น y (tCO_2e/year)

2 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4 จากการย่อยสลายของของแข็งระเหย (Volatile solid) จากน้ำเสียฟาร์มสุกรโดยกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้จากการย่อยสลายของของแข็งระเหย (Volatile solid) จากน้ำเสียฟาร์มสุกรโดยกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศโดยตรง หรือคำนวณกลับจากปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากก๊าซมีเทนที่รวบรวมได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้น้ำเสียจากฟาร์มสุกร และคำนวณจากการย่อยสลายของของแข็งระเหย (Volatile solid) จากน้ำเสียฟาร์มสุกรโดยกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

$BE_y = GWP_{CH4} \times D_{CH4,20C} \times UF_{BL} \times MCF_{BL} \times B_0 \times MS_{BL} \times \sum_I (N_{i,Y} \times VS_{i,Y})$

โดยที่

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปีหรือรุ่น y (tCO_2e/year)

GWP_{CH4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (tCO_2e/tCH_4)

$D_{CH4,20C}$ = ค่าความหนาแน่นของก๊าซมีเทน (tCH_4/m^3CH_4)

UF_{BL} = ค่า Model Correction Factor สำหรับความไม่แน่นอนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในกรณีฐาน

i = ประเภทของสุกร ได้แก่ สุกรพ่อพันธุ์ สุกรแม่พันธุ์ สุกรขุน สุกรอนุบาล

MCF_{BL} = ค่า Methane Conversion Factor สำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในกรณีฐาน

B_0 = อัตราการผลิตก๊าซมีเทนจากของแข็งระเหย (Volatile solid) (m^3 CH_4/กิโลกรัม VS)

MS_{BL} = สัดส่วนของมูลสุกรที่ถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบบำบัดแบบไร้อากาศในกรณีฐาน

$N_{i,y}$ = จำนวนเฉลี่ยของสุกรประเภท i ในปีหรือรุ่น y (ตัว)

$VS_{i,y}$ = ปริมาณของแข็งระเหย (Volatile solid) ที่เกิดขึ้นของสุกรประเภท i ในปีหรือรุ่น y (กิโลกรัม/ตัว

$N_{i,y} = N_{da,i,y} \times (N_{p,i,y} / 365)$

โดยที่

$N_{i,y}$ = จำนวนเฉลี่ยของสุกรประเภท i ในปีหรือรุ่น y (ตัว)

$N_{da,i,y}$ = จำนวนวันของสุกรประเภท i ที่เลี้ยง ในปีรุ่น y (วัน

$N_{p,i,y}$ = จำนวนสุกรประเภท i ในปีรุ่น y (ตัว)

365 = แฟคเตอร์เปลี่ยนหน่วย (1 ปี = 365 วัน

$VS_{i,y} = (W_i / W_{default}) \times VS_{default} \times nd_y$

โดยที่

$VS_{i,y}$ = ปริมาณของแข็งระเหย (Volatile solid) ที่เกิดขึ้นของสุกรประเภท i ในปีหรือรุ่น y กิโลกรัม/ตัว

W_i = น้ำหนักเฉลี่ยของสุกรประเภท i (กิโลกรัม)

$W_{default}$ = น้ำหนักเฉลี่ยของสุกรประเภท i ตามที่ IPCC กำหนด (กิโลกรัม)

$VS_{default}$ = ปริมาณของแข็งระเหย (Volatile solid) ที่เกิดขึ้นของสุกรประเภท i ตามที่ IPCC กำหนด (กิโลกรัม/ตัว/วัน

nd_y = จำนวนวันที่เดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ในปีหรือรุ่น y (วัน)

การคำนวณจากปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากก๊าซมีเทนที่รวบรวมได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้น้ำเสียจากฟาร์มสุกร

3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในโครงการ การใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง และการรั่วไหลของก๊าซมีเทน (CH_4 จากระบบกักเก็บ ซึ่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PE_y = PE_{FF,y} + PE_{EL,y} + PE_{leak,y}$$

โดยที่

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปีหรือรุ่น y ($tCO_2e/year$)

$PE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการดำเนินโครงการ ในปีหรือรุ่น y ($tCO_2e/year$) ซึ่งตามโครงการไม่มีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

$PE_{EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปีหรือรุ่น y ($tCO_2e/year$)

$PE_{leak,y}$= การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากก๊าซชีวภาพที่รั่วไหลจากระบบกักเก็บในปีหรือรุ่น y ($tCO_2e/year$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (ไม่ได้นำมาคำนวณเนื่องจากไม่มีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

$$PE_{\mathbf{FF,y}} = \sum (FC_{PJ,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO2,i}) \times 10^{-3}$$

โดยที่

$PE_{FF,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2e/year$)

$FC_{PJ,i,y}$= ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับการดำเนินโครงการ ในปีหรือรุ่น y (unit/year)

$NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปีหรือรุ่น y (MJ/unit)

$EF_{CO2,i}$= ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ($kgCO_2/TJ$)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

$$PE_{EL,y} = (EC_{PJ,y} \times 10^{-3}) \times EF_{Elec}$$

โดยที่

$PE_{EL,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการในปีหรือรุ่น y ($tCO_2e/year$)

$EC_{PJ,y}$ = ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปีหรือรุ่น y (kWh/year)

EF_{Elec} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (tCO_2/MWh)

การรั่วไหลของก๊าซมีเทนจากระบบกักเก็บ

$$PE_{leak,y} = 0.10 \times GWP_{CH4} \times D_{CH4,20C} \times B_0 \times MS_{PJ,y} \times \sum_I (N_{i,y} \times VS_{i,y})$$

โดยที่

$PE_{leak,y}$ = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของก๊าซมีเทนจากระบบกักเก็บ ในปีหรือรุ่น y (tCO_2e/year)

GWP_{CH4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (tCO_2e/tCH_4)

$D_{CH4,20C}$ = ค่าความหนาแน่นของก๊าซมีเทน (tCH_4/m^3CH_4

i = ประเภทของสุกร ได้แก่ สุกรอนุบาล สุกรขุน สุกรพ่อพันธุ์ สุกรแม่พันธุ์

B_0 = อัตราการผลิตก๊าซมีเทนจากของแข็งระเหย (Volatile solid) (m^3CH_4/kg VS)

$MS_{PJ,y}$ = สัดส่วนของมูลสุกรที่ถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ในปีหรือรุ่น y

$N_{i,y}$ = จำนวนเฉลี่ยของสุกรประเภท i ในปีหรือรุ่น y (ตัว)

$VS_{i,y}$ = ปริมาณของแข็งระเหย (Volatile solid) ที่เกิดขึ้นของสุกรประเภท i ในปีหรือรุ่น y (กิโลกรัม/ตัว

4 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

- ไม่มีการดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากไม่มีการส่งไฟฟ้าหรือก๊าซไปยังที่อื่นหรือนอกโครงการ -

5 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล (ใช้ค่าที่กำหนด

พารามิเตอร์	หน่วย	ความหมาย	แหล่งข้อมูล
GWP_{CH4}	tCO_2e/tCH_4	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (Default 25)	ตารางที่ 2.14 IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007
$D_{CH4,20C}$	tCH_4/m^3CH_4	ค่าความหนาแน่นของก๊าซมีเทน ที่ 20 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ (1.013 bar) (Default 0.00067)	AMS-III.D. Methane recovery in animal manure management systems version 19.0
UF_{BL}	-	ค่า Model Correction Factor สำหรับความไม่แน่นอนของกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในกรณีฐาน (Default 0.94)	หน้า 8 AMS-III.H. : Methane recovery in wastewater treatment version 16

พารามิเตอร์	หน่วย	ความหมาย	แหล่งข้อมูล
MCF_{BL}	-	ค่า Methane Correction Factor สำหรับกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในกรณีฐาน (Default 0.80)	หน้า 6 AMS-III.H. : Methane recovery in wastewater treatment version 16
B_0	$m^3CH_4/kgVS$	อัตราการผลิตก๊าซมีเทนจากของแข็งระเหย (Volatile solid) (อ้างอิงค่าของสุกรพันธุ์ต่างประเทศ) (Default 0.45)	ตารางที่ 10A-7 และ 10A-8 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas
MS_{BL}	-	สัดส่วนของมูลสุกรที่ถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบไร้อากาศของกรณีฐาน	เอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น เอกสารการออกแบบระบบ ภาพถ่ายโครงการ
$W_{default}$	กิโลกรัม	น้ำหนักเฉลี่ยของสุกรแต่ละประเภทที่ IPCC กำหนดขึ้น 180 สำหรับสุกรพ่อพันธุ์และสุกรแม่พันธุ์ 50 สำหรับสุกรขุนและสุกรอนุบาล	ตารางที่ 10A-7 และ 10A-8 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas
$VS_{default}$	กิโลกรัม/ตัว/วัน	ปริมาณของแข็งระเหย (Volatile solid) ที่เกิดขึ้นของสุกรแต่ละประเภท 0.5 สำหรับสุกรพ่อพันธุ์และสุกรแม่พันธุ์ 0.3 สำหรับสุกรขุนและสุกรอนุบาล	ตารางที่ 10A-7 และ 10A-8 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas
$D_{CH4,0C}$	tCH_4/Nm^3CH_4	ค่าความหนาแน่นของก๊าซมีเทน ที่ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ (1.013 bar) (STP) (Default 0.0007168)	หน้า 10 ACM0001 “Consolidated baseline and monitoring methodology for landfill gas project activities” version 11
NCV_{CH4}	MJ/Nm^3	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของก๊าซมีเทน (Default 35.9)	หน้า 8 AMS-III.G: "Landfill methane recovery" version 9
$EFF_{EG,y}$	-	ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในปี y (Default 0.4)	หน้า 8 AMS-III.G: "Landfill methane recovery" version 9

พารามิเตอร์	หน่วย	ความหมาย	แหล่งข้อมูล
$NCV_{i,y}$	MJ/Unit	ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของพลังงานฟอสซิลประเภท i ในปี y	ทางเลือกที่ 1 ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ระบุในใบแจ้งหนี้ (Invoice) จากผู้ผลิตเชื้อเพลิง (Fuel Supplier) ทางเลือกที่ 2 จากการตรวจวัด ทางเลือกที่ 3 รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
$EF_{CO2,i}$	$kgCO_2/TJ$	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i	ตารางที่ 1.4 2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories
EF_{Elec}	tCO_2/MWh	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ตามที่ อบก. กำหนด	ทางเลือกที่ 1 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ใช้ค่าจากรายงานผลการศึกษาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ฉบับล่าสุด โดย อบก. ทางเลือกที่ 2 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเอง ใช้ค่าที่คำนวณตามวิธีการที่ อบก. กำหนด ทางเลือกที่ 3 กรณีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ ใช้ค่าที่คำนวณตามวิธีการที่ อบก. กำหนด ค่าที่ใช้ คือ 0.5664
$FC_{PJ,i,y}$	unit/year (unit: Volume or Weight)	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i สำหรับการดำเนินโครงการในปีหรือรุ่น y	รายงานปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

6 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	หน่วย	ความหมาย	แหล่งข้อมูล
$N_{da,i,y}$	วัน	จำนวนวันของสุกรประเภท i ที่เลี้ยงในปีหรือรุ่น y	การสำรวจและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น บันทึกซื้อขายสุกร ประเมินค่าจากเอกสาร
$N_{p,i,y}$	ตัว	จำนวนสุกรประเภท i ในปีหรือรุ่น y ได้แก่ สุกรพ่อพันธุ์ สุกรแม่พันธุ์ สุกรขุน และ สุกรอนุบาล	การสำรวจและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น บันทึกซื้อขายสุกร บันทึกการซื้ออาหารประเมินค่าจากเอกสาร
nd_y	วัน	จำนวนวันที่เดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพในปีหรือรุ่น y	การสำรวจและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น บันทึกซื้อขายสุกร บันทึกการซื้ออาหาร
$EG_{PJ,y}$	kWh/year	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากก๊าซมีเทนที่รวบรวมได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้น้ำเสียจากฟาร์มสุกรในปีหรือรุ่น y	ตรวจวัดโดยใช้ kWh Meter และตรวจวัดต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผล โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน
W_i	กิโลกรัม	น้ำหนักเฉลี่ยของสุกรประเภท i (กิโลกรัม)	ทางเลือกที่ 1 การสำรวจและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น บันทึกซื้อขายสุกร บันทึกการซื้ออาหาร **โดยผู้วิจัยสำรวจน้ำหนักสุกรจากผลต่างน้ำหนัก 20 กิโลกรัมกับน้ำหนักที่ขาย (น้ำหนักขาย - 20 ** ทางเลือกที่ 2 ใช้ค่าที่ อบก. กำหนด (อ้างอิง กรมปศุสัตว์

ประเภทสุกร	น้ำหนัก (กิโลกรัม
สุกรพ่อพันธุ์	170
สุกรแม่พันธุ์	170
สุกรขุน	60
สุกรอนุบาล	12

พารามิเตอร์	หน่วย	ความหมาย	แหล่งข้อมูล
$EC_{PJ,y}$	kWh/year	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปีหรือรุ่น y	ทางเลือกที่ 1 ตรวจวัดโดย kWh Meter และตรวจวัดต่อเนื่องตลอดช่วงของการติดตามผลโดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน ทางเลือกที่ 2 คำนวณจากค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าจากผู้ผลิตอุปกรณ์ และบันทึกชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ โดยผู้วิจัยใช้ทางเลือกที่ 2 ในการแปลงค่าอุปกรณ์กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ โดยกรณีเครื่องยนต์กำลังแรงม้า เป็น kWh ใช้การคูณ 0.7457
$MS_{PJ,y}$	-	สัดส่วนของมูลสุกรที่ถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพในการดำเนินโครงการ ในปีหรือรุ่น y	ประเมินค่าจากเอกสาร โดยกรณีที่มูลสุกรทั้งหมดถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบไร้อากาศ ใช้ค่า 1 (ร้อยละ 100 กรณีมูลสุกรเกิดขึ้นมีการการนำไปบำบัดหรือจัดการด้วยวิธีการอื่น ให้ประเมินสัดส่วนของมูลสุกรที่ถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบไร้อากาศและบันทึกเป็นรายเดือน

2.2.6 แนวคิดการคำนวณต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก (Marginal Abatement Cost : MAC) ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก (อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา และคณะ (2554 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้ และต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเมื่อเกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต MAC จะแสดงถึง (1 ผลกำไรหน่วยสุดท้ายที่ผู้ประกอบการต้องยอมเสียสละจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือ (2 ต้นทุนที่ผู้ประกอบการต้องเผชิญเพื่อบรรลุเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจก ณ ระดับผลผลิตใด ๆ ในปัจจุบัน ทั้งนี้ในกรณีที่ผู้ประกอบการมีต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกติดลบ ซึ่งเรียกว่าผลประโยชน์จากการประกอบการมากกว่าต้นทุนที่เสียไป ซึ่งผู้ประกอบการสามารถดำเนินงานไปได้ โดยภาครัฐไม่ต้องเข้ามาช่วยเหลือ และการลดก๊าซเรือนกระจกยังทำให้เกิดกำไรแก่ผู้ประกอบการ

$$MAC_i = \frac{\text{ต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการ } i}{\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากโครงการ } i \times \text{ จำนวนปีที่โครงการ } i \text{ ได้รับสิทธิประโยชน์}}$$

จากแนวคิดในการคำนวณต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก เมื่อพิจารณาได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยจัดทำเป็นเส้นต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจกที่จะแสดงถึงศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยีนั้น ๆ ซึ่งศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มของเทคโนโลยีการลดก๊าซเรือนกระจก ในกรณีที่ต้นทุนการลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยติดลบอันเป็นผลจากต้นทุนผันแปรต่อปีในการดำเนินงานของโครงการ มีค่าต่ำกว่าต้นทุนผันแปรกรณีที่ไม่มีโครงการมีในระดับสูงมากเพียงพอจนการคิดมูลค่ารวมตลอดอายุโครงการ มีค่าสูงกว่าต้นทุนการลงทุนของโครงการนั่นคือ โครงการนี้มีค่าผลประโยชน์สุทธิเป็นบวกหรืออาจกล่าวได้ว่าโครงการมีต้นทุนการลดก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นลบนั่นเอง ซึ่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาโดยใช้สมการการวิเคราะห์ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกจาก 2 วิธี ได้แก่

1 การวิเคราะห์ผลต่างต้นทุนการดำเนินงาน (วิธีที่ 1 ระหว่างการเข้าร่วมโครงการและไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ (ข้อมูลต้นทุนการเลี้ยงสุกรต่อตัวตามจำนวนของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ)

$$MAC = \frac{C_{P,y} - C_{B,y}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง } (ER_y}$$

โดยที่

$C_{P,y}$ = ต้นทุนกรณีดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจก ในปีหรือรุ่น y

$C_{B,y}$ = ต้นทุนกรณีดำเนินการตามปกติ ในปีหรือรุ่น y

ER_y = $BE_y - PE_y - LE_y$ โดยการคำนวณค่าปัจจุบันของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ (วิธีที่ 1 และ 2 ใช้มูลค่าปัจจุบันของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงค่าเดียวกัน จากการคิดมูลค่าปัจจุบันจาก $ER_y \times \frac{1 - \frac{1}{(1+r^t}}{r}$ ซึ่งสมมติฐานประยุกต์ใช้จากงานวิจัยของนิรมล สุธรรมกิจ และคณะ, 2561 ซึ่งได้จากการประชุมหารือภายใต้โครงการวิจัยดังกล่าวร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นการคำนวณต้นทุนการลดก๊าซเรือนกระจกเมื่อวันที่ 22 มิถุนายน 2561 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการระดมความเห็นเกี่ยวกับคำนวณต้นทุนการลดก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามประเภทกิจกรรมหรือเทคโนโลยีของประเทศไทย โดยอัตราคิดลด (r ร้อยละ 10 และระยะเวลาโครงการ (t เท่ากับ 25 ปี และการคำนวณต้นทุนการผลิตสุกร 1 ตัว (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร จากนั้นพิจารณาผลต่างต้นทุนรวมของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ และไม่เข้าร่วมโครงการฯ ซึ่งการคำนวณต้นทุนการผลิตสุกรประกอบด้วย

(1 ค่าพันธุ์สัตว์ $= \dfrac{\text{ราคาลูกสุกร} \times \text{จำนวนลูกสุกรที่เริ่มเลี้ยง}}{\text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด}}$

(2 ค่าอาหาร $= \dfrac{\text{ปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงต่อวัน} \times \text{ราคา} \times \text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}{\text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด}}$

(3 ค่ายาและเวชภัณฑ์ =
$$\frac{\text{จำนวนหน่วย} \times \text{ราคาต่อหน่วย} \times \text{จำนวนครั้งต่อรุ่น}}{\text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด}}$$

(4 ค่าแรงงาน =
$$\frac{\text{จำนวนคน} \times \text{อัตราค่าจ้างต่อคนต่อวัน} \times \text{จำนวนวันที่ใช้แรงงาน}}{\text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด}}$$

(5 ค่าน้ำ =
$$\frac{\text{มูลค่าค่าใช้จ่ายต่อเดือน} \times \text{จำนวนวันที่เลี้ยง} \times \text{\%ที่ใช้ในฟาร์ม}}{\text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด} \times 30}$$

(6 ค่าไฟฟ้า =
$$\frac{\text{มูลค่าค่าใช้จ่ายต่อเดือน} \times \text{จำนวนวันที่เลี้ยง} \times \text{\%ที่ใช้ในฟาร์ม}}{\text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด} \times 30}$$

(7 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง =
$$\frac{\text{มูลค่าค่าใช้จ่ายต่อเดือน} \times \text{จำนวนวันที่เลี้ยง} \times \text{\%ที่ใช้ในฟาร์ม}}{\text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด} \times 30}$$

(8 ค่าวัสดุสิ้นเปลือง =
$$\frac{\text{มูลค่าอุปกรณ์ที่ใช้ในฟาร์มทั้งหมด} \times \text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}{\text{อายุการใช้งาน} \times \text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด}}$$

(9 ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ =
$$\frac{\text{มูลค่าค่าซ่อมระหว่างปี} \times \text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}{\text{อายุการใช้งาน} \times \text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด}}$$

(10 ค่าบริหารจัดการฟาร์ม =
$$\frac{\text{จำนวนคน} \times \text{อัตราค่าจ้างต่อคนต่อวัน} \times \text{จำนวนวันที่ใช้แรงงาน}}{\text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด}}$$

(11 ค่าเสียโอกาสในการลงทุน=
$$\frac{\text{ค่าใช้จ่ายผันแปรเงินสดทั้งหมด} \times \text{อัตราดอกเบี้ยเงินกู้} \times \text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}{\text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด}}$$

(12 ค่าเช่าที่ดิน =
$$\frac{\text{อัตราค่าเช่าที่ดินต่อไร่ต่อปี} \times \text{เนื้อที่ทำฟาร์มสุกร (ไร่} \times \text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}{\text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด}}$$

(13 ค่าเสื่อมโรงเรือน =
$$\frac{\text{มูลค่าแรกสร้างหรือซื้อ} \times \text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}{\text{อายุการใช้งาน} \times \text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด}}$$

(14 ค่าเสียโอกาสโรงเรือน =
$$\frac{\text{(มูลค่าโรงเรือน} \div 2 \times \text{อัตราดอกเบี้ยเงินกู้} \times \text{จำนวนวันที่เลี้ยง} \times \text{\%ที่ใช้ในฟาร์ม}}{\text{จำนวนสุกรที่ขายทั้งหมด}}$$

โดยรายการที่ (12 (1 3 และ (1 4 เป็นต้นทุนคงที่ ซึ่งการศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งได้พิจารณาการสร้างระบบการจัดการมูลสัตว์ที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ตามวิธีคิดต้นทุนเช่นนี้ในผู้ที่เข้าร่วมโครงการฯ ทั้งนี้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของเกษตรกรเพื่อใช้ในการพิจารณาค่าเสียโอกาสกำหนดสมมติฐานตามอัตราดอกเบี้ยที่เรียกเก็บจากลูกค้ารายคน (เกษตรกร และบุคคลลูกค้ารายย่อยชั้นดี (Minimum Retail Rate: MRR) ที่อัตราร้อยละ 6.875 ต่อปี ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ประกาศ ณ วันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ.2562

2 การวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรที่แตกต่าง (นิรมล สุธรรมกิจ และคณะ (2561 จากการดำเนินการจัดการมูลสุกร (วิธีที่ 2 ที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ของกลุ่มตัวอย่างภายใต้โครงการฯ จากกรมปศุสัตว์ โดยกำหนดสมมติฐานการคิดมูลค่าปัจจุบันตามรายงานศึกษาวิจัยอัตราคิดลด (r) ร้อยละ 10 และระยะเวลาโครงการ (t) เท่ากับ 25 ปี

$$MAC = \frac{\text{เงินลงทุน + ค่าปัจจุบันตลอดอายุโครงการของต้นทุนที่เกี่ยวข้อง } (\Delta\text{Variable Cost}}{\text{มูลค่าค่าปัจจุบันของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง } (ER_y}$$

โดยที่

เงินลงทุน	=	มูลค่าการลงทุนระบบการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon
∆Variable Cost	=	ผลต่างมูลค่าต้นทุนส่วนเพิ่มจากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน ซึ่งเป็นค่าไฟฟ้าจากต้นทุนการเลี้ยงสุกร

บทที่ 3
ข้อมูลทั่วไป

3.1 ลักษณะทั่วไป

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ดำเนินการตาม 2 วิธีการในการศึกษาวิจัย เป็นกลุ่มตัวอย่างจากจังหวัดที่เข้าร่วมภายใต้โครงการเมืองเกษตรสีเขียวด้านปศุสัตว์ ปี 2557 – 2558 และโครงการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ ปี 2559 – 2560 โดยกรมปศุสัตว์ 22 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง น่าน พะเยา พิษณุโลก นครสวรรค์ ชัยนาท ราชบุรี จันทบุรี สระบุรี นครนายก มหาสารคาม กาฬสินธุ์ หนองคาย นครราชสีมา ศรีสะเกษ ขอนแก่น ร้อยเอ็ด นครพนม และพัทลุง ซึ่งได้รวมทั้งกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ (ตามวิธีที่ 1 จำนวน 22 ตัวอย่าง

เกษตรกรในโครงการ 22 ราย และเกษตรกรนอกโครงการ 22 ราย (ตารางที่ 3.1 แบ่งเป็นเพศชาย 16 ราย ร้อยละ 72.72 และเพศหญิง 6 ราย ร้อยละ 27.23 กรณีนอกโครงการ 22 ราย เพศชาย 20 ราย ร้อยละ 90.90 และเพศหญิง 2 ราย ร้อยละ 9.10 ผู้ที่เข้าร่วมโครงการฯ ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับประถมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 40.9 รองลงมาเป็นมัธยมปลายและปริญญาตรี ตามลำดับ ส่วนฟาร์มที่อยู่นอกโครงการเกษตรกรจบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายและตอนต้น ร้อยละ 45.45 และ 22.72 รวมทั้งอายุเกษตรกรโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 51.05 ปี และ 50.25 ปี ตามลำดับ ประสบการณ์ในการทำฟาร์มของผู้ที่อยู่ในโครงการประมาณ 13.68 ปี ส่วนฟาร์มที่อยู่นอกโครงการเกษตรกรมีประสบการณ์ในการทำฟาร์มเฉลี่ย 15.12 ปี และข้อมูลเกี่ยวกับตัวสุกรตามตารางที่ 3.2 พบว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการเลี้ยงแตกต่างกันในแต่ระยะการเลี้ยง โดยระยะเล็ก อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 32.60 – 32.75 องศาเซลเซียส ระยะรุ่น และระยะขุน ใช้อุณหภูมิอยู่ที่ 28.95 – 29.00 และ 28.25 – 28.35 องศาเซลเซียสตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบฟาร์มที่อยู่ในโครงการฯ กับนอกโครงการฯ น้ำหนักขายอยู่ที่ 109.21 และ 109.86 กิโลกรัม จำนวนสุกรต่อรุ่น 1,478.54 และ 968.63 ตัวต่อรุ่น และจำนวนวันที่เลี้ยงใช้ระยะเวลา 145.68 และ 146.23 วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ปีการผลิต 2563

รายการ	เข้าร่วมโครงการ		ไม่เข้าร่วมโครงการ	
	จำนวน	**ร้อยละ**	**จำนวน**	**ร้อยละ**
เพศ				
- ชาย	16	72.72	20	90.90
- หญิง	6	27.23	2	9.10
การศึกษา				
- ประถมศึกษา	9	40.90	2	9.12
- มัธยมศึกษาตอนต้น	3	13.63	5	22.72
- มัธยมศึกษาตอนปลาย	6	27.27	10	45.45
- ประกาศนียบัตรวิชาชีพ / ขั้นสูง	1	4.54	2	9.12
- ปริญญาตรี	2	9.12	3	13.59

ที่มา: จากการสำรวจและประมวลผลโดยผู้วิจัย

ตารางที่ 3.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ปีการผลิต 2563 (ต่อ

รายการ	**เข้าร่วมโครงการ**		**ไม่เข้าร่วมโครงการ**	
	จำนวน	**ร้อยละ**	**จำนวน**	**ร้อยละ**
อายุเกษตรกร	เฉลี่ย 51.05 ปี		เฉลี่ย 50.25 ปี	
ประสบการณ์ (ระยะเวลาดำเนินการ	เฉลี่ย 13.68 ปี		เฉลี่ย 15.12 ปี	

ที่มา: จากการสำรวจและประมวลผลโดยผู้วิจัย

ตารางที่ 3.2 ลักษณะทั่วไปของสุกรที่เลี้ยง ปีการผลิต 2563

รายการ	**ค่าเฉลี่ย**	
	เข้าร่วมโครงการ	**ไม่เข้าร่วมโครงการ**
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส		
- ระยะเล็ก (น้ำหนัก 20 – 50 กิโลกรัม	32.75	32.60
- ระยะรุ่น (น้ำหนัก 50 – 80 กิโลกรัม	29.00	28.95
- ระยะขุน (น้ำหนัก 80 – 100 กิโลกรัม	28.35	28.25
น้ำหนักขาย (กิโลกรัม	109.21	109.86
จำนวนสุกรต่อรุ่น (ตัว	1,478.54	968.63
จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน	145.68	146.23

ที่มา: จากการสำรวจและประมวลผลโดยผู้วิจัย

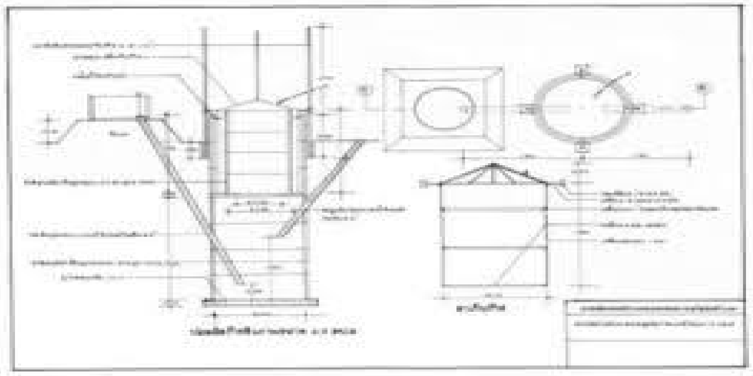
3.2 ระบบการจัดการก๊าซชีวภาพจากการเลี้ยงสุกร

ก๊าซชีวภาพ คือ ก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ด้วยแบคทีเรียชนิดไม่อาศัยอากาศหรือออกซิเจน (Anaerobic องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4 ประมาณ ร้อยละ 50 - 70 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 ประมาณ ร้อยละ 30 - 40 ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซชนิดอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจน (H_2 ออกซิเจน (O_2 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไนโตรเจน (N) และไอน้ำ (H_2O) โดยกระบวนการเกิดก๊าซชีวภาพจากย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) การย่อยสลายที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งอินทรีย์สารรวมกับจุลินทรีย์ หรือ CH_4+ CO_2+ NH_3 + H_2+ H_2S ส่วนปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากคาร์โบไฮเดรต ($C_6H_{12}O_6$ ทำให้เกิดก๊าซมีเทนร้อยละ 50 และคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 50 ของปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นทั้งหมด หรือ $C_6H_{12}O_6$ เป็น $3CO_2$ + $3CH_4$ โปรตีน ($C_{13}H_{25}O_7N_3S$) ทำให้เกิดก๊าซมีเทนร้อยละ 70 - 71 และคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 29 - 30 ของปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นทั้งหมด ตามโครงสร้าง $C_{13}H_{25}O_7N_3S + 6H_2O$ เป็น $6.5CO_2 + 6.5CH_4 + 3NH_3 + H_2S$ ส่วนไขมัน ($C_{12}H_{24}O_6$ ทำให้เกิดก๊าซมีเทนร้อยละ 67 – 68 และคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 32 - 33 ของปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นทั้งหมด ตามสมการ $C_{12}H_{24}O_6 + 3H_2O$ เป็น $4.5CO_2 + 7.5CH_4$ ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพประกอบไปด้วย อุณหภูมิที่มีผลต่อการหมักของแบคทีเรีย แบคทีเรียที่กระตุ้นให้เกิดการหมัก ความเป็นกรด – ด่าง การระเหย (Volatile) ของสารอินทรีย์ สารอาหารและการผสมหรือสัดส่วนของสสารที่อยู่ในระบบการหมักก๊าซชีวภาพ โดยเทคโนโลยีที่ใช้ในการหมักก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ ตามที่ สุภกร กอกน้อย พิชญ กองกาญจน์ และธรรมนิตย์ เจนสินธนานันท์ (2561 รวบรวมประกอบด้วย

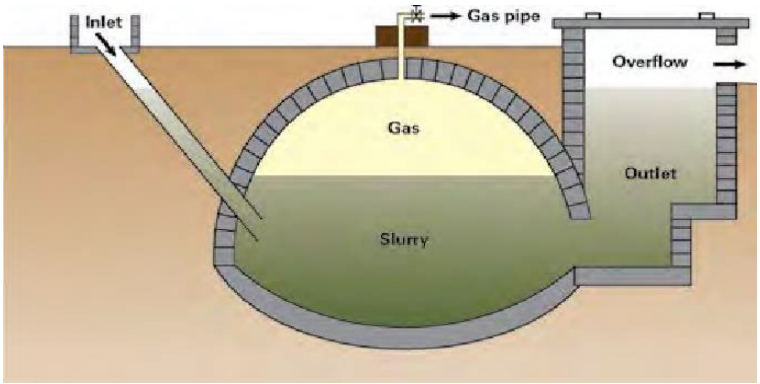
1 ระบบฝาครอบแช่ในบ่อมูล (Floating drum digester) เป็นรูปแบบที่ใช้ในการจัดมูลของสัตว์เลี้ยงที่กองอยู่ใต้ถุนบ้าน และแก้ปัญหาด้านสุขอนามัยการจัดแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค

2 ระบบฝาครอบแช่ในน้ำ (Separate Floating drum digester) ปรับปรุงระบบฝาครอบแช่ในบ่อมูล โดยการทาบ่อกักเก็บมูลด้านบนในส่วนที่ฝาครอบเก็บก๊าซ เป็นบ่อ 2 ชั้น เพื่อหล่อน้ำในวงนอกป้องกันก๊าซหนีออกและยังทำให้ฝาครอบเหล็กเก็บก๊าซแช่อยู่ในหน้าที่หล่อ ไม่สัมผัสกับมูลโดยตรง สามารถยืดอายุการใช้งานของฝาครอบ

3 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบโอ่งพร้อมฝาครอบเก็บก๊าซ เป็นรูปแบบที่ออกแบบโดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการที่จะใช้วัสดุที่มีและใช้งานในท้องถิ่นสามารถนำมาประยุกต์ใช้งาน และเป็นแบบของประเทศไทยร่วมกับฝาครอบเก็บก๊าซ



4 บ่อหมักแบบโดมคงที่ (Fixed dome digester) ส่วนใหญ่สร้างด้วยคอนกรีต หรือก่ออิฐโบกปูน ฝังอยู่ในดิน มีท่อเพื่อเติมมูลสัตว์และท่อให้มูลสัตว์ไหลออก ส่วนเก็บก๊าซจะสร้างด้วยคอนกรีต หรือ ก่ออิฐฉาบปูนติดกับตัวบ่อหมัก ทำให้แรงดันของก๊าซไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับปริมาตรของก๊าซภายในบ่อ



5 บ่อ UASB: Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket น้ำเสียจะถูกสูบเข้าที่ก้นถัง ตะกอนแบคทีเรียที่ก้นถังแบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นล่างเป็นตะกอนเม็ด ขนาด 2-5 มม. เป็นแบคทีเรียใยยาวเกาะกัน ชั้นบนเป็นแบคทีเรียตะกอนเบา ส่วนบนของบ่อหมักจะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แยกก๊าซและป้องกันมิให้ตะกอนแบคทีเรียหลุดออกไปกับน้ำเสีย

6 แบบ H-UASB (High Suspension Solid-Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket) พัฒนาจากระบบ UASB เพื่อแก้ปัญหาการอุดตันระบบหัวจ่ายน้ำ เนื่องจากตะกอนของมูลสัตว์ มี Buffer tank ทำหน้าที่แยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสียและมูลสัตว์ ให้มีปริมาณน้อยที่สุด และนำแผ่น PE ที่ใช้คลุมบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบราง มาคลุมบน Buffer Tank ทำหน้าที่เก็บก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบ UASB

7 บ่อหมักแบบราง (Plug Flow Digester) เป็นบ่อซึ่งก่อสร้างด้วยคอนกรีต ตัวบ่อมีรูปร่างยาวคล้ายรางหรือคลองส่งน้ำซึ่งมีชื่อเรียกว่า Channel Digester ส่วนบนบ่อหมักมีพลาสติกคลุมเพื่อใช้เก็บก๊าซชีวภาพ ตัวบ่อหมักจะถูกฝังอยู่ในดิน มีท่อเติมมูล และท่อนำมูลออกอยู่ทางหัวและท้ายบ่อ เนื่องจากใช้พลาสติกเป็นตัวเก็บก๊าซ ดังนั้นจึงมีแรงดันก๊าซค่อนข้างต่ำ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เพิ่มแรงดันเพื่อนำก๊าซไปใช้งาน

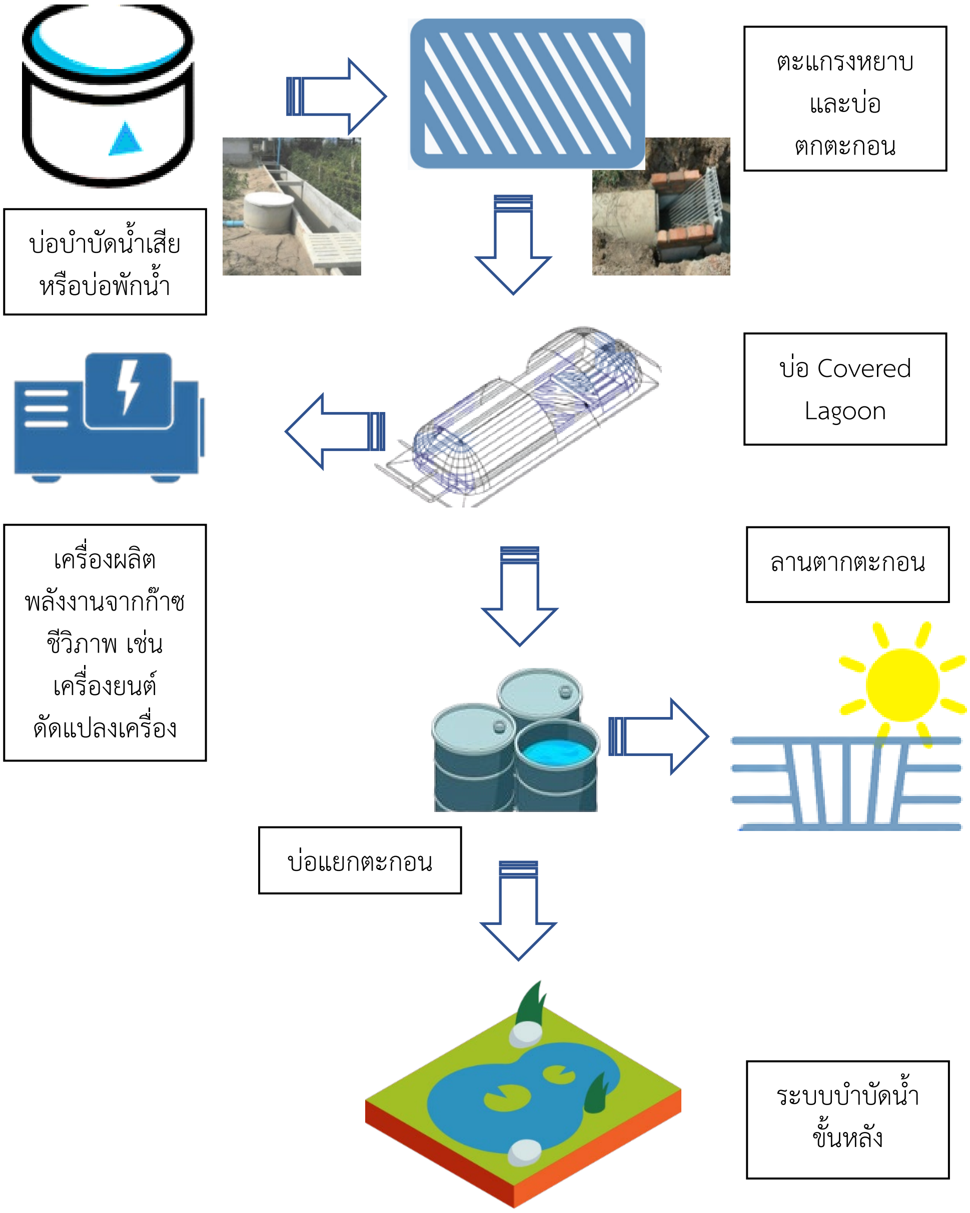
8 บ่อหมักแบบ Mini CD (Mini Channel Digester) เป็นระบบที่ย่อมาจากระบบขนาดใหญ่และขนาดกลางที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ส่งเสริมและเผยแพร่ โดยมีปริมาตรประมาณ 100 ลบ.ม. เพื่อเสริมระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบบ่อราง

9 บ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบถุง PVC ได้นำระบบแบบถุงของไต้หวัน มาปรับปรุงให้ใช้วัสดุที่ผลิตในประเทศ และมีราคาถูกรูปร่างมีลักษณะทรงกระบอกวางแนวนอนทำจาก PVC มีปริมาตรประมาณ 8 ลบ.ม. กำลังผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 2 ลบ.ม/วัน

10 บ่อแบบ Covered Lagoon รูปแบบของระบบนี้ได้นำรูปแบบถุงยางเก็บก๊าซของบ่อแบบ Plug Flow มาสร้างครอบไปบนบ่อรวบรวมมูลสัตว์ที่มีอยู่แล้ว ซึ่งอาจเป็น บ่อคอนกรีตหรือดินขุดก็ได้ ในกรณีที่เป็นบ่อดินขุด อาจปูแผ่นยางที่ใช้ปูสระเก็บน้ำมาปูทับ เพื่อไม่ให้เกิดการรั่วซึมของของเสียลงใต้ดิน

โดยการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ (สุกร ภายใต้โครงการ เมืองเกษตรสีเขียวด้านปศุสัตว์ ปี 2557 - 2558 และโครงการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ ปี 2559 - 2560 การจัดการมูลสุกรด้วยระบบนี้เป็นบ่อหมักก๊าซชีวภาพรูปแบบหนึ่งสามารถพัฒนามาจากบ่อหมักแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic pond) โดยการคลุมผ้ายางหรือพลาสติก เช่น HDPE PVC เป็นต้น เพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพจากการย่อยสลายได้ ซึ่งประกอบไปด้วย ระบบรางรวบรวมน้ำเสียไปยังบ่อรวบรวมน้ำเสีย ตะแกรงหยาบ บ่อตกตะกอนขั้นต้น บ่อคลุมแบบไม่ใช้อากาศ เครื่องแปลงพลังงาน ระบบบำบัดขั้นหลัง (บ่อปรับเสถียร และลานตากตะกอน

ผู้วิจัยได้ศึกษาการทำงานของระบบ Covered Lagoon (ภาพที่ 3.1 ซึ่งกระบวนการทางชีวภาพโดยการทำงานของจุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศ ในการเปลี่ยนสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้กลายเป็นตะกอนและก๊าซ เริ่มจากการรวบรวมน้ำเสียและตะแกรงหยาบจะช่วยในการกรองวัสดุอื่นที่มาจากน้ำเสีย จากนั้นน้ำเสียจะไหลเข้าสู่บ่อตกตะกอนขั้นต้น ซึ่งจะดักตะกอนหนักที่ปนมากับน้ำเสีย และไหลต่อไปยังบ่อคลุมแบบไม่ใช้อากาศ ซึ่งเป็นกระบวนการบำบัดทางชีวภาพซึ่งทำให้เกิดก๊าซชีวภาพและตะกอนจะถูกดึงออกจากบ่อคลุมนี้และดึงขึ้นไปยังลานตาก (บางรายนำมูลสุกรที่ตากไปจำหน่ายเป็นปุ๋ย สำหรับน้ำที่ผ่านจากบ่อคลุมไม่ใช้อากาศจะมีความสกปรกลดลงและไหลไปสู่บ่อปรับเสถียร ซึ่งอาจจะประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสิ่งสกปรก โดยเกษตรกรบางส่วนนำน้ำบำบัดดังกล่าวไปใช้ในการผลิตทางการเกษตร



ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรระบบ Covered Lagoon

3.3 โครงการด้านการจัดการก๊าซเรือนกระจกภาคปศุสัตว์

กรมปศุสัตว์จัดทำโครงการดังกล่าวตามโครงการเมืองเกษตรสีเขียวด้านปศุสัตว์ ปี 2557 - 2558 และโครงการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ ปี 2559 - 2560 (ภาคผนวกที่ 1 เนื่องจากตระหนักถึงปัญหากลิ่น และน้ำเสียอันเนื่องมาจากของเสียจากฟาร์มสุกรถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้แหล่งน้ำ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน ซึ่งสามารถสรุปผลการดำเนินโครงการจากกรมปศุสัตว์ ได้ดังนี้

3.3.1 เป้าหมาย กรมปศุสัตว์ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณอุดหนุนค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ แก่ผู้ประกอบการฟาร์มสุกร ภายใต้

1 โครงการเมืองเกษตรสีเขียว ประจำปี 2557 – 2558 ในพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดราชบุรี หนองคาย เชียงใหม่ ศรีสะเกษ จันทบุรี และพัทลุง จำนวน 40 ฟาร์ม

2 โครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์

ปีงบประมาณ 2559 ดำเนินการในพื้นที่ 15 จังหวัด ได้แก่ ชัยนาท สระบุรี ชัยภูมิ นครราชสีมา นครพนม กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด พะเยา น่าน ลำปาง เชียงราย ลำพูน และนครสวรรค์ จำนวน 30 ฟาร์ม

ปีงบประมาณ 2560 ดำเนินการในพื้นที่ 16 จังหวัด ได้แก่ ชัยนาท ระยอง ตราด นครนายก นครราชสีมา นครพนม กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด พะเยา น่าน เชียงราย เชียงใหม่ พิษณุโลก และพัทลุง จำนวน 20 ฟาร์ม รวมจำนวนจังหวัด 25 จังหวัด รวมจำนวนฟาร์มทั้งสิ้น 90 ฟาร์ม

3.3.2 คุณสมบัติของเกษตรกร

1 เป็นฟาร์มสุกรที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายของโครงการฯ

2 เป็นฟาร์มสุกรที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียหรือมีแต่ไม่เพียงพอ และ/หรือชำรุดต้องการปรับปรุง

3 มีพื้นที่เพียงพอในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ

4 มีพื้นที่เกษตรกรรมของตนเอง หรือจัดหาพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อรองรับการนำน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียไปใช้ประโยชน์ได้

5 มีเงินทุนเพียงพอในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ ทั้งนี้ ผู้ประกอบการจะได้รับเงินอุดหนุนเมื่อก่อสร้างระบบฯเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3.3.3 การดำเนินงาน

มีการตรวจติดตามผลการดำเนินงานให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการฯ ปีละ 3 ครั้ง โดยคณะกรรมการและคณะทำงาน ประกอบด้วยปศุสัตว์จังหวัด โยธาธิการจังหวัด สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด พลังงานจังหวัด เกษตรจังหวัด หัวหน้ากลุ่มพัฒนาคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ และเจ้าหน้าที่จากกลุ่มมาตรฐานสิ่งแวดล้อมฯ

3.3.4 ผลการดำเนินการ

1 ดำเนินการแล้วเสร็จ จำนวน 87 ฟาร์ม

2 อยู่ระหว่างดำเนินการในโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ ปีงบประมาณ 2560 จำนวน 3 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มในพื้นที่จังหวัดนครนายก นครราชสีมา และพัทลุง

3.3.5 ผลสัมฤทธิ์จากการติดตามผลการดำเนินโครงการฯ พบว่าเกษตรกรมีความพึงพอใจมาก เนื่องจากสามารถนำของเสียภายในฟาร์ม มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้หลายทาง อาทิเช่น

1 นำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มาใช้ทดแทนพลังงานไฟฟ้าและน้ำมัน เพื่อใช้ภายในฟาร์มและปั่นพัดลมท้ายโรงเรือน ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ร้อยละ 40 – 80

2 ใช้เป็นก๊าซหุงต้มภายในครัวเรือน

3 กากตะกอนที่ได้จากระบบบำบัดฯ และน้ำทิ้งสามารถนำมาใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม ช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนปุ๋ยเคมี

4 สร้างรายได้เสริมจากการนำกากตะกอนมาตากแห้ง บรรจุถุงขายได้ในราคากระสอบละ 30 – 40 บาท นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะปัญหาเรื่องกลิ่นและมลภาวะในชุมชนด้วย

3.3.6 เงื่อนไขการเข้าร่วมโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ ประกอบด้วย

1 ผู้ประกอบการต้องยื่นใบสมัครต่อคณะทำงานโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ระดับจังหวัด

2 ผู้ประกอบการต้องมีแผนดำเนินการนำน้ำทิ้งไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตรกรรม

3 ผู้ประกอบการต้องได้รับหนังสือยินยอมจากเจ้าของพื้นที่ในการอนุญาตให้นำน้ำทิ้งไปใช้ประโยชน์

4 ผู้ประกอบการเป็นผู้ว่าจ้างผู้รับเหมา และมีวิศวกรสิ่งแวดล้อมเป็นผู้รับรองแบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียและควบคุมการก่อสร้าง

5 กรณีที่ต้องรื้อถอนระบบบำบัดน้ำเสียเดิม ผู้ประกอบการต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

6 ผู้ประกอบการต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่นๆเพื่อนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์

7 ผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการฯ ต้องลงนามในบันทึกข้อตกลงการใช้เงินอุดหนุนกับกรมปศุสัตว์ซึ่งสาระสำคัญ คือ กรมปศุสัตว์จะสนับสนุนเงินอุดหนุนการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียตามแบบมาตรฐานที่ออกแบบและรับรองโดยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ในอัตราสุกรขุนตัวละ ๕๐๐ บาท แต่ไม่เกินร้อยละ ๕๐ ของค่าก่อสร้างระบบฯทั้งหมด (ไม่รวมเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ และจะจ่ายเงินอุดหนุนทั้งหมดมากที่สุดไม่เกินจำนวนสุกร ๑ ,๔๐๐ ตัว (หรือไม่เกิน ๗๐๐,๐๐๐ บาท

8 ปฏิบัติตามเงื่อนไขอื่น ๆ ตามที่คณะทำงานโครงการฯ ระดับจังหวัดเห็นสมควร

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกในการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon พิจารณาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้จากการเข้าร่วมโครงการหรือการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการมูลสัตว์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างไม่ได้สะท้อนการดำเนินงานของจังหวัด แต่เป็นเกษตรกรตัวแทนที่คัดเลือกมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยศึกษามูลค่าปัจจุบันของการผลิตก๊าซเรือนกระจกที่ได้ตามรุ่นหรือวันที่ใช้ในการเลี้ยงแต่ละรุ่นของปีการผลิต 2563 จากนั้นศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมโครงการที่ศึกษา กรณีผลต่างต้นทุนรวมจากเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและไม่เข้าร่วมโครงการกับการศึกษาความมีประสิทธิภาพของต้นทุน จากผลต่างมูลค่าการลงทุนกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนผันแปรที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon

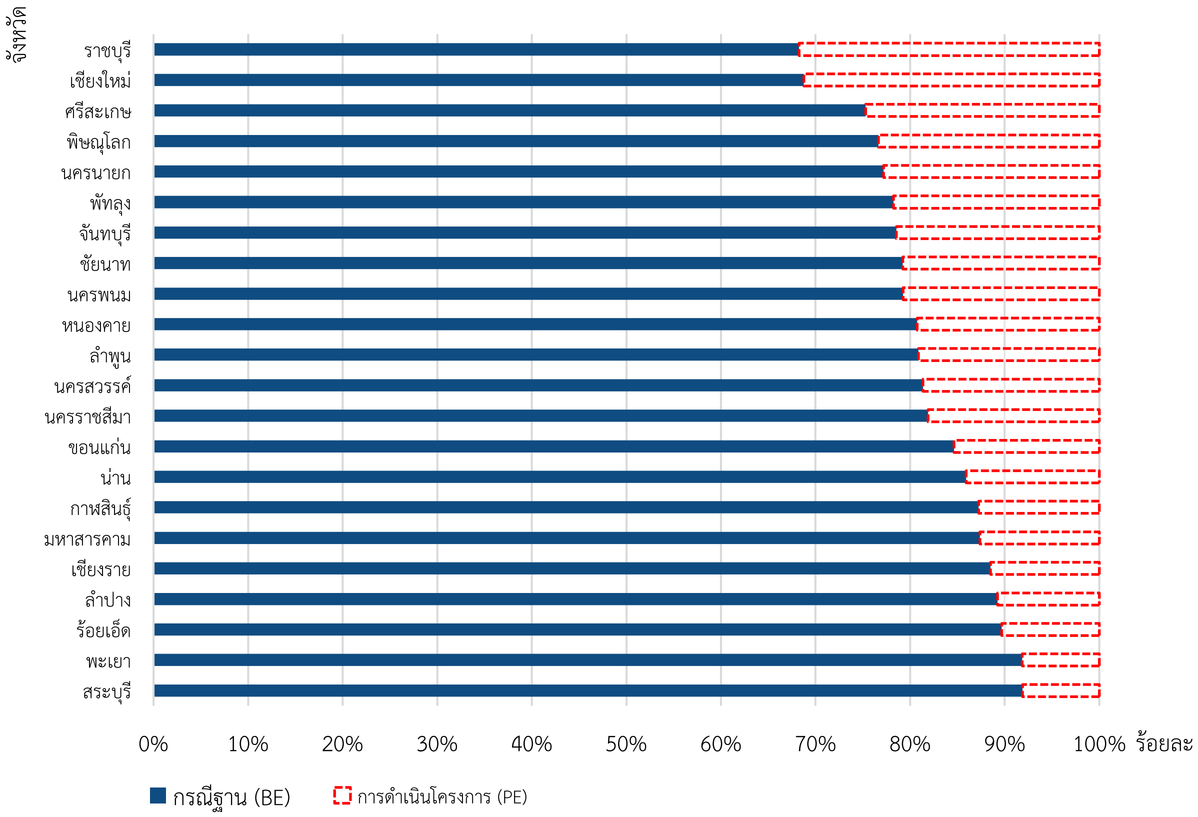
ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (มีเทน ที่สามารถคำนวณได้สามารถแบ่งออกเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกกรณีฐาน (Baseline Emission: BE) และกรณีที่นำก๊าซมีเทนจากการดำเนินโครงการ (Project Emission: PE ไปใช้เป็นก๊าซชีวภาพเพื่อใช้ในการผลิตหรือในครัวเรือน ซึ่งผลต่างของปริมาณก๊าซทั้งหมดและการนำไปใช้ คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการจัดการมูลสุกรซึ่งเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง (Emission Reduction: ER) หรือปริมาณก๊าซที่หลงเหลืออยู่ในระบบการจัดการมูลสุกร ซึ่งในแต่ละฟาร์มมีประสิทธิภาพในการจัดการที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับขนาดของฟาร์มและศักยภาพในการใช้ก๊าซชีวภาพจากการจัดการมูลสุกร ดังตารางที่ 4.1 (รายละเอียดตารางภาคผนวกที่ 2.1 จากกลุ่มตัวอย่างภายใต้โครงการฯ ที่สามารถพิจารณามูลค่าปัจจุบันของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจาก $ER \times \frac{1 - \frac{1}{(1+r)^t}}{r}$ โดยยกตัวอย่างมูลค่าปัจจุบันของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกลุ่มตัวอย่างจังหวัดเชียงใหม่ได้ $71.12 \times \frac{1 - \frac{1}{(1+0.1)^{25}}}{0.1}$ เท่ากับ 643.63 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ทั้งนี้ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon อยู่ระหว่าง 71.12 – 1,533.31 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และเมื่อพิจารณาเป็นมูลค่าปัจจุบัน 645.63 – 13,917.97 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ตารางที่ 4.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการจัดการมูลสุกรภายใต้โครงการฯ

หน่วย : ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

จังหวัด	จำนวนสุกรต่อรุ่น (ตัว	จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน	BE	PE	ER	มูลค่าปัจจุบันของ ER ต่อรุ่น	มูลค่าปัจจุบันของ ER ต่อรุ่นต่อตัว
เชียงใหม่	500	120	132.63	61.50	71.12	645.63	1.29
พิษณุโลก	3,000	150	1,339.11	420.47	918.64	8,338.54	2.77
นครสวรรค์	700	150	332.09	79.26	252.83	2,294.99	3.27
ลำปาง	1,500	130	663.17	86.09	577.08	5,238.19	3.49
จันทบุรี	550	150	224.46	63.44	161.01	1,461.50	2.65
สระบุรี	1,500	150	688.68	67.33	621.35	5,640.04	3.76
มหาสารคาม	1,200	150	589.39	90.72	498.67	4,526.45	3.77
ชัยนาท	2,000	150	918.24	249.69	668.55	6,068.46	3.03
กาฬสินธุ์	500	150	242.31	37.77	204.54	1,856.66	3.71
หนองคาย	680	150	343.42	85.19	258.23	2,343.98	3.44
พัทลุง	500	150	216.80	62.30	154.50	1,402.44	2.80
ราชบุรี	1,950	90	531.20	252.10	279.10	2,533.40	1.29
ศรีสะเกษ	1,850	135	679.50	229.36	450.13	4,085.93	2.20
พะเยา	500	150	191.30	18.80	172.50	1,565.79	3.13
นครราชสีมา	3,658	180	1,992.97	459.66	1,533.31	13,917.97	3.80
ขอนแก่น	1,420	150	796.83	152.30	644.52	5,850.41	4.12
ร้อยเอ็ด	1,500	150	726.94	90.50	636.44	5,777.03	3.85
น่าน	1,200	150	520.34	90.06	430.27	3,905.59	3.25
เชียงราย	1,400	150	599.92	83.72	516.19	4,685.53	3.34
ลำพูน	650	150	331.58	81.46	250.12	2,270.38	3.49
นครนายก	4,000	150	1,632.44	497.46	1,134.97	10,302.22	2.57
นครพนม	1,770	150	857.79	232.38	625.41	5,676.87	3.20

โดยเมื่อทำการศึกษาสัดส่วนของปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ภาพที่ 4.1 ที่นำไปใช้ต่อปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากมูลสุกรอยู่ระหว่างร้อยละ 8.83 – 46.51 หรือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นเกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เฉลี่ยร้อยละ 22.85 โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เหลือร้อยละ 77.15 เป็นค่าเฉลี่ยจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด เป็นปริมาณที่เกิดจากการจัดการมูลสุกรที่จะต้องทำการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มเติม

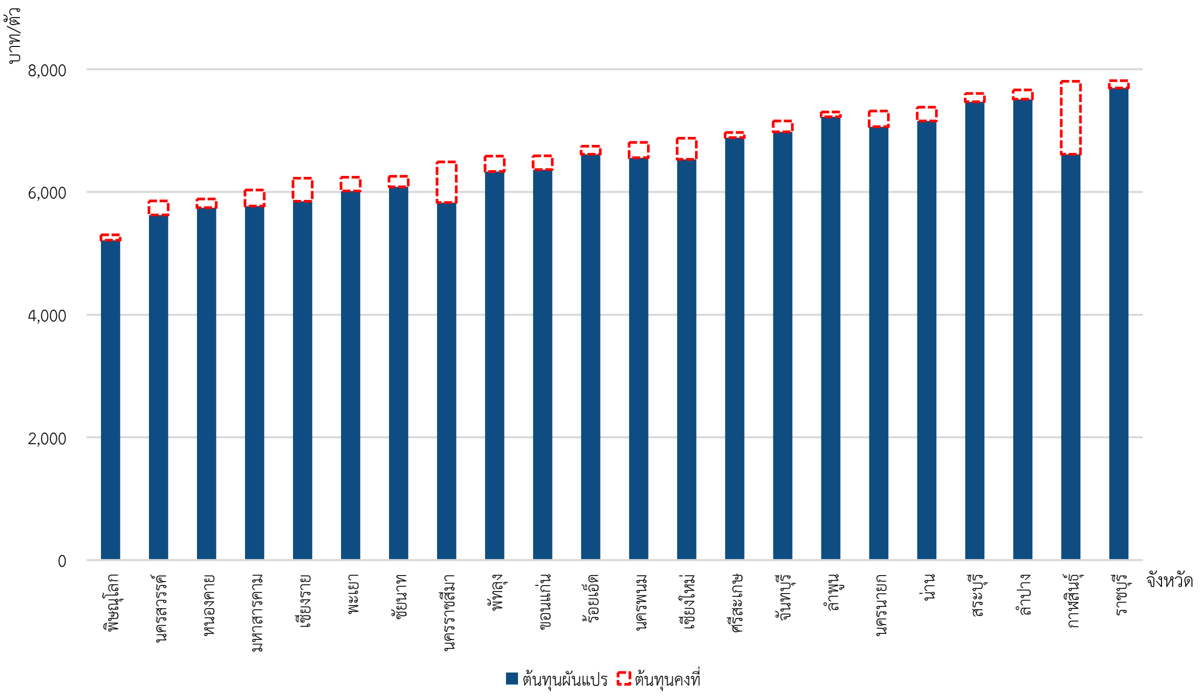


ภาพที่ 4.1 สัดส่วนปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการจัดการมูลสุกรภายใต้โครงการฯ

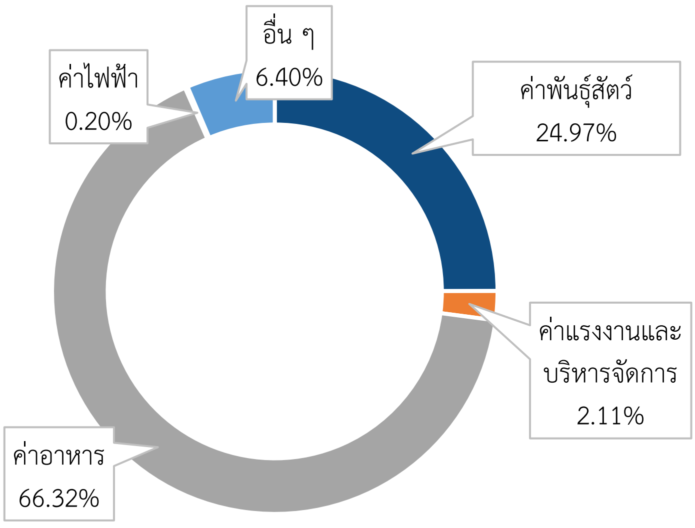
4.2 ต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon

4.2.1 ต้นทุนการเลี้ยงสุกร

เมื่อทำการศึกษาต้นทุนการเลี้ยงสุกรจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาในจังหวัดต่าง ๆ จำนวน 22 ตัวอย่าง ซึ่งแต่ละกลุ่มตัวอย่างในจังหวัดกรณีที่เกษตรกร/ฟาร์มเข้าร่วมโครงการฯ (ตารางที่ 4.2 และรายละเอียดตารางภาคผนวกที่ 2.2 พบว่า ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่อตัวต่อรุ่นการเลี้ยงสุกร (ภาพที่ 4.2 มีมูลค่าที่แตกต่างกัน โดยต้นทุนผันแปรเฉลี่ยอยู่ที่ 6,503.79 บาท และต้นทุนคงที่ 261.98 บาท การศึกษาต้นทุนในการเลี้ยงสุกรเฉลี่ยต่อตัวต่อรุ่นของเกษตรกรแต่ละราย สามารถวิเคราะห์สัดส่วนต้นทุนผันแปรในการผลิต (ภาพที่ 4.3 ของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละจังหวัด พบว่า การเลี้ยงสุกรต้นทุนผันแปร ส่วนใหญ่เป็นค่าอาหารในการเลี้ยง โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 66.32 รองลงมาเป็นค่าพันธุ์สัตว์ ค่าแรงงาน และบริหารจัดการฟาร์ม ต้นทุนอื่น ๆ (ค่ายาและเวชภัณฑ์ ค่าน้ำ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ ค่าเสียโอกาสในการลงทุน ที่ไม่รวมค่าใช้ไฟฟ้า โดยค่าไฟฟ้าเป็นต้นทุนที่จะนำมาพิจารณาต้นทุนส่วนเพิ่มที่สำคัญ คิดเป็นร้อยละ 0.20 ของต้นทุนผันแปรที่ใช้ในการผลิตสุกร



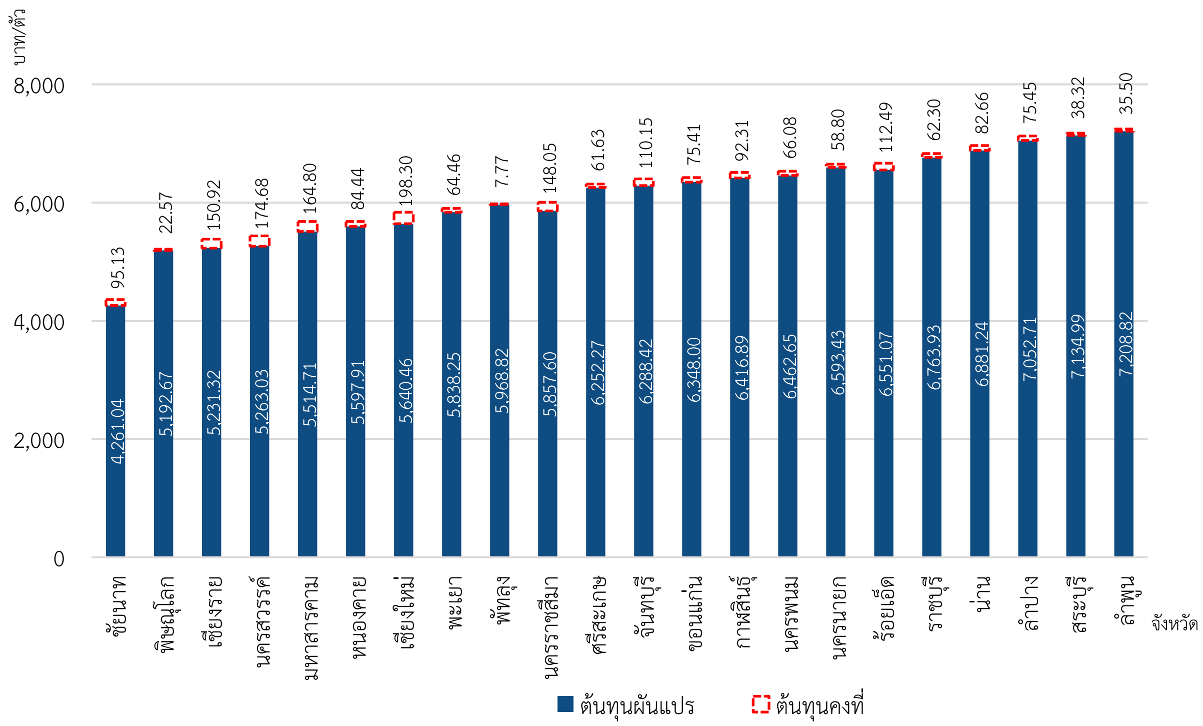
ภาพที่ 4.2 ต้นทุนการเลี้ยงสุกรกรณีเข้าร่วมโครงการ



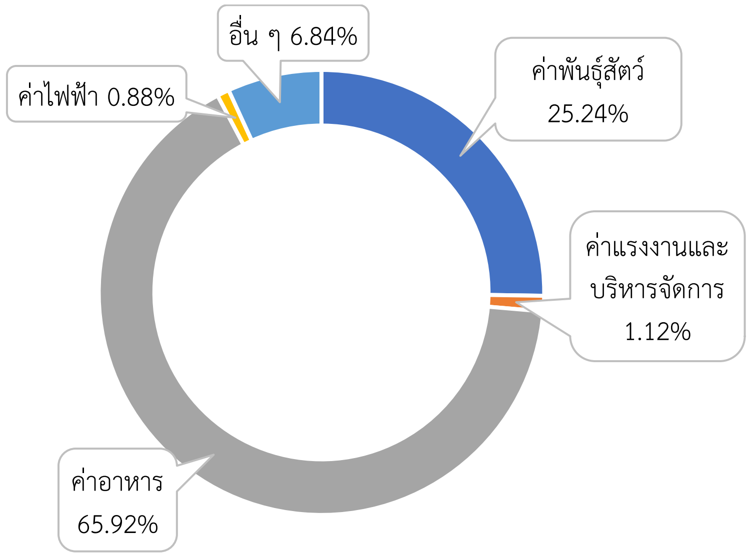
ภาพที่ 4.3 สัดส่วนต้นทุนผันแปรการเลี้ยงสุกรกรณีเข้าร่วมโครงการ

หากพิจารณาต้นทุนการเลี้ยงสุกรกรณีผู้ที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ (ภาพที่ 4.4 พบว่า มีความแตกต่างในส่วนของต้นทุนคงที่ (รายละเอียดตารางภาคผนวกที่ 2.3 กับกรณีที่เกษตรกร/ฟาร์มที่เข้าร่วมโครงการฯ เนื่องจากมีการพิจารณาต้นทุนคงที่ของระบบการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ซึ่งบางรายมีการลงทุนดังกล่าวที่สูงหรือเพิ่งมีการใช้งานได้ไม่นาน โดยต้นทุนผันแปรของเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ (ตารางที่ 4.2 และรายละเอียดตารางภาคผนวกที่ 2.2 เฉลี่ย

อยู่ที่ 6,102.02 บาทต่อตัว และต้นทุนคงที่อยู่ที่ 90.10 บาทต่อตัว โดยสัดส่วนของต้นทุนผันแปร (ภาพที่ 4.5 ส่วนใหญ่ร้อยละ 65.93 เป็นค่าอาหารในการเลี้ยงสุกร รองลงมาเป็นค่าพันธุ์สัตว์และอื่น ๆ จะเห็นได้ว่าไฟฟ้าที่ใช้ในโรงเรือนมีมูลค่าสูงกว่ากรณีเข้าร่วมโครงการฯ ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจกจากระบบการจัดการมูลสุกรแบบ Covered Lagoon ที่นำก๊าซชีวภาพไปใช้



ภาพที่ 4.4 ต้นทุนการเลี้ยงสุกรกรณีไม่ได้เข้าร่วมโครงการ



ภาพที่ 4.5 สัดส่วนต้นทุนผันแปรการเลี้ยงสุกรกรณีไม่ได้เข้าร่วมโครงการ

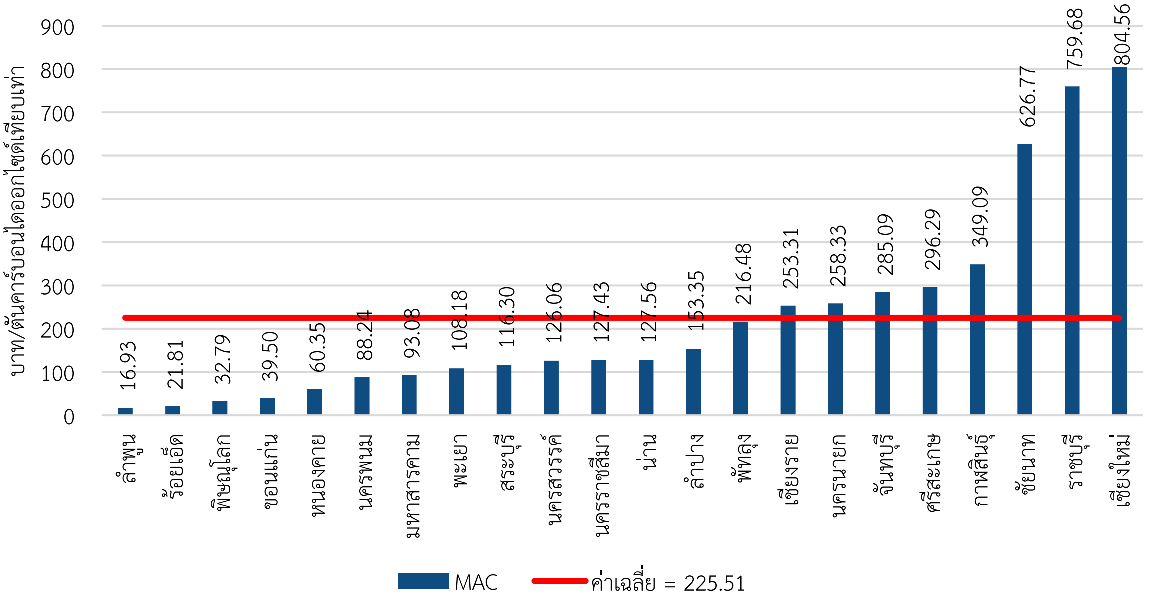
4.2.2 ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก

ผู้วิจัยทำการศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก โดยใช้สมการในการคำนวณ 2 วิธี ได้แก่ 1 การวิเคราะห์ผลต่างต้นทุนการดำเนินงานระหว่างการเข้าร่วมโครงการและไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ และ 2 การวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรที่แตกต่างจากการดำเนินการจัดการมูลสุกร เพื่อศึกษาปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจำนวนหนึ่งตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากการผลิตสุกรหนึ่งรุ่นในแต่ละฟาร์มว่าการผลิตต้องใช้ต้นทุนส่วนเพิ่ม (มูลค่าปัจจุบันต้นทุนสุทธิและค่าปัจจุบันของก๊าซเรือนกระจก เท่าไหร่ต่อหน่วยผลการศึกษาเป็นดังนี้

1 การวิเคราะห์ผลต่างต้นทุนการดำเนินงาน ระหว่างการเข้าร่วมโครงการและไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ จากข้อมูลตามตารางที่ 4.2 สามารถนำผลต่างต้นทุนการเลี้ยงสุกรกรณีผู้เข้าร่วมโครงการฯ และไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ หารด้วยมูลค่าปัจจุบันของการลดก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (ผลต่างก๊าซเรือนกระจกกรณีไม่มีระบบ (BE กับกรณีที่นำก๊าซไปใช้ในระบบหรือเป็นไฟฟ้า (PE) ซึ่งจะได้ค่าต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกในวิธีที่ 1 ตามภาพที่ 4.6 (รายละเอียดตารางภาคผนวกที่ 2.4 โดยยกตัวอย่างการคำนวณของตัวอย่างจังหวัดเชียงใหม่ ผลต่างต้นทุนรวมกรณีเข้าร่วมโครงการและไม่เข้าร่วมโครงการหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง (ต่อตัว ตามตารางที่ 4.1 ดังนี้

$$MAC_{\text{เชียงใหม่}} = \frac{(6,528.22+347.79 - (5,638.82+198.30}{1.2913}$$

$$= 804.83 \text{ บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า}$$



ภาพที่ 4.6 ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสัตว์ วิธีที่ 1

ตารางที่ 4.2 ต้นทุนการเลี้ยงสุกรของผู้เข้าร่วมโครงการฯ และผู้ที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ

หน่วย : ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า[1] / บาท[2]

จังหวัด	มูลค่าปัจจุบันของ ER (ต่อตัว [1]	กรณีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการ[2]			กรณีเกษตรกรไม่ได้เข้าร่วมโครงการ[2]			ผลต่างต้นทุน[2] ผู้เข้าร่วมและไม่ได้เข้าร่วมโครงการ
		ต้นทุนผันแปร	ต้นทุนคงที่	ต้นทุนรวม	ต้นทุนผันแปร	ต้นทุนคงที่	ต้นทุนรวม	
เชียงใหม่	1.2913	6,528.22	347.79	6,876.01	5,638.82	198.30	5,837.12	1,038.89
พิษณุโลก	2.7795	5,208.09	92.36	5,300.45	5,186.75	22.57	5,209.32	91.13
นครสวรรค์	3.2786	5,622.54	226.32	5,848.86	5,260.89	174.68	5,435.57	413.29
ลำปาง	3.4921	7,509.41	148.63	7,658.04	7,047.09	75.45	7,122.54	535.50
จันทบุรี	2.6573	6,977.22	177.12	7,154.34	6,286.62	110.15	6,396.77	757.57
สระบุรี	3.7600	7,464.71	135.9	7,600.61	7,124.99	38.32	7,163.31	437.30
มหาสารคาม	3.7720	5,770.58	260.03	6,030.61	5,514.72	164.81	5,679.53	351.08
ชัยนาท	3.0342	6,081.03	170.51	6,251.54	4,254.63	95.14	4,349.77	1,901.77
กาฬสินธุ์	3.7133	6,605.05	1192.43	7,797.48	6,408.89	92.31	6,501.20	1,296.28
หนองคาย	3.4470	5,742.46	135.93	5,878.39	5,585.91	84.44	5,670.35	208.04
พัทลุง	2.8049	6,334.08	249.73	6,583.81	5,968.82	7.78	5,976.60	607.21
ราชบุรี	1.2992	7,690.54	122.65	7,813.19	6,763.94	62.29	6,826.23	986.96
ศรีสะเกษ	2.2086	6,885.52	82.38	6,967.90	6,251.88	61.63	6,313.51	654.39
พะเยา	3.1316	6,011.39	224.11	6,235.50	5,832.25	64.46	5,896.71	338.79
นครราชสีมา	3.8048	5,829.02	659.47	6,488.49	5,855.61	148.05	6,003.66	484.84
ขอนแก่น	4.1200	6,366.01	220.13	6,586.14	6,348.01	75.41	6,423.42	162.72
ร้อยเอ็ด	3.8514	6,615.69	129.88	6,745.57	6,549.07	112.49	6,661.56	84.01
น่าน	3.2547	7,153.81	225.25	7,379.06	6,881.25	82.66	6,963.91	415.15
เชียงราย	3.3468	5,844.82	377.21	6,222.03	5,223.32	150.92	5,374.24	847.79
ลำพูน	3.4929	7,221.50	79.96	7,301.46	7,206.82	35.50	7,242.32	59.14
นครนายก	2.5756	7,062.07	255.5	7,317.57	6,593.43	58.80	6,652.23	665.34
นครพนม	3.2073	6,559.56	250.37	6,809.93	6,460.85	66.08	6,526.93	283.00
ค่าเฉลี่ย	3.1056	6,503.79	261.98	6,765.77	6,102.02	90.10	6,192.12	573.65

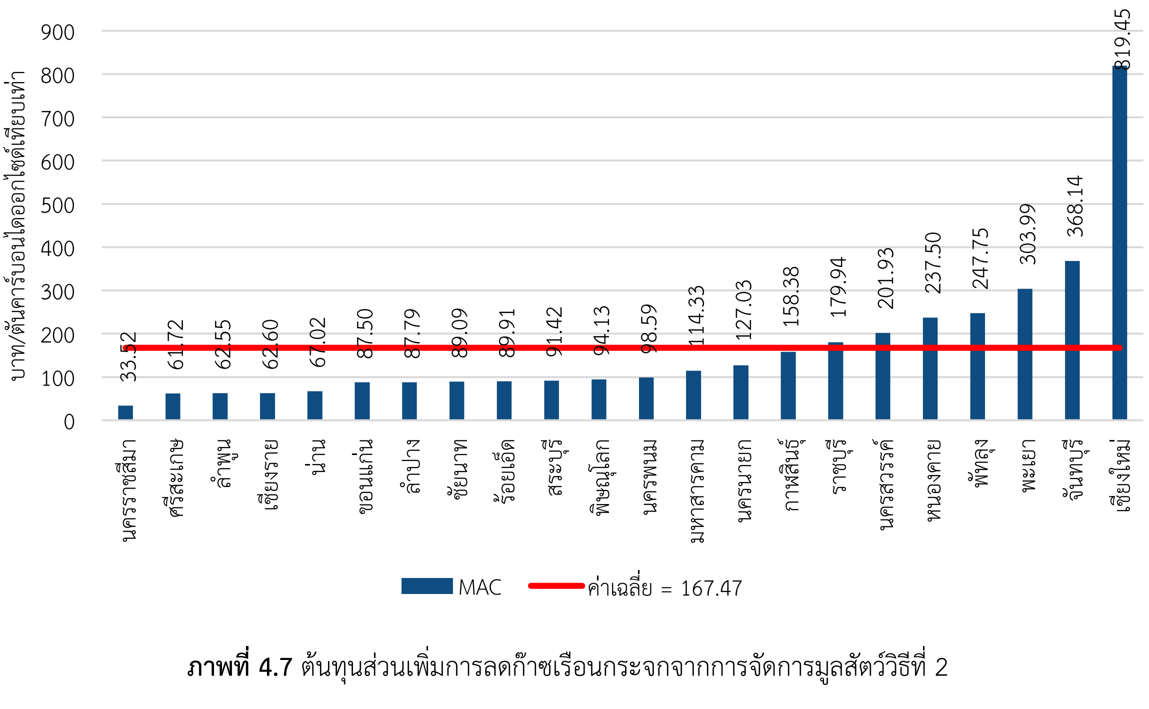
ผลการศึกษา (รายละเอียดตารางภาคผนวกที่ 2.4 พบว่า ผลต่างของต้นทุนการเลี้ยงสุกรของผู้เข้าร่วมและไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ อยู่ที่ 59.14 – 1,901.77 บาท เฉลี่ย 573.65 บาท ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกในการจัดการมูลสุกรระบบไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ในวิธีนี้อยู่ระหว่าง 16.93 – 804.56 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ค่าเฉลี่ยของทั้ง 22 ราย 225.51 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยความผันแปรของค่าที่ได้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย อาทิ ต้นทุนในการเลี้ยงสุกรที่แตกต่างกัน เทคโนโลยีที่ใช้ในการลดก๊าซเรือนกระจก ทำให้ไม่สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อจำนวนสุกรหรือต้นทุนต่อหน่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2 การวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรที่แตกต่างจากการดำเนินการจัดการมูลสุกร โดยการศึกษามูลค่าปัจจุบันในการลงทุนต่อต้นทุนผันแปร (ค่าไฟฟ้า ที่มาจากการลงทุนซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง ตามตารางที่ 4.3 โดยการคำนวณสามารถแทนค่าตามสูตร ยกตัวอย่างกรณีจังหวัดเชียงใหม่ (ต้นทุนที่ใช้ในการวิเคราะห์หน่วย คือ บาทต่อปีทำเป็นรุ่นโดยคูณ $\frac{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}{365}$ ดังนี้

$$MAC_{\text{เชียงใหม่}} = \frac{(1{,}700{,}000 + (-10{,}000 \times \frac{1 - \frac{1}{(1+0.1)^{25}}}{0.1} \times \frac{120}{365}}{645.6318}$$

$$= 819.45 \text{ บาทต่อคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า}$$

การดำเนินตามวิธีดังกล่าวสามารถสะท้อนต้นทุนผันแปรที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานตามโครงการฯ ในการลดก๊าซเรือนกระจกเมื่อเทียบกับการลงทุนในระบบการจัดการมูลสุกรระบบไร้อากาศ แบบ Covered Lagoon ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก (ภาพที่ 4.7 อยู่ระหว่าง 33.52 – 819.45 บาท ค่าเฉลี่ย 167.47 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า



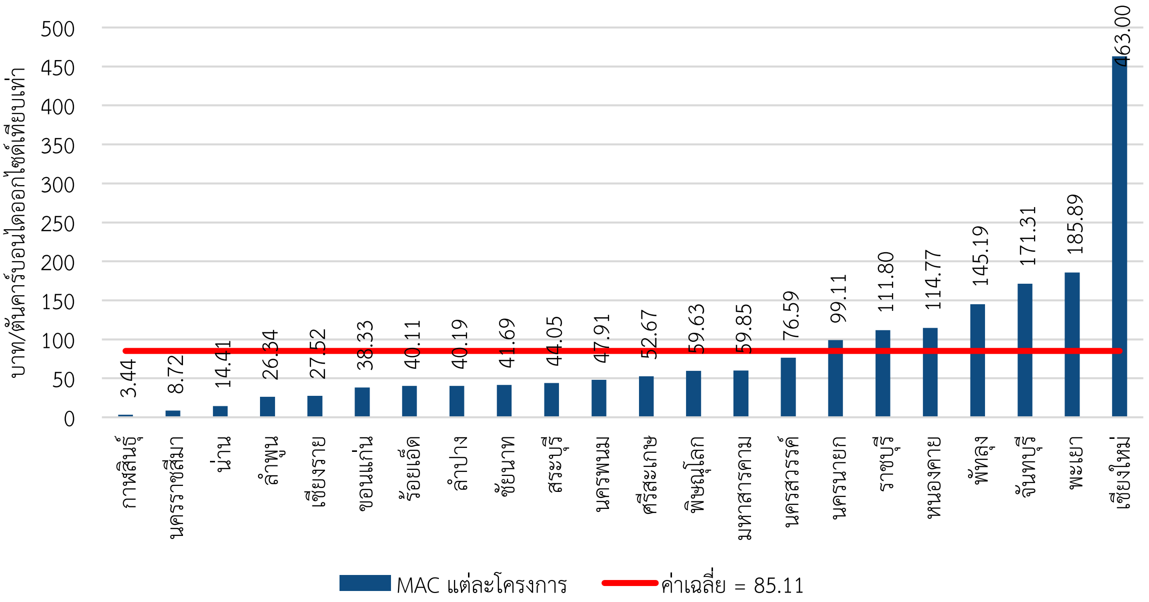
ภาพที่ 4.7 ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสัตว์วิธีที่ 2

ตารางที่ 4.3 ต้นทุนการเลี้ยงสุกรในการวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรที่แตกต่างจากการดำเนินการจัดการมูลสุกร (วิธีที่ 2

หน่วย : บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

เกษตรกรตัวอย่างจังหวัด	จำนวนสุกรต่อรุ่น (ตัว	จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน	เงินลงทุน (บาท	ผลต่างต้นทุนผันแปร (บาท	มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนผันแปร (บาท	มูลค่าปัจจุบันปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง (บาท	การสนับสนุนจากโครงการ (บาท	MAC	MAC ได้รับการสนับสนุน
เชียงใหม่	500	120	1,700,000	-10,000	-90,770.40	645.63	700,000	819.45	463.00
พิษณุโลก	3,000	150	2,500,000	-65,000	-590,007.60	8,338.54	700,000	94.13	59.63
นครสวรรค์	700	150	1,400,000	-30,000	-272,311.20	2,294.99	700,000	201.93	76.59
ลำปาง	1,500	130	1,400,000	-12,000	-108,924.48	5,238.19	700,000	87.79	40.19
จันทบุรี	550	150	1,400,000	-10,000	-90,770.40	1,461.50	700,000	368.14	171.31
สระบุรี	1,500	150	1,300,000	-5,000	-45,385.20	5,640.04	650,000	91.42	44.05
มหาสารคาม	1,200	150	1,350,000	-10,000	-90,770.40	4,526.45	600,000	114.33	59.85
ชัยนาท	2,000	150	1,400,000	-9,300	-84,416.47	6,068.46	700,000	89.09	41.69
กาฬสินธุ์	500	150	770,000	-6,000	-54,462.24	1,856.66	700,000	158.38	3.44
หนองคาย	680	150	1,400,000	-5,000	-45,385.20	2,343.98	700,000	237.50	114.77
พัทลุง	500	150	850,000	-500	-4,538.52	1,402.44	350,000	247.75	145.19
ราชบุรี	1,950	90	2,000,000	-16,666	-151,277.95	2,533.40	700,000	179.94	111.80
ศรีสะเกษ	1,850	135	700,000	-2,000	-18,154.08	4,085.93	100,000	61.72	52.67
พะเยา	600	150	1,200,000	-4,600	-41,754.38	1,565.79	450,000	303.99	185.89
นครราชสีมา	3,658	180	1,400,000	-50,000	-453,852.00	13,917.97	700,000	33.52	8.72
ขอนแก่น	1,420	150	1,400,000	-17,000	-154,309.68	5,850.41	700,000	87.50	38.33
ร้อยเอ็ด	1,500	150	1,400,000	-15,000	-136,155.60	5,777.03	700,000	89.91	40.11
น่าน	1,200	150	1,000,000	-40,000	-363,081.60	3,905.59	500,000	67.02	14.41
เชียงราย	1,400	150	800,000	-9,500	-86,231.88	4,685.53	400,000	62.60	27.52
ลำพูน	650	150	400,000	-6,000	-54,462.24	2,270.38	200,000	62.55	26.34
นครนายก	4,000	150	5,000,000	-200,000	-1,815,408.00	10,302.22	700,000	127.03	99.11
นครพนม	1,770	150	1,400,000	-4,200	-38,123.57	5,676.87	700,000	98.59	47.91
ค่าเฉลี่ย	1,483	145	1,462,273	-23,989	-217,752.41	4,563.09	593,181.82	167.47	85.11

การศึกษาได้ดำเนินการพิจารณาในกรณีที่เกษตรกร/ฟาร์มที่เข้าร่วมโครงการฯ จากกรมปศุสัตว์ได้รับการสนับสนุนเป็นเงินลงทุนตามเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับผู้ที่เข้าร่วมโครงการฯ ในแต่ละราย ซึ่งการให้ความช่วยเหลือแก่เกษตรกรต่อเงินลงทุนเฉลี่ย 22 ราย อยู่ที่ร้อยละ 40.57 ($\frac{593,181.82}{1,462,273} \times 100$) และเมื่อศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก (ภาพที่ 4.8 ที่มีการสนับสนุนเงินลงทุน (คำนวณจากผลต่างเงินลงทุนและการสนับสนุนจากโครงการ พบว่า ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกลดลงอยู่ระหว่าง 3.44 – 463.00 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ค่าเฉลี่ยลดลง (จาก 167.47 เหลือ 85.11 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แม้ว่าจะมีการช่วยเหลือเกษตรกร/ฟาร์ม แต่การช่วยเหลือดังกล่าวก็ยังไม่คุ้มทุนในการลงทุนเทคโนโลยีดังกล่าวเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะ



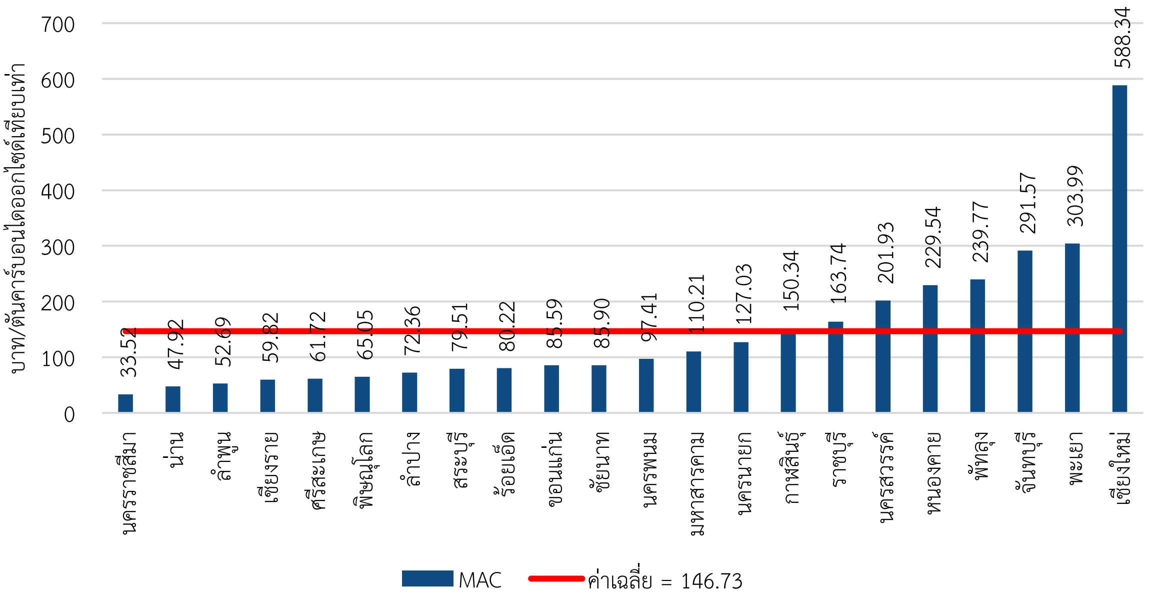
ภาพที่ 4.8 ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสัตว์วิธีที่ 2 กรณีได้รับความช่วยเหลือ

4.3 สมมติฐานจากฉากทัศน์ (Scenario)

จากผลการศึกษา เมื่อพิจารณาเส้นต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จะเห็นได้ว่า แม้มีการสนับสนุนการดำเนินงาน (เฉลี่ยร้อยละ 40.57 แต่ยังไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนเทคโนโลยีดังกล่าวเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสัตว์ด้วยระบบไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ผู้วิจัยจึงพิจารณาการดำเนินการตามฉากทัศน์ โดยพิจารณาปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการดำเนินโครงการฯ ได้แก่ ต้นทุนผันแปรที่ทำการศึกษาตามโครงการฯ (ค่าไฟฟ้า และเงินลงทุนเพื่อใช้ในการดำเนินงาน ผลการศึกษาเป็นดังนี้

4.3.1 กรณีเพิ่มประสิทธิภาพการนำไปใช้เป็นพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

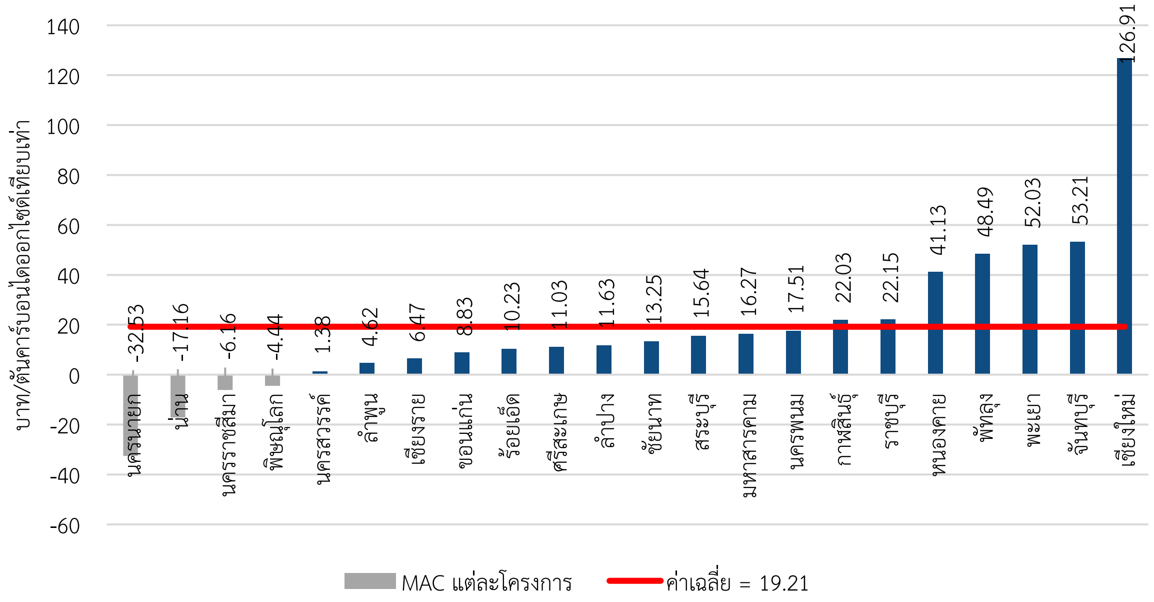
ผู้วิจัยจำลองให้เกษตรกร/ฟาร์มสามารถประหยัดค่าไฟฟ้า ซึ่งเสมือนการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยสมมติให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนค่าไฟฟ้า (ตารางภาคผนวกที่ 2.2 ผลต่างค่าไฟฟ้าก่อนและหลัง ได้ร้อยละ 100 หรือสามารถนำก๊าซเรือนกระจกนำไปใช้ในโรงเรือนได้ทั้งหมด พบว่าต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกหนึ่งตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า อยู่ที่ 33.52 – 588.34 บาท เฉลี่ย 146.73 บาท (ภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 ต้นทุนส่วนเพิ่มฯ ฉากทัศน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า

4.3.2 กรณีได้รับการสนับสนุนหรือลดเงินลงทุนร้อยละ 80

เนื่องจากการลงทุนต่อระบบการมูลสัตว์แบบปิดและผลิตก๊าซชีวภาพเป็นส่วนสำคัญในการดำเนินโครงการ ผู้วิจัยวิเคราะห์ฉากทัศน์ในการลงทุนโดยเกษตรกร/ฟาร์ม สามารถลดมูลค่าการลงทุนหรือได้รับการสนับสนุนให้มีต้นทุนลดลงร้อยละ 80 (ภาพที่ 4.10 พบว่า ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกมีความคุ้มค่าในเกษตรกรบางราย และทำให้มาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกมีประสิทธิภาพรวมทั้งในบางรายการลดก๊าซเรือนกระจกมีส่วนช่วยให้ต้นทุนลดลง อยู่ที่ -32.53 ถึง 126.91 บาท เฉลี่ย 19.21 บาท



ภาพที่ 4.10 ต้นทุนส่วนเพิ่มการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสัตว์ ฉากทัศน์สนับสนุนเงินลงทุนเพิ่ม

ทำให้การลดก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีดังกล่าว มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน เพราะสามารถลดก๊าซเรือนกระจกและต้นทุนผันแปรหรือค่าไฟฟ้าลดลงด้วย ในจังหวัดที่มีค่าเป็นลบ ได้แก่ นครนายก น่าน นครราชสีมา และพิษณุโลก

ทั้งนี้สามารถสรุปแนวทางการศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่ม จากการลดก๊าซเรือนกระจกด้วยระบบไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ภายใต้โครงการจากกรมปศุสัตว์ในตัวอย่าง 22 รายใน 22 จังหวัด ตามวิธีและฉากทัศน์ต่าง ๆ ได้ตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ตามวิธีและฉากทัศน์

หน่วย : บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ผลการศึกษา	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2			
		กรณีปกติ	กรณีการสนับสนุนจากกรมปศุสัตว์	ฉากทัศน์ประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าร้อยละ 100	ฉากทัศน์ลดการลงทุนร้อยละ 80
MAC	16.93 – 804.56	33.52 – 819.45	3.44 – 463.00	33.52 – 588.34	-32.53 – 126.91
MAC เฉลี่ย	225.51	167.47	85.11	146.73	19.21

4.4 ข้อคิดเห็นของเกษตรกร

การศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกในการจัดการมูลสัตว์ มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon สะท้อนประสิทธิภาพของต้นทุน ที่นำมาสู่การลดก๊าซเรือนกระจกตามโครงการเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีผลประโยชน์อย่างอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการลดก๊าซเรือนกระจกที่นอกเหนือจากการพิจารณามูลค่าทางการเงิน การศึกษาครั้งนี้จึงได้รวบรวมความเห็นของเกษตรกรจากการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นและมุมมองต่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกและผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศเพื่อทราบถึงความตระหนักต่อปัญหาที่เกิดขึ้น โดยสามารถสรุปความคิดเห็นหลักของเกษตรกรได้ ดังนี้

4.4.1 ความเห็นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พบว่า เกษตรกรตระหนักถึงผลที่เกิดขึ้นหากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะเกิดต่อสุกรโดยตรง ซึ่งจะทำให้สุกรมีอาการผิดปกติ ไม่ค่อยเจริญเติบโตตามวิธีการเลี้ยง ในขณะเดียวกันยังส่งผลต่อต้นทุนในการจัดการระบบ และการปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการเลี้ยงสุกร

4.4.2 ข้อดีของการเลี้ยงสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เห็นว่า เป็นระบบที่ดีช่วยในการประหยัดค่าไฟฟ้า ผลประโยชน์ร่วมจากการดำเนินการที่สำคัญคือ การลดมลพิษทางกลิ่นแก่ชุมชนโดยรอบ ซึ่งต้นทุนในการจัดการต่อประเด็นดังกล่าวลดลง อีกทั้งบางส่วนยังได้รับผลพลอยได้ จากการจำหน่ายมูลสุกรและนำน้ำเสียที่บำบัดหลังจากผ่านระบบ Covered Lagoon มาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้อีกด้วย

4.4.3 ข้อเสียของการเลี้ยงสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon เกษตรกร/ฟาร์ม จะสะท้อนปัญหาส่วนมากที่พบ คือ การซ่อมบำรุงวัสดุอุปกรณ์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ รวมทั้งเทคโนโลยีในการประยุกต์ก๊าซชีวภาพ อาทิ เครื่อง Generator ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้า ได้มีมูลค่าสูง

เกษตรกรส่วนใหญ่ประยุกต์ใช้เครื่องยนต์ในการปั่นผลิตกระแสไฟฟ้า ทำให้ต้องเสียค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มเติม และใช้ประสิทธิภาพจากก๊าซชีวภาพได้ไม่เพียงพอ รวมทั้งการจัดการของเสียหลังระบบยังไม่มีประสิทธิภาพมากพอ

4.4.4 ข้อเสนอแนะต่อการเลี้ยงสุกรที่มีระบบการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon พบว่า โครงการฯ ที่สนับสนุนโดยกรมปศุสัตว์ ควรมีการสนับสนุนเพิ่มเติมให้ครอบคลุมจนเป็นมาตรฐานที่เกษตรกรต้องปฏิบัติตาม และควรมีการสนับสนุนความรู้ในการจัดการระบบให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การศึกษาเพื่อสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตรกรณีศึกษา : ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการจัดการมูลสุกร ทำการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของฟาร์มปศุสัตว์ที่เลี้ยงสุกรตามระบบการจัดการมูลสุกรที่มีการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon พร้อมทั้งศึกษาต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกตามกรณีศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการเมืองเกษตรสีเขียว และโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านปศุสัตว์ จากกรมปศุสัตว์ ที่ยังคงดำเนินการจาก 22 จังหวัด จำนวน 22 ราย รวมทั้งเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 22 ราย กลุ่มตัวอย่างถูกคัดเลือกมาอย่างละ 1 ตัวอย่างต่อจังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง น่าน พะเยา พิษณุโลก นครสวรรค์ ชัยนาท ราชบุรี จันทบุรี สระบุรี นครนายก มหาสารคาม กาฬสินธุ์ หนองคาย นครราชสีมา ศรีสะเกษ ขอนแก่น ร้อยเอ็ด นครพนม และพัทลุง โดยประยุกต์ใช้แบบสอบถามต้นทุนการเลี้ยงสุกรของศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ครอบคลุมต้นทุนการผลิตและสอบถามต้นทุนที่เกี่ยวกับระบบการจัดการมูลสุกรที่มีการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ส่วนการคำนวณก๊าซเรือนกระจกประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับการกักเก็บก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน และต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกดำเนินการใน 2 วิธี ได้แก่ 1 ผลต่างต้นทุนจากการดำเนินงานระหว่างผู้เข้าร่วมโครงการฯ และไม่เข้าร่วมโครงการฯ และ 2 การวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรที่เปลี่ยนแปลงจากเกษตรกรเข้าร่วมโครงการฯ โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกอยู่ระหว่าง 71.12 – 1,533.31 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และเมื่อพิจารณาเป็นมูลค่าปัจจุบัน 645.63 – 13,917.97 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากมูลสุกรโดยสัดส่วนที่นำไปใช้ต่อปริมาณก๊าซเรือนกระจกอยู่ระหว่างร้อยละ 8.83 – 46.51 เฉลี่ยร้อยละ 22.85 หรือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นเกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ที่เหลือร้อยละ 77.15 หรือเป็นปริมาณที่เกิดจากการจัดการมูลสุกรที่สามารถลดได้เพิ่มเติม ต้นทุนการเลี้ยงสุกรที่เข้าร่วมโครงการฯ จาก 22 จังหวัด ต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 6,503.79 บาท และต้นทุนคงที่ที่รวมต้นทุนจากระบบการจัดการมูลสัตว์ด้วยระบบไร้อากาศแบบ Covered Lagoon 261.98 บาท ส่วนใหญ่ร้อยละ 66.32 เป็นค่าอาหาร รองลงมาเป็นค่าพันธุ์สัตว์ ค่าแรงงาน และต้นทุนอื่น ๆ ที่ไม่รวมค่าใช้ไฟฟ้า

ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจก กรณีการเลี้ยงสุกรตามระบบการจัดการมูลสุกรที่มีการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ในวิธีที่ 1 ต้นทุนอยู่ระหว่าง 16.93 – 804.56 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยค่าเฉลี่ย 225.51 บาท ซึ่งมาจากผลต่างต้นทุนการเลี้ยงสุกรของผู้เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการฯ 60.22 – 1,896.62 บาท ส่วนวิธีที่ 2 ต้นทุนส่วนเพิ่มอยู่ระหว่าง 33.52 – 819.45 บาท เฉลี่ย 167.47 บาท ซึ่งหากเกษตรกรได้รับการสนับสนุนจากโครงการต้นทุนส่วนเพิ่มอยู่ระหว่าง 3.44 – 463.00 บาท ค่าเฉลี่ย 85.11 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกที่เป็นบวกสะท้อนว่าการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวไม่เหมาะสม เพราะต้นทุนที่ใช้มากกว่าประโยชน์ที่เกษตรกรได้รับ ซึ่งแสดงถึงความไม่คุ้มค่าหากใช้มาตรการดังกล่าวในการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกหรือหากพิจารณาว่าการใช้เทคโนโลยีนี้ในการลดก๊าซเรือนกระจกเท่านั้นซึ่งแท้ที่จริงอาจจะเกิดประโยชน์อย่างอื่น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สมมติฐานตามฉากทัศน์ พบว่า การลดเงินลงทุนร้อยละ 80

จะสามารถทำให้ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกในบางจังหวัด มีค่าติดลบหรือคุ้มค่า และสามารถลดต้นทุนจากการลดก๊าซเรือนกระจกได้ ซึ่งต้นทุนที่เกิดขึ้นอาจจะเกิดจากการใช้ก๊าซเรือนกระจกเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพหรือการนำไปใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป จากผลการศึกษาวิจัย พบว่า ต้นทุนส่วนเพิ่มจากการลดก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร กรณีศึกษาการจัดการมูลสุกรตามระบบการจัดการมูลสุกร ที่มีการผลิตก๊าซชีวภาพไร้อากาศแบบ Covered Lagoon ยังไม่ดำเนินการครอบคลุมการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการเกิดการรั่วไหลจึงจำเป็นต้องมีการตรวจวัดผ่านเครื่องมือ อีกทั้งเกษตรกรส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการใช้ก๊าซเรือนกระจกที่ผ่านจากระบบการจัดการให้มีประสิทธิภาพได้ไม่เต็มที่หรือน้อยกว่าประสิทธิภาพ ดังนั้นในการศึกษาขั้นต่อไป ควรพิจารณาการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกให้ครอบคลุม รวมทั้งการวิเคราะห์ผลประโยชน์และส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้ก๊าซเรือนกระจก และควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดและเทคโนโลยีในการจัดการมูลสัตว์ที่หลากหลายเนื่องจากการใช้เทคโนโลยีและการประยุกต์ใช้มีความแตกต่างกัน และจากการสอบถามความเห็นของเกษตรกรต่อโครงการที่ได้รับการสนับสนุนจากกรมปศุสัตว์ เกษตรกรมีความพอใจในการสนับสนุนโครงการ เกษตรกรได้รับผลประโยชน์อื่น ๆ จากการดำเนินงาน เช่น การกำจัดกลิ่น การใช้พลังงาน เป็นต้น

5.2.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย โดยหากพิจารณาจากฉากทัศน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าในการประหยัดได้ร้อยละ 100 พบว่า การใช้ก๊าซเรือนกระจกหรือก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ยังสามารถดำเนินการเพิ่มได้หลายประการ เช่น การเพิ่มไฟฟ้าให้แก่ครัวเรือนหรือชุมชน เป็นต้น ซึ่งควรให้การสนับสนุนการพัฒนาในการใช้ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพรวมไปถึงการรับซื้อเพิ่มขึ้น รวมทั้งพิจารณาแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาครัฐหรือผู้กำหนดนโยบาย ควรให้การสนับสนุนโครงการการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคปศุสัตว์เนื่องจากมีผลประโยชน์ร่วมหลายทาง และควรสนับสนุนในด้านการลงทุนและวิเคราะห์เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเกษตรกร รวมถึงการนำก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นไปใช้เป็นพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

บรรณานุกรม

กระทรวงพลังงาน. (2554 . *คู่มือพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน*. ศูนย์บริการวิชาการด้านพลังงานทดแทน.

ณัฏฐามณี พรมใบเงิน และแสนศักดิ์ นาคะวิสุทธิ์. (2562 . *การศึกษาระบบบ้าบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกรที่มีผลต่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความคุ้มค่าในการลงทุน*. เอกสารวิชาการ. กรมปศุสัตว์.

นิรมล สุธรรมกิจ และคณะ. (2561 . *โครงการศึกษาความเป็นไปได้ และโอกาสในการขายคาร์บอนเครดิตจากโครงการลดก๊าซเรือนกระจกของไทย รวมถึงต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจกรายเทคโนโลยี*. รายงานฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปัทมาวดี โพชนุกูล ซูซูกิ. (2555). *เอกสารประกอบคำบรรยาย วิชาเศรษฐศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น*. เข้าถึงได้จาก: http://econ.tu.ac.th/archan/Patamawadee. (วันที่สืบค้นข้อมูล: วันที่ 1 ตุลาคม 2562.

ราชวณิชย์ ชำนาญ. (2554 . *ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพชุมชนจากมูลสุกรร่วมกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร: กรณีศึกษาจังหวัดชัยภูมิ*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ และคณะ. (2560. *โครงการวิจัยและพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับครัวเรือนเกษตรกรบนที่สูง*. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน .

สุพัฒน์ อุ้ยไพบูลย์สวัสดิ์. (2553. *เศรษฐศาสตร์จุลภาค 1*. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพ.

สุภกร กอกน้อย พิชญ กองกาญจน์ และธรรมนิตย์ เจนสินธนานันท์. (2561. *ต้นแบบ Smart Biogas*. คณะวิจัยสิ่งแวดล้อม โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย. ชลบุรี.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2555 . อภิธานศัพท์และคำย่อ ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ.

อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา และคณะ. (2554 . *การใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับประเทศไทย*. รายงานฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.

Attavanich, W. and Pengthammakearti, P. (2018). *Support to the Development and Implementation of the Thai Climate Change Policy propose to Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)*. Bangkok: Kasetsart University.

Blumenstein, B. Siegmeier, T. and Möller, D. (2016). *Economics of anaerobic digestion in organic agriculture: Between system constraints and policy regulations*. Biomass and Bioenergy86, 105-119.

Eory, V., Pellerin, S., Garcia G C. et al. (2018). *Marginal abatement cost curves for agricultural climate policy: State of-the art, lessons learnt and future potent*. Journal of Cleaner Production182,705-716.

Jan Burck, et al. (2019 . *The Climate Change Performance Index 2020*. เข้าถึงได้จาก: https:// ccpi.org/download/the-climate-change-performance-index-2020. (วันที่สืบค้นข้อมูล: วันที่ 1 ตุลาคม 2562).

Kesicki, F. and Strachan, N. (2011 . *Marginal abatement cost (MAC) curves: confronting theory and practice*. Environmental Science & Policy14, 1195 – 1204.

Müller, J and Rehl, T. (2013). *CO2 abatement costs of greenhouse gas (GHG) mitigation by different biogas conversion pathways*. Journal of Environmental Management 114,13-25.

Neuman. (1991 . *Social Research Methods : Qualitative and Quantitative Approaches*. Boston : Allyn and Bacon.

OECD – FAO. (2019). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028*. เข้าถึงได้จาก https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en. France: OECD Publishing and Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. (วันที่สืบค้นข้อมูล: วันที่ 1 ตุลาคม 2562).

Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. (2018). *Thailand Third National Communication The Kingdom of Thailand*. เข้าถึงได้จาก: https://unfccc.int /documents. (วันที่สืบค้นข้อมูล: วันที่ 1 ตุลาคม 2562).

Roger Perman et al. (2011 . *Natural Resource and Environmental Economics 3rd ed*. Pearson Education Limited.

Silva, R., Barrioni, L., Albertini, T., Eory, V., Topp, C., Fernandes, F., Moran, D. (2015). *Developing a nationally appropriate mitigation measure from the greenhouse gas GHG abatement potential from livestock production in the Brazilian Cerrado*. Agricultural Systems140, 48-55.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 ตัวอย่างรายละเอียดโครงการโดยกรมปศุสัตว์

คู่มือปฏิบัติงานสำหรับเจ้าหน้าที่
โครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์
ปีงบประมาณ ๒๕๖๐

โครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์

หลักการและเหตุผล

ตามที่กรมปศุสัตว์ ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณอุดหนุนค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพแก่ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรภายใต้โครงการเมืองเกษตรสีเขียว ประจำปี ๒๕๕๗ – ๒๕๕๘ ซึ่งเป็นโครงการสำคัญของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ดำเนินการในพื้นที่ ๖ จังหวัด ได้แก่ จังหวัดราชบุรี หนองคาย เชียงใหม่ ศรีสะเกษ จันทบุรี และพัทลุง จำนวน ๔๐ ราย และโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ประจำปี ๒๕๕๙ ในพื้นที่ ๑๕ จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชัยนาท สระบุรี นครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น ร้อยเอ็ด นครพนม มหาสารคาม กาฬสินธุ์ พะเยา น่าน เชียงราย ลำปาง ลำพูน และนครสวรรค์ จำนวน ๓๐ ราย เพื่อสาธิตเทคโนโลยีระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ และรูปแบบการจัดการของเสียจากการผลิตปศุสัตว์ในพื้นที่เกษตรกรรม โดยบริหารจัดการธาตุอาหารในของเสียปศุสัตว์ไปใช้ประโยชน์สำหรับพืชอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน จากผลการดำเนินการโครงการดังกล่าว ถือเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านปศุสัตว์จากฟาร์มสุกรที่มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

กรมปศุสัตว์จึงมีแนวทางในการดำเนินการขยายผลต่อเนื่องสู่พื้นที่อื่น ๆ โดยมุ่งเน้นให้เกิดการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในฟาร์มสุกรขนาดเล็ก และขนาดกลาง ที่ไม่มีเงินทุนเพื่อการลงทุนหรือมีแต่น้อย ในการดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ พร้อมส่งเสริมให้มีการบริหารจัดการประยุกต์ใช้ของเสียและน้ำเสียภายในฟาร์มของตนเอง เพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมต่อชุมชน ส่งเสริมให้เกษตรกรภาคเกษตรกรรมเห็นถึงคุณประโยชน์ของของเสียและน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรในการนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนปุ๋ยเคมี เพื่อลดต้นทุนการผลิตพืช การสนับสนุนงบประมาณอุดหนุนการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ เป็นหนึ่งวิธีในการกระตุ้นสำนึกรับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ประกอบการฟาร์มสุกรต่อไป

วัตถุประสงค์

๑. เพื่อส่งเสริมการจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร

๒. เพื่อส่งเสริมให้มีการนำน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียไปใช้ประโยชน์สำหรับพืชเศรษฐกิจ

๓. เพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากฟาร์มสุกรต่อชุมชน

เป้าหมาย

ฟาร์มสุกร จำนวน ๒๐ ฟาร์ม ในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานปศุสัตว์เขต จำนวน ๗ เขต จำนวน ๑๖ จังหวัด ดังนี้

๑. สำนักงานปศุสัตว์เขต ๑ จำนวน ๑ จังหวัด จำนวน ๑ ฟาร์ม ได้แก่

- จังหวัดชัยนาท จำนวน ๑ ฟาร์ม

๒. สำนักงานปศุสัตว์เขต ๒ จำนวน ๓ จังหวัด จำนวน ๓ ฟาร์ม ได้แก่

- จังหวัดระยอง จำนวน ๑ ฟาร์ม
- จังหวัดตราด จำนวน ๑ ฟาร์ม

- จังหวัดนครนายก จำนวน ๑ ฟาร์ม

๓. สำนักงานปศุสัตว์เขต ๓ จำนวน ๑ จังหวัด จำนวน ๒ ฟาร์ม ได้แก่

- จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๒ ฟาร์ม

๔. สำนักงานปศุสัตว์เขต ๔ จำนวน ๕ จังหวัด จำนวน ๕ ฟาร์ม ได้แก่

- จังหวัดนครพนม จำนวน ๑ ฟาร์ม
- จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน ๑ ฟาร์ม
- จังหวัดขอนแก่น จำนวน ๑ ฟาร์ม
- จังหวัดมหาสารคาม จำนวน ๑ ฟาร์ม
- จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน ๑ ฟาร์ม

๕. สำนักงานปศุสัตว์เขต ๕ จำนวน ๔ จังหวัด จำนวน ๖ ฟาร์ม ได้แก่

- จังหวัดพะเยา จำนวน ๑ ฟาร์ม
- จังหวัดน่าน จำนวน ๑ ฟาร์ม
- จังหวัดเชียงราย จำนวน ๒ ฟาร์ม
- จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน ๒ ฟาร์ม

๖. สำนักงานปศุสัตว์เขต ๖ จำนวน ๑ จังหวัด จำนวน ๒ ฟาร์ม ได้แก่

- จังหวัดพิษณุโลก จำนวน ๒ ฟาร์ม

๗. สำนักงานปศุสัตว์เขต ๘ จำนวน ๑ จังหวัด จำนวน ๑ ฟาร์ม ได้แก่

- จังหวัดพัทลุง จำนวน ๑ ฟาร์ม

งบประมาณ

งบประมาณอุดหนุน จำนวน ๑๔,๐๐๐,๐๐๐ บาท โดยให้ในอัตราสุกรขุนตัวละ ๕๐๐ บาท

ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

๑. ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรมีระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกร เพื่อใช้พลังงานทดแทนในการลดต้นทุนการผลิตด้านพลังงาน

๒. เกษตรกรภาคเกษตรกรรมมีการนำน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียไปใช้ประโยชน์กับพืชเศรษฐกิจ เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ลดต้นทุนการผลิต และการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

๓. สามารถลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากฟาร์มสุกร และช่วยลดความขัดแย้งระหว่างฟาร์มสุกรกับชุมชน

<u>คุณสมบัติของผู้ประกอบการฟาร์มสุกรที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์</u>

๑. เป็นฟาร์มสุกรที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายของโครงการฯ

๒. เป็นฟาร์มสุกรที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียหรือมีแต่ไม่เพียงพอ และ/หรือชำรุดต้องการปรับปรุง

๓. มีพื้นที่เพียงพอในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ

๔. มีพื้นที่เกษตรกรรมของตนเองหรือจัดหาพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อรองรับการนำน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียไปใช้ประโยชน์ได้

๕. มีเงินทุนเพียงพอในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ ทั้งนี้ ผู้ประกอบการจะได้รับเงินอุดหนุนเมื่อก่อสร้างระบบฯ เสร็จเรียบร้อยแล้ว

<u>เงื่อนไขการเข้าร่วมโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์</u>

๑. ผู้ประกอบการต้องยื่นใบสมัครต่อคณะทำงานโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ระดับจังหวัด (รายละเอียดตามภาคผนวก)

๒. ผู้ประกอบการต้องมีแผนดำเนินการนำน้ำทิ้งไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตรกรรม

๓. ผู้ประกอบการต้องได้รับหนังสือยินยอมจากเจ้าของพื้นที่ในการอนุญาตให้นำน้ำทิ้งไปใช้ประโยชน์(รายละเอียดตามภาคผนวก)

๔. ผู้ประกอบการเป็นผู้ว่าจ้างผู้รับเหมา และมีวิศวกรสิ่งแวดล้อมเป็นผู้รับรองแบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียและควบคุมการก่อสร้าง

๕. กรณีที่ต้องรื้อถอนระบบบำบัดน้ำเสียเดิม ผู้ประกอบการต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

๖. ผู้ประกอบการต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์

๗. ผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการฯ ต้องลงนามในบันทึกข้อตกลงการใช้เงินอุดหนุนกับกรมปศุสัตว์ ซึ่งสาระสำคัญ คือ กรมปศุสัตว์จะสนับสนุนเงินอุดหนุนการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียตามแบบมาตรฐานที่ออกแบบและรับรองโดยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ในอัตราสุกรขุนตัวละ ๕๐๐ บาท <u>แต่ไม่เกินร้อยละ ๕๐ ของค่าก่อสร้างระบบฯทั้งหมด</u> (ไม่รวมเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์) และจะจ่ายเงินอุดหนุนทั้งหมดมากที่สุดไม่เกินจำนวนสุกร ๑,๔๐๐ ตัว (หรือไม่เกิน ๗๐๐,๐๐๐ บาท)

๘. ปฏิบัติตามเงื่อนไขอื่น ๆ ตามที่คณะทำงานโครงการฯ ระดับจังหวัดเห็นสมควร

หลักเกณฑ์และแนวทางดำเนินการโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์

....

ด้วยกรมปศุสัตว์ได้รับอนุมัติงบประมาณเพื่อดำเนินงานตามโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ และโครงการดังกล่าวมีงบประมาณส่วนหนึ่งเป็นงบเงินอุดหนุน ประเภท เงินอุดหนุนทั่วไป เพื่อให้การเบิกจ่ายงบประมาณที่ได้รับเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถตรวจสอบได้ จึงกำหนดแนวทางในการดำเนินการโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ ดังนี้

ข้อ ๑ นิยาม

"โครงการ" หมายความว่า โครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ พ.ศ.๒๕๖๐

"คณะกรรมการโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์" หมายความว่า คณะกรรมการกำกับดูแล โครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ระดับกรมปศุสัตว์ตามที่อธิบดีกรมปศุสัตว์แต่งตั้ง

"คณะทำงานโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ระดับจังหวัด" หมายความว่า คณะทำงานโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ระดับจังหวัดตามที่ผู้ว่าราชการจังหวัดแต่งตั้ง

"เงินอุดหนุน" หมายความว่า เงินที่ได้รับการจัดสรรจากเงินงบประมาณรายจ่ายประจำปี ๒๕๖๐ ลักษณะงบเงินอุดหนุนประเภทเงินอุดหนุนทั่วไป เพื่อจ่ายให้แก่ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์

"ฟาร์มขนาดเล็ก" หมายความว่า ฟาร์มสุกรที่มีจำนวนสุกรขุนเทียบเท่าไม่เกิน ๕๐๐ ตัว

"ฟาร์มขนาดกลาง" หมายความว่า ฟาร์มสุกรที่มีจำนวนสุกรขุนเทียบเท่าตั้งแต่ ๕๐๑ ตัว ขึ้นไป แต่ไม่เกิน ๕,๐๐๐ ตัว

"ฟาร์มขนาดใหญ่" หมายความว่า ฟาร์มสุกรที่มีจำนวนสุกรขุนเทียบเท่าตั้งแต่ ๕,๐๐๑ ตัวขึ้นไป

"อัตราการจ่ายเงินอุดหนุน" หมายความว่า จ่ายเงินอุดหนุนในอัตราไม่เกิน ๕๐๐ บาทต่อสุกรขุน ๑ ตัว (เทียบเท่าน้ำหนักสุกรขุน) สำหรับจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพตามแบบมาตรฐานที่ออกแบบและรับรองโดยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ดังนี้

ก) อุดหนุนฟาร์มสุกรขนาดเล็กเท่าจำนวนสุกรขุนเทียบเท่าที่มีอยู่จริง ณ วันที่สำรวจ แต่ไม่เกินกว่า ๕๐๐ ตัว กรณีมีสุกรพ่อ – แม่พันธุ์ ๑ ตัว ให้เทียบเท่าสุกรขุน จำนวน ๒.๘ ตัว

ข) อุดหนุนฟาร์มสุกรขนาดกลางเท่าจำนวนสุกรขุนเทียบเท่าที่มีอยู่จริง ณ วันที่สำรวจ แต่อุดหนุนไม่เกินกว่า ๑,๔๐๐ ตัว กรณีมีสุกรพ่อ – แม่พันธุ์ ๑ ตัว ให้เทียบเท่าสุกรขุน จำนวน ๒.๘ ตัว

ค) อุดหนุนฟาร์มสุกรขนาดใหญ่เท่าจำนวนสุกรขุนเทียบเท่าที่มีอยู่จริง ณ วันที่สำรวจ แต่อุดหนุนไม่เกินกว่า ๑,๔๐๐ ตัว กรณีมีสุกรพ่อ – แม่พันธุ์ ๑ ตัว ให้เทียบเท่าสุกรขุน จำนวน ๒.๘ ตัว

ทั้งนี้ เงินอุดหนุนจะต้องไม่เกินครึ่งหนึ่งของราคาค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

"ระบบบำบัดน้ำเสีย" หมายความว่า ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพตามแบบมาตรฐานที่ออกแบบและรับรองโดยวิศวกรสิ่งแวดล้อม

"น้ำทิ้ง" หมายความว่า น้ำที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว

"การนำน้ำทิ้งไปใช้ประโยชน์" หมายความว่า การนำน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตรกรรม

ข้อ ๒ วัตถุประสงค์ของโครงการ

(๑) เพื่อส่งเสริมการจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร

(๒) เพื่อส่งเสริมให้มีการนำน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียไปใช้ประโยชน์สำหรับพืชเศรษฐกิจ

(๓) เพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากฟาร์มสุกรต่อชุมชน

ข้อ ๓ แนวทางปฏิบัติงานโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์สำหรับหน่วยงานราชการ

(๑) กรมปศุสัตว์แต่งตั้ง "คณะกรรมการโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์" จากหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยมีอำนาจหน้าที่ กำกับ ดูแล ติดตามผลการดำเนินงานให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการฯ

(๒) ผู้ว่าราชการจังหวัดแต่งตั้ง "คณะทำงานโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ระดับจังหวัด" ประกอบด้วย ปศุสัตว์จังหวัดเป็นประธาน โยธาธิการจังหวัด สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด พลังงานจังหวัด เกษตรจังหวัด หัวหน้ากลุ่มพัฒนาคุณภาพสินค้าปศุสัตว์เป็นคณะทำงานและเลขานุการ และคณะทำงานอื่นตามสมควร

(๓) คณะทำงานโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ระดับจังหวัด มีอำนาจหน้าที่ ควบคุม และบริหารโครงการฯ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ ดังนี้

(ก) จัดประชาสัมพันธ์โครงการฯ

(ข) พิจารณา และคัดเลือกผู้ประกอบการฟาร์มสุกรเข้าร่วมโครงการฯ

(ค) เสนอรายชื่อผู้ประกอบการฟาร์มสุกรที่ผ่านการคัดเลือกให้ปศุสัตว์จังหวัดเป็นผู้อนุมัติ

(ง) ปศุสัตว์จังหวัดลงนามในบันทึกข้อตกลงการให้เงินอุดหนุนฯ กับผู้ประกอบการฟาร์มสุกร

(จ) ยับยั้งการดำเนินงานโครงการฯ เมื่อการดำเนินงานดังกล่าวส่อไปในทางทุจริต หรือไม่ปฏิบัติตามระเบียบ และวัตถุประสงค์ของกรมปศุสัตว์แล้วรายงานกรมปศุสัตว์ทราบ

(ฉ) คัดเลือกผู้ประกอบการฟาร์มสุกรรายใหม่ในกรณีที่ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรที่ได้รับการคัดเลือกไม่สามารถดำเนินการตามโครงการได้ จากรายชื่อผู้ประกอบการฟาร์มสุกรสำรองที่ผ่านการคัดกรองแล้ว

ข้อ ๔ แนวทางปฏิบัติโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์สำหรับผู้ประกอบการฟาร์มสุกร

๔.๑ ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรต้องมีคุณสมบัติและยินดีปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และแนวทางดำเนินการโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ ดังนี้

<u>คุณสมบัติของผู้ประกอบการฟาร์มสุกรที่เข้าร่วมโครงการฯ</u>

(๑) เป็นฟาร์มสุกรที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายของโครงการฯ

(๒) เป็นฟาร์มสุกรที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียหรือมีแต่ไม่เพียงพอ และ/หรือชำรุดต้องการปรับปรุง

(๓) มีพื้นที่เพียงพอในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ

(๔) มีพื้นที่เกษตรกรรมของตนเองหรือจัดหาพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อรองรับการนำน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียไปใช้ประโยชน์ได้

(๕) มีเงินทุนเพียงพอในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพ ทั้งนี้ ผู้ประกอบการจะได้รับเงินอุดหนุนเมื่อก่อสร้างระบบฯ เสร็จเรียบร้อยแล้ว

<u>เงื่อนไขการเข้าร่วมโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียในฟาร์มสุกร</u>

(๑) ผู้ประกอบการต้องยื่นใบสมัครต่อคณะทำงานโครงการฯ ระดับจังหวัด (รายละเอียดตามภาคผนวก)

(๒) ผู้ประกอบการต้องมีแผนดำเนินการนำน้ำทิ้งไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตรกรรม

(๓) ผู้ประกอบการต้องได้รับหนังสือยินยอมจากเจ้าของพื้นที่ในการอนุญาตให้นำน้ำทิ้งไปใช้ประโยชน์(รายละเอียดตามภาคผนวก)

(๔) ผู้ประกอบการเป็นผู้ว่าจ้างผู้รับเหมา และมีวิศวกรสิ่งแวดล้อมเป็นผู้รับรองแบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียและควบคุมการก่อสร้าง

(๕) กรณีที่ต้องรื้อถอนระบบบำบัดน้ำเสียเดิม ผู้ประกอบการต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

(๖) ผู้ประกอบการต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์

(๗) ผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการฯ ต้องลงนามในบันทึกข้อตกลงการใช้เงินอุดหนุนกับกรมปศุสัตว์ ซึ่งสาระสำคัญ คือ กรมปศุสัตว์จะสนับสนุนเงินอุดหนุนการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียตามแบบมาตรฐานที่ออกแบบและรับรองโดยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ในอัตราเทียบเท่าสุกรขุนตัวละ ๕๐๐ บาท แต่ไม่เกินร้อยละ ๕๐ ของค่าก่อสร้างระบบฯทั้งหมด (ไม่รวมเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์) และจะจ่ายเงินอุดหนุนทั้งหมดมากที่สุดไม่เกินจำนวนสุกร ๑,๔๐๐ ตัว (หรือไม่เกิน ๗๐๐,๐๐๐ บาท)

(๘) ปฏิบัติตามเงื่อนไขอื่น ๆ ตามที่คณะทำงานโครงการฯ ระดับจังหวัดเห็นสมควร

๔.๒ ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรที่เข้าร่วมโครงการจัดทำบันทึกข้อตกลงการใช้เงินอุดหนุนโครงการฯ กับปศุสัตว์จังหวัด

๔.๓ ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรที่เข้าร่วมโครงการเป็นผู้ดำเนินการเกี่ยวกับการจัดจ้างหรือการก่อสร้างทั้งหมดในทุกขั้นตอน ดังนี้

(๑) ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรเป็นผู้คัดเลือกผู้รับจ้างเหมาออกแบบและก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพตามแบบมาตรฐานที่ออกแบบและรับรองโดยวิศวกรสิ่งแวดล้อม

(๒) ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรเป็นผู้ทำสัญญาว่าจ้างกับผู้รับจ้างเหมาออกแบบและก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

(๓) ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรรายงานผลการก่อสร้างต่อคณะทำงานโครงส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ระดับจังหวัด ให้ครบตามรายละเอียดที่กำหนดหรือตามที่คณะทำงานโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ระดับจังหวัด ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าเหมาะสมและส่วนราชการไม่เสียหาย เมื่อการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรลงนามในใบตรวจรับผลการก่อสร้าง

(๔) ผู้ประกอบการฟาร์มสุกรที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์เป็นผู้ดำเนินการเกี่ยวกับการนำน้ำทิ้งไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตรกรรม

ข้อ ๕ แนวทางปฏิบัติการเบิกจ่ายเงินอุดหนุน

๕.๑ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดเป็นผู้ดำเนินการเบิกจ่ายเงินอุดหนุนจากคลังจังหวัดให้กับผู้ประกอบการฟาร์มสุกร เมื่อดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเสร็จเรียบร้อยแล้ว และได้รับการตรวจสอบจากคณะทำงานโครงการฯ ระดับจังหวัด

๕.๒ เอกสารประกอบการเบิกจ่ายเงินอุดหนุนสำหรับผู้ประกอบการฟาร์มสุกร

(๑) แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียชนิดได้ก๊าซชีวภาพที่ได้รับรองจากวิศวกรสิ่งแวดล้อม

(๒) สัญญาจ้างเหมาการก่อสร้างและ/หรือสัญญาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

(๓) เอกสารหลักฐานทางการเงินที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

(๔) เอกสารอื่น ๆ ตามที่คณะทำงานโครงการฯ ระดับจังหวัดเห็นสมควร

๕.๓ คณะทำงานโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ระดับจังหวัดตรวจสอบหลักฐานเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ปศุสัตว์จังหวัดขอเบิกเงินจากคลังจังหวัด โดยถือปฏิบัติตามหนังสือกระทรวงการคลัง ด่วนที่สุด ที่ กค ๐๔๐๙.๖/ว ๑๒๖ เรื่อง การเบิกจ่ายเงินงบประมาณงบเงินอุดหนุน ลงวันที่ ๗ กันยายน ๒๕๔๘

ข้อ ๖ การติดตามและรายงานผล

คณะทำงานโครงการส่งเสริมพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียด้านการปศุสัตว์ระดับจังหวัดควบคุมการดำเนินงานโครงการฯ ติดตาม ให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบผลการใช้จ่ายงบประมาณเงินอุดหนุนของผู้ประกอบการฟาร์มสุกรที่ร่วมโครงการฯ ให้สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดรายงานความก้าวหน้าผลการดำเนินงานและผลการเบิกจ่ายงบประมาณให้กรมปศุสัตว์ทราบทุกเดือน

ภาคผนวกที่ 2 ข้อมูลในการวิเคราะห์

ตารางภาคผนวกที่ 2.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรภายใต้โครงการฯ

จังหวัด	จำนวนสุกรต่อรุ่น	จำนวนวันที่เลี้ยง (N / n)	น้ำหนักสุกร (W - 20)	GWP_{CH4}	$D_{CH4,20C}$	UF_{BL}	MCF_{BL}
เชียงใหม่	500	120	65	25	0.00067	0.94	0.8
พิษณุโลก	3,000	150	87.5	25	0.00067	0.94	0.8
นครสวรรค์	700	150	93	25	0.00067	0.94	0.8
ลำปาง	1,500	130	100	25	0.00067	0.94	0.8
จันทบุรี	550	150	80	25	0.00067	0.94	0.8
สระบุรี	1,500	150	90	25	0.00067	0.94	0.8
มหาสารคาม	1,200	150	96.28	25	0.00067	0.94	0.8
ชัยนาท	2,000	150	90	25	0.00067	0.94	0.8
กาฬสินธุ์	500	150	95	25	0.00067	0.94	0.8
หนองคาย	680	150	99	25	0.00067	0.94	0.8
พัทลุง	500	150	85	25	0.00067	0.94	0.8
ราชบุรี	1,950	90	89	25	0.00067	0.94	0.8
ศรีสะเกษ	1,850	135	80	25	0.00067	0.94	0.8
พะเยา	500	150	75	25	0.00067	0.94	0.8
นครราชสีมา	3,658	180	89	25	0.00067	0.94	0.8
ขอนแก่น	1,420	150	110	25	0.00067	0.94	0.8
ร้อยเอ็ด	1,500	150	95	25	0.00067	0.94	0.8
น่าน	1,200	150	85	25	0.00067	0.94	0.8
เชียงราย	1,400	150	84	25	0.00067	0.94	0.8
ลำพูน	650	150	100	25	0.00067	0.94	0.8
นครนายก	4,000	150	80	25	0.00067	0.94	0.8
นครพนม	1,770	150	95	25	0.00067	0.94	0.8

ตารางภาคผนวกที่ 2.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรภายใต้โครงการฯ (ต่อ

จังหวัด	B_0	MS_{BL}	VS	EC	BE	PE	ER
เชียงใหม่	0.45	1	0.390	17.73	0.2653	0.121	0.1423
พิษณุโลก	0.45	1	0.525	20	0.4464	0.136	0.3062
นครสวรรค์	0.45	1	0.558	16	0.4744	0.109	0.3612
ลำปาง	0.45	1	0.600	7.82985	0.4421	0.053	0.3847
จันทบุรี	0.45	1	0.480	16.4054	0.4081	0.112	0.2927
สระบุรี	0.45	1	0.540	5.9656	0.4591	0.041	0.4142
มหาสารคาม	0.45	1	0.578	10.4398	0.4912	0.071	0.4156
ชัยนาท	0.45	1	0.540	17.73	0.4591	0.121	0.3343
กาฬสินธุ์	0.45	1	0.570	10.4398	0.4846	0.071	0.4091
หนองคาย	0.45	1	0.594	17.73	0.5050	0.121	0.3798
พัทลุง	0.45	1	0.510	17.73	0.4336	0.121	0.3090
ราชบุรี	0.45	1	0.534	18.6425	0.2724	0.127	0.1431
ศรีสะเกษ	0.45	1	0.480	17.73	0.3673	0.121	0.2433
พะเยา	0.45	1	0.450	5	0.3826	0.034	0.3450
นครราชสีมา	0.45	1	0.534	17.73	0.5448	0.121	0.4192
ขอนแก่น	0.45	1	0.660	15	0.5612	0.102	0.4539
ร้อยเอ็ด	0.45	1	0.570	8.2027	0.4846	0.056	0.4243
น่าน	0.45	1	0.510	10.4398	0.4336	0.071	0.3586
เชียงราย	0.45	1	0.504	8.2027	0.4285	0.056	0.3687
ลำพูน	0.45	1	0.600	17.73	0.5101	0.121	0.3848
นครนายก	0.45	1	0.480	17.73	0.4081	0.121	0.2837
นครพนม	0.45	1	0.570	18.6425	0.4846	0.127	0.3533

ตารางภาคผนวกที่ 2.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลสุกรภายใต้โครงการฯ (ต่อ

จังหวัด	ER ต่อฟาร์ม (ER × จำนวนตัว)	มูลค่าปัจจุบันของ ER	มูลค่าปัจจุบันของ ER ต่อตัว
เชียงใหม่	71.1280	645.6318	1.29
พิษณุโลก	918.6413	8,338.5434	2.77
นครสวรรค์	252.8353	2,294.9957	3.27
ลำปาง	577.0813	5,238.1902	3.49
จันทบุรี	161.0108	1,461.5018	2.65
สระบุรี	621.3534	5,640.0498	3.76
มหาสารคาม	498.6709	4,526.4558	3.77
ชัยนาท	668.5507	6,068.4612	3.03
กาฬสินธุ์	204.5455	1,856.6680	3.71
หนองคาย	258.2324	2,343.9862	3.44
พัทลุง	154.5048	1,402.4464	2.80
ราชบุรี	279.1002	2,533.4041	1.29
ศรีสะเกษ	450.1398	4,085.9371	2.20
พะเยา	172.5008	1,565.7962	3.13
นครราชสีมา	1533.3169	13,917.9786	3.80
ขอนแก่น	644.5286	5,850.4121	4.12
ร้อยเอ็ด	636.4443	5,777.0302	3.85
น่าน	430.2716	3,905.5925	3.25
เชียงราย	516.1963	4,685.5345	3.34
ลำพูน	250.1244	2,270.3890	3.49
นครนายก	1134.9757	10,302.2202	2.57
นครพนม	625.4100	5,676.8712	3.20

ตารางภาคผนวกที่ 2.2 ต้นทุนการผลิตสุกรกรณี**เข้าร่วมโครงการฯ**

หน่วย : บาทต่อตัว

จังหวัด	(1 ค่าพันธุ์สัตว์	(2 ค่าอาหาร	(3 ค่ายาและเวชภัณฑ์	(4 ค่าแรงงานและ (10 บริหารจัดการ	(5 ค่าน้ำ	(6 ค่าไฟฟ้า (ก่อน	(6 ค่าไฟฟ้า (หลัง
เชียงใหม่	1,905.00	3,958.00	198.40	64.80	2.00	120.00	100.00
พิษณุโลก	1,580.00	3,330.10	156.25	73.33	2.67	43.33	21.67
นครสวรรค์	1,300.00	3,857.14	162.85	154.29	4.29	42.86	-
ลำปาง	1,670.00	5,450.00	180.00	104.00	3.00	24.67	16.67
จันทบุรี	1,400.00	4,900.00	180.00	218.18	1.64	72.73	54.55
สระบุรี	2,160.00	4,900.00	188.00	120.00	3.33	15.33	12.00
มหาสารคาม	1,481.00	3,851.45	125.85	208.33	1.67	12.50	4.17
ชัยนาท	1,200.00	4,536.00	120.00	157.50	1.25	7.25	2.60
กาฬสินธุ์	1,976.00	3,400.00	145.00	165.00	8.00	20.00	8.00
หนองคาย	1,580.00	3,382.35	327.06	176.47	4.41	14.71	7.35
พัทลุง	1,616.00	4,200.00	156.25	160.00	1.80	7.00	6.00
ราชบุรี	2,400.00	4,900.00	180.00	78.46	1.54	17.09	8.21
ศรีสะเกษ	1,560.00	4,864.86	196.00	170.27	0.54	1.08	-
พะเยา	1,600.00	3,500.00	200.00	195.00	4.00	7.67	-
นครราชสีมา	1,427.00	3,806.25	350.00	108.26	1.37	13.67	-
ขอนแก่น	1,429.00	4,450.00	200.00	163.73	1.06	14.08	2.11
ร้อยเอ็ด	1,575.00	4,500.00	200.00	140.00	1.00	20.00	10.00
น่าน	1,664.00	4,712.50	200.00	104.17	2.92	50.00	16.67
เชียงราย	1,472.00	3,911.50	200.00	125.00	2.86	9.29	2.50
ลำพูน	1,748.00	4,905.00	200.00	161.54	3.08	18.46	9.23
นครนายก	1,550.00	4,905.00	400.00	87.75	1.25	50.00	-
นครพนม	1,447.00	4,712.50	200.00	79.10	0.56	3.39	1.02

หมายเหตุ : การคำนวณตามการคำนวณต้นทุน 2.2.6 รายการที่ (1 – (13

ตารางภาคผนวกที่ 2.2 ต้นทุนการผลิตสุกรกรณี**เข้าร่วมโครงการฯ** (ต่อ

หน่วย : บาทต่อตัว

จังหวัด	(7 ค่า น้ำมันเชื้อเพลิง	(8 ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	(9 ค่าซ่อมอุปกรณ์	(11 ค่าเสียโอกาสในการลงทุน	(12 ค่าเช่าที่ดิน	(13 ค่าเสื่อมราคา	(14 ค่าเสียโอกาส
เชียงใหม่	60.00	47.01	120.00	73.01	-	237.41	110.38
พิษณุโลก	1.13	13.92	16.67	12.35	-	73.19	19.17
นครสวรรค์	7.14	17.87	57.14	61.82	-	172.12	54.20
ลำปาง	4.00	17.37	30.00	34.37	-	111.85	36.78
จันทบุรี	11.82	10.32	100.00	100.71	-	129.68	47.44
สระบุรี	1.00	19.05	25.33	36.00	-	109.28	26.62
มหาสารคาม	2.08	34.73	25.00	36.30	-	219.67	40.36
ชัยนาท	14.50	6.26	18.00	24.92	-	127.18	43.33
กาฬสินธุ์	15.00	10.89	800.00	77.16	-	980.45	211.98
หนองคาย	11.76	17.15	176.47	59.44	-	90.78	45.15
พัทลุง	3.00	37.00	60.00	94.03	-	198.26	51.47
ราชบุรี	1.03	7.45	97.44	16.41	-	91.62	31.03
ศรีสะเกษ	2.70	5.42	59.46	26.27	-	56.02	26.36
พะเยา	40.00	30.66	360.00	81.73	-	172.42	51.69
นครราชสีมา	9.29	43.91	68.34	14.60	-	592.35	67.12
ขอนแก่น	17.96	27.43	39.44	35.28	-	186.63	33.50
ร้อยเอ็ด	30.00	9.43	116.67	33.59	-	95.47	34.41
น่าน	175.00	25.28	208.33	44.94	-	183.60	41.65
เชียงราย	16.43	22.33	60.71	31.49	-	339.35	37.86
ลำพูน	26.92	6.64	76.92	84.17	-	55.62	24.34
นครนายก	10.00	68.97	25.00	14.10	-	195.30	60.20
นครพนม	7.06	49.03	33.90	29.39	-	207.81	42.56

ตารางภาคผนวกที่ 2.2 ต้นทุนการผลิตสุกรกรณี**เข้าร่วมโครงการฯ** (ต่อ

หน่วย : บาทต่อตัว

จังหวัด	ต้นทุนผันแปร	ต้นทุนคงที่	ต้นทุนรวม (ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่
เชียงใหม่	6,528.22	347.79	6,876.01
พิษณุโลก	5,208.09	92.36	5,300.45
นครสวรรค์	5,622.54	226.32	5,848.86
ลำปาง	7,509.41	148.63	7,658.04
จันทบุรี	6,977.22	177.12	7,154.34
สระบุรี	7,464.71	135.9	7,600.61
มหาสารคาม	5,770.58	260.03	6,030.61
ชัยนาท	6,081.03	170.51	6,251.54
กาฬสินธุ์	6,605.05	1192.43	7,797.48
หนองคาย	5,742.46	135.93	5,878.39
พัทลุง	6,334.08	249.73	6,583.81
ราชบุรี	7,690.54	122.65	7,813.19
ศรีสะเกษ	6,885.52	82.38	6,967.90
พะเยา	6,011.39	224.11	6,235.50
นครราชสีมา	5,829.02	659.47	6,488.49
ขอนแก่น	6,366.01	220.13	6,586.14
ร้อยเอ็ด	6,615.69	129.88	6,745.57
น่าน	7,153.81	225.25	7,379.06
เชียงราย	5,844.82	377.21	6,222.03
ลำพูน	7,221.50	79.96	7,301.46
นครนายก	7,062.07	255.5	7,317.57
นครพนม	6,559.56	250.37	6,809.93

ตารางภาคผนวกที่ 2.2 ต้นทุนการผลิตสุกรกรณี**เข้าร่วมโครงการฯ** (ต่อ

จังหวัด	**จำนวนสุกรที่เลี้ยง (ตัว**	**จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน**	**อายุการใช้งานโรงเรือนและอุปกรณ์ (ปี**	**มูลค่าโรงเรือนและอุปกรณ์ (บาท**	**อายุการใช้งานระบบก๊าซชีวภาพ (บาท**	**มูลค่าระบบก๊าซชีวภาพ (บาท**
เชียงใหม่	500	120	27	3,370,000.00	6	2,100,000.00
พิษณุโลก	3,000	150	8	4,220,000.00	5	2,852,000.00
นครสวรรค์	700	150	14	3,450,000.00	4	1,424,000.00
ลำปาง	1,500	130	10	4,812,000.00	6	1,475,000.00
จันทบุรี	550	150	26	1,670,000.00	5	1,462,000.00
สระบุรี	1,500	150	7	3,850,000.00	5	1,348,000.00
มหาสารคาม	1,200	150	5	5,580,000.00	5	1,010,000.00
ชัยนาท	2,000	150	11	9,920,000.00	5	1,850,000.00
กาฬสินธุ์	500	150	16	1,818,000.00	4	9,350,000.00
หนองคาย	680	150	22	2,940,400.00	6	1,050,000.00
พัทลุง	500	150	9	2,435,800.00	4	900,000.00
ราชบุรี	1,950	90	19	2,242,000.00	5	2,090,000.00
ศรีสะเกษ	1,850	135	19	5,298,000.00	4	750,000.00
พะเยา	500	150	17	1,904,800.00	4	1,276,000.00
นครราชสีมา	3,658	180	3	34,878,000.00	4	5,500,000.00
ขอนแก่น	1,420	150	5	4,813,000.00	4	1,450,000.00
ร้อยเอ็ด	1,500	150	16	5,256,000.00	4	1,550,000.00
น่าน	1,200	150	7	5,121,000.00	4	1,480,000.00
เชียงราย	1,400	150	3	6,500,000.00	4	835,000.00
ลำพูน	650	150	22	1,700,000.00	4	414,000.00
นครนายก	4,000	150	29	15,400,000.00	4	13,500,000.00
นครพนม	1,770	150	6	8,660,000.00	4	1,583,000.00

ตารางภาคผนวกที่ 2.3 ต้นทุนการผลิตสุกรกรณี**ไม่เข้าร่วมโครงการฯ**

หน่วย : บาทต่อตัว

จังหวัด	(1 ค่าพันธุ์สัตว์	(2 ค่าอาหาร	(3 ค่ายาและเวชภัณฑ์	(4 ค่าแรงงานและ (10 บริหารจัดการ	(5 ค่าน้ำ	(6 ค่าไฟฟ้า
เชียงใหม่	1,800.00	3,516.67	33.07	39.67	1.67	66.67
พิษณุโลก	1,500.00	3,196.30	347.22	44.44	5.93	43.33
นครสวรรค์	1,300.00	3,650.00	81.43	73.57	2.14	57.14
ลำปาง	1,500.00	5,010.00	337.50	66.25	5.63	17.63
จันทบุรี	1,400.00	4,400.00	198.00	54.00	1.80	81.82
สระบุรี	1,900.00	4,500.00	364.00	72.00	10.00	156.60
มหาสารคาม	1,500.00	3,520.00	251.70	80.00	0.00	41.67
ชัยนาท	1,200.00	2,500.00	280.00	54.00	6.40	72.50
กาฬสินธุ์	1,800.00	3,400.00	145.00	108.00	8.00	40.00
หนองคาย	1,600.00	3,360.00	244.80	88.00	12.00	29.40
พัทลุง	1,600.00	4,000.00	97.66	71.25	0.00	70.00
ราชบุรี	2,400.00	4,000.00	175.50	42.00	0.00	32.83
ศรีสะเกษ	1,200.00	4,778.13	141.64	14.06	0.39	37.81
พะเยา	1,600.00	3,500.00	200.00	168.00	6.00	80.00
นครราชสีมา	1,500.00	3,800.00	360.60	36.00	2.00	13.60
ขอนแก่น	1,400.00	4,400.00	306.67	75.00	0.00	70.42
ร้อยเอ็ด	1,500.00	4,500.00	200.00	86.00	2.00	60.00
น่าน	1,800.00	4,600.00	109.09	70.91	0.00	50.00
เชียงราย	1,200.00	3,500.00	200.00	72.00	8.00	50.00
ลำพูน	1,750.00	4,900.00	260.00	60.00	2.00	52.20
นครนายก	1,200.00	4,810.00	300.00	60.00	0.00	40.00
นครพนม	1,250.00	4,710.00	240.00	66.00	1.80	19.60

ตารางภาคผนวกที่ 2.3 ต้นทุนการผลิตสุกรกรณี**ไม่เข้าร่วมโครงการฯ** (ต่อ

หน่วย : บาทต่อตัว

จังหวัด	(7 ค่า น้ำมันเชื้อเพลิง	(8 ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	(9 ค่าซ่อมอุปกรณ์	(11 ค่าเสียโอกาสในการลงทุน	(12 ค่าเช่าที่ดิน	(13 ค่าเสื่อมราคา	(14 ค่าเสียโอกาส
เชียงใหม่	0.67	50.21	120.00	10.187	-	140.42	57.88
พิษณุโลก	0.00	5.10	16.67	27.758	-	12.91	9.66
นครสวรรค์	3.57	35.75	28.57	28.718	-	140.82	33.86
ลำปาง	7.50	11.73	30.00	60.849	-	50.02	25.43
จันทบุรี	13.00	12.71	27.20	98.094	-	89.29	20.86
สระบุรี	0.00	5.32	12.00	105.068	-	20.69	17.63
มหาสารคาม	4.17	24.81	25.00	67.366	-	132.86	31.95
ชัยนาท	58.00	14.34	8.00	61.394	-	81.67	13.47
กาฬสินธุ์	15.00	16.14	800.00	76.754	-	67.33	24.98
หนองคาย	2.50	19.11	152.94	77.160	-	54.73	29.71
พัทลุง	0.00	15.11	60.00	54.797	-	4.43	3.35
ราชบุรี	0.00	3.02	97.44	13.149	-	49.13	13.16
ศรีสะเกษ	0.00	2.38	59.45	18.020	-	39.77	21.86
พะเยา	20.00	16.14	160.00	82.113	-	38.29	26.17
นครราชสีมา	24.00	1.00	13.66	104.745	-	93.47	54.58
ขอนแก่น	1.00	4.49	7.00	83.429	-	52.13	23.28
ร้อยเอ็ด	20.00	30.16	50.00	100.910	-	96.00	16.49
น่าน	9.55	10.80	208.18	22.719	-	53.34	29.32
เชียงราย	46.00	6.76	60.70	79.859	-	119.03	31.89
ลำพูน	15.00	1.81	56.80	109.007	-	17.54	17.96
นครนายก	8.00	42.02	25.00	108.409	-	32.35	26.45
นครพนม	25.00	10.14	33.80	104.508	-	33.10	32.98

ตารางภาคผนวกที่ 2.3 ต้นทุนการผลิตสุกรกรณี**ไม่เข้าร่วมโครงการฯ** (ต่อ

หน่วย : บาทต่อตัว

จังหวัด	ต้นทุนผันแปร	ต้นทุนคงที่	ต้นทุนรวม (ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่
เชียงใหม่	5,638.82	198.30	5,837.12
พิษณุโลก	5,186.75	22.57	5,209.32
นครสวรรค์	5,260.89	174.68	5,435.57
ลำปาง	7,047.09	75.45	7,122.54
จันทบุรี	6,286.62	110.15	6,396.77
สระบุรี	7,124.99	38.32	7,163.31
มหาสารคาม	5,514.72	164.81	5,679.53
ชัยนาท	4,254.63	95.14	4,349.77
กาฬสินธุ์	6,408.89	92.31	6,501.20
หนองคาย	5,585.91	84.44	5,670.35
พัทลุง	5,968.82	7.78	5,976.60
ราชบุรี	6,763.94	62.29	6,826.23
ศรีสะเกษ	6,251.88	61.63	6,313.51
พะเยา	5,832.25	64.46	5,896.71
นครราชสีมา	5,855.61	148.05	6,003.66
ขอนแก่น	6,348.01	75.41	6,423.42
ร้อยเอ็ด	6,549.07	112.49	6,661.56
น่าน	6,881.25	82.66	6,963.91
เชียงราย	5,223.32	150.92	5,374.24
ลำพูน	7,206.82	35.50	7,242.32
นครนายก	6,593.43	58.80	6,652.23
นครพนม	6,460.85	66.08	6,526.93

ตารางภาคผนวกที่ 2.3 ต้นทุนการผลิตสุกรกรณี**ไม่เข้าร่วมโครงการฯ** (ต่อ

จังหวัด	จำนวนสุกรที่เลี้ยง (ตัว	จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน	อายุการใช้งานโรงเรือนและอุปกรณ์ (ปี	มูลค่าโรงเรือนและอุปกรณ์ (บาท
เชียงใหม่	3,000	120	12	20,220,000.00
พิษณุโลก	1,350	150	22	1,899,000.00
นครสวรรค์	1,400	150	7	6,900,000.00
ลำปาง	800	120	15	2,566,400.00
จันทบุรี	500	150	7	1,518,000.00
สระบุรี	500	150	25	1,283,000.00
มหาสารคาม	600	150	7	2,790,000.00
ชัยนาท	500	150	5	980,000.00
กาฬสินธุ์	500	150	11	1,818,000.00
หนองคาย	500	150	16	2,162,000.00
พัทลุง	800	150	22	389,700.00
ราชบุรี	2,000	120	8	2,299,400.00
ศรีสะเกษ	2,560	120	16	7,331,200.00
พะเยา	500	150	20	1,904,800.00
นครราชสีมา	500	120	17	4,767,000.00
ขอนแก่น	600	150	13	2,033,000.00
ร้อยเอ็ด	500	150	5	1,200,000.00
น่าน	2,200	150	16	9,388,500.00
เชียงราย	500	150	8	2,321,000.00
ลำพูน	500	150	30	1,307,000.00
นครนายก	500	150	24	1,925,000.00
นครพนม	500	150	29	2,400,000.00

ตารางภาคผนวกที่ 2.4 ต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจก

หน่วย : บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

จังหวัด	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2			
		กรณีปกติ	กรณีได้รับการสนับสนุน	ฉากทัศน์กรณีเพิ่มประสิทธิภาพการนำไปใช้เป็นพลังงานไฟฟ้า	ฉากทัศน์กรณีลดเงินลงทุน
เชียงใหม่	804.83	819.45	463.00	588.34	126.91
พิษณุโลก	31.62	94.13	59.63	65.05	-4.44
นครสวรรค์	126.71	201.93	76.59	201.93	1.38
ลำปาง	152.59	87.79	40.19	72.36	11.63
จันทบุรี	285.03	368.14	171.31	291.57	53.21
สระบุรี	114.53	91.42	44.05	79.51	15.64
มหาสารคาม	93.52	114.33	59.85	110.21	16.27
ชัยนาท	625.07	89.09	41.69	85.90	13.25
กาฬสินธุ์	349.09	158.38	3.44	150.34	22.03
หนองคาย	58.15	237.50	114.77	229.54	41.13
พัทลุง	217.12	247.75	145.19	239.77	48.49
ราชบุรี	760.86	179.94	111.80	163.74	22.15
ศรีสะเกษ	296.35	61.72	52.67	61.72	11.03
พะเยา	107.55	303.99	185.89	303.99	52.03
นครราชสีมา	127.26	33.52	8.72	33.52	-6.16
ขอนแก่น	39.75	87.50	38.33	85.59	8.83
ร้อยเอ็ด	21.55	89.91	40.11	80.22	10.23
น่าน	128.45	67.02	14.41	47.92	-17.16
เชียงราย	251.78	62.60	27.52	59.82	6.47
ลำพูน	17.24	62.55	26.34	52.69	4.62
นครนายก	258.81	127.03	99.11	127.03	-32.53
นครพนม	87.85	98.59	47.91	97.41	17.51
ค่าเฉลี่ย	**225.26**	**167.47**	**85.11**	**146.73**	**19.21**

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
เบอร์โทร/โทรสาร 0 2561 4736
www.oae.go.th