

บทที่ 4

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลของระยะเวลาการกักเก็บที่ต่ออัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่เจือปนด้วยแกลบร่อนพื้นโดยการหมักแบบแห้ง ซึ่งใช้ถังหมักที่มีใบพัดกวนขนาด 1,000 ลิตร ปริมาตรการหมัก 700 ลิตร โดยใช้มูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพ (pretreated sample) และไม่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น (control) เป็นวัตถุดิบในการหมัก ซึ่งในการปรับสภาพมูลไก่เนื้อเบื้องต้น จะใช้เทคนิคการไล่แบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องดันแบบลดปริมาณแอมโมเนียขนาด 150 ลิตร และจะเดินระบบโดยการป้อนมูลไก่เนื้อเข้าระบบทุกวัน ซึ่งควบคุมปริมาณของแข็งทั้งหมดของวัตถุดิบมูลไก่เนื้อที่ใช้ทดลองได้ควบคุมให้มีค่าร้อยละ 25 ด้วยการเจือจางด้วยน้ำ หรือโดยประมาณที่อัตราส่วนมูลไก่เนื้อต่อน้ำเท่ากับ 1:3 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก และควบคุมอัตราการกวนในถังหมัก 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ทุกๆ 6 ชั่วโมง ให้คงที่ตลอดระยะเวลาการศึกษา ซึ่งได้ทำการศึกษารวมการผลิตก๊าซชีวภาพของมูลไก่เนื้อที่ระยะเวลาการกักเก็บ 30 45 และ 60 วัน ตามลำดับ โดยทำการทดลองแต่ละเงื่อนไขให้มากกว่าหรือเท่ากับ 1.5 เท่าของระยะเวลาการกักเก็บที่ทำการศึกษา หรือจนกระทั่งระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ โดยพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ (RSD) ของอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพไม่เกิน 15% และได้พิจารณาประสิทธิภาพของระบบจากพารามิเตอร์ต่างๆ

เมื่อพิจารณาลักษณะสมบัติของน้ำเข้าระบบจากตาราง 4.1 จะเห็นได้ว่าน้ำเข้าระบบที่ระยะเวลาการกักเก็บ 30 45 และ 60 วัน ที่เดินระบบโดยใช้มูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพแล้วจะมีค่าพีเอชต่ำลงส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนน้อยกว่าการเดินระบบที่ใช้มูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพซึ่งมีค่าพีเอชสูงกว่า ซึ่งปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนที่ละลายน้ำอยู่ จะมีความสัมพันธ์กับค่าพีเอช เมื่อพีเอชมีค่าประมาณ 7.0 ความเข้มข้นของแอมโมเนียจะมีประมาณ 1% ของแอมโมเนียในโตรเจนทั้งหมด โดยสัดส่วนความเข้มข้นของแอมโมเนียมากขึ้นเมื่อพีเอชสูงขึ้น (Metcalf & Eddy.,2004) และจากงานวิจัยของ อิชฎีวร (2559) พบว่าการปรับสภาพเบื้องต้นโดยการกำจัดแอมโมเนียออกจากมูลไก่เนื้อด้วยการไล่แอมโมเนีย และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ภายใต้อุณหภูมิสุญญากาศที่ความดัน -0.73 ถึง -0.87 บาร์เกจ ส่งผลให้มูลไก่เนื้อที่มีปริมาณแอมโมเนียลดลงเหลือประมาณ 1,449 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือกำจัดแอมโมเนียได้มากถึงร้อยละ 56

ตาราง 4.1 ค่าพีเอช (pH) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) ปริมาณของแข็งระเหย (VS) ปริมาณเจือจางไนโตรเจน (TKN) และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (NH₃-N) ของน้ำเข้าระบบเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่

พารามิเตอร์ (มก./ล)	ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน		ระยะเวลากักเก็บ 45 วัน		ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน	
	Pretreated	Control	Pretreated	Control	Pretreated	Control
pH	7.7±0.2	8.2±0.2	7.5±0.2	8.4±0.2	7.9±0.3	8.3±0.3
TS	259,867±7,251	259,717±4,549	259,001±3,391	248,884±7,538	232,715±17,618	265,124±6,585
VS	204,709±7,065	211,295±2,593	208,310±3,609	198,559±5,736	187,921±13,690	214,308±7,628
TKN	4,285±681	6,226±344	6,865±305	6,816±225	4,222±461	4,870±276
NH ₃ -N	573±50	901±85	891±111	1,197±63	401±96	631±139

4.1 ผลของระยะเวลาการเก็บต่ออัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น

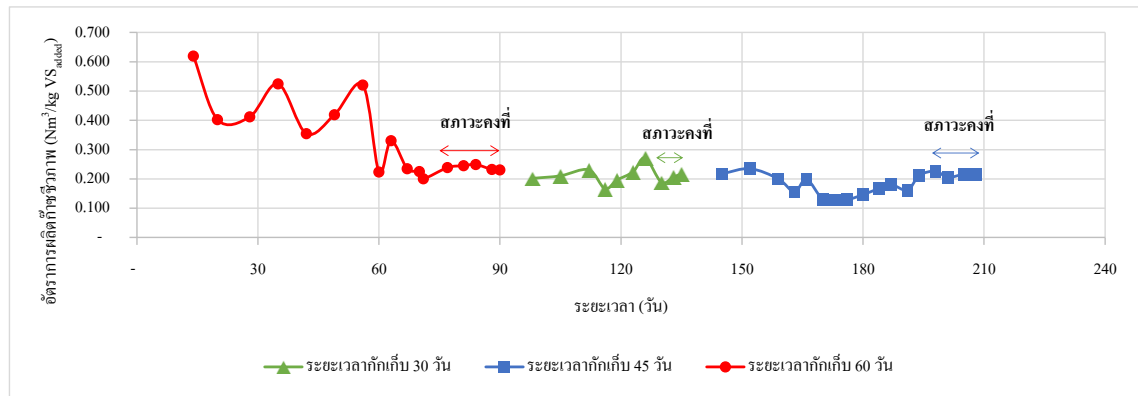
4.1.1 อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซมีเทน

ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่สำคัญคืออัตราการผลิตก๊าซมีเทน ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่มสร้างก๊าซมีเทนในระบบได้ โดยมูลไก่เนื้อที่ใช้ทดลองซึ่งมีแกลบปนอยู่เป็นจำนวนมาก และแกลบประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน จึงทำให้ย่อยสลายได้ยาก ทั้งนี้ในการเลือกระยะเวลาการกักเก็บที่เหมาะสมหรือระยะเวลาการกักเก็บที่ไม่สั้นเกินไป อาจส่งผลให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพได้อย่างสมบูรณ์ ถ้าเลือกใช้ระยะเวลาการกักเก็บที่ต่ำหรือสั้นเกินไป ต้องมีการดึงน้ำเสียออกระบบในปริมาณมาก อาจส่งผลให้จุลินทรีย์สามารถหลุดปนกับกากตะกอนของน้ำเสียออกมาได้ แต่ถ้าเลือกระยะเวลาการกักเก็บที่นานเกินไปก็จะทำให้ขนาดของถังหมักหรือถังปฏิกรณ์มีขนาดใหญ่ทำให้ต้นทุนการก่อสร้างสูงไปด้วย

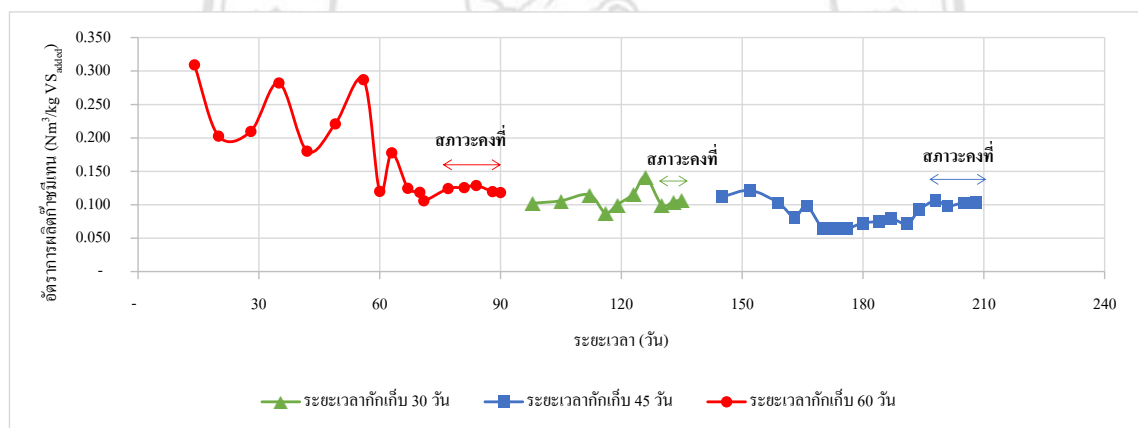
จากการทดลองเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ พบว่าการทดลองที่ระยะเวลาการกักเก็บ 30 45 และ 60 วัน ทำให้ระบบมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเท่ากับ $0.204^a \pm 0.014$, $0.215^a \pm 0.008$ และ $0.239^b \pm 0.008$ ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้าระบบ (รูปที่ 4.1) และมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนเท่ากับ $0.104^a \pm 0.004$, $0.101^a \pm 0.005$ และ $0.123^b \pm 0.004$ ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้าระบบ (รูปที่ 4.2) เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติของอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซมีเทนโดยวิธีวิเคราะห์แบบ One-way ANOVA และ Tukey พบว่าที่ระยะเวลาการกักเก็บ 60 วัน มีค่ามากกว่าค่าที่ระยะเวลาการกักเก็บ 30 และ 45 วัน อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และมีสัดส่วนก๊าซมีเทน 51.1 ± 1.8 , 46.9 ± 2.0 และ 51.6 ± 0.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูปที่ 4.3)

เมื่อคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อปริมาณมูลไก่เนื้อมีค่าเท่ากับ 149.88 ± 7.57 , 153.70 ± 6.44 และ 171.49 ± 4.00 ลิตรมาตรฐานต่อกิโลกรัม สำหรับการทดลองที่ระยะเวลาการกักเก็บ 30 45 และ 60 วัน ตามลำดับ โดยในช่วงแรกของกราฟที่ระยะเวลาการกักเก็บ 60 วัน ทั้งอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซมีเทนจะมีค่าสูง เนื่องจากผลของการเริ่มต้นเดินระบบโดยเชื้อตั้งต้นจากน้ำเสียที่ได้มาจากท่อคังตะกอนส่วนท้ายของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่ไข่ ทำให้เกิดอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและผลิตก๊าซมีเทนสูงในช่วงแรกของกราฟ (รูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2) และจะเห็นได้ว่าอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซมีเทนที่ระยะเวลาการกักเก็บ 60 วัน มีค่ามากที่สุด และที่ระยะเวลาการกักเก็บ 45 วัน อัตราการผลิตก๊าซมีเทนจะต่ำที่สุด โดยมีสัดส่วนก๊าซมีเทนเพียง 46.94 ± 1.96 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระยะเวลาการกักเก็บที่สั้นลงอาจส่งผลให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพได้อย่างไม่สมบูรณ์ และอาจก่อให้เกิดการสะสมของปริมาณกรดไขมันระเหยเนื่องจากต้องป้อนของเสียเข้าระบบมากขึ้น ดังนั้นควรมีการพิจารณาประสิทธิภาพของระบบจาก

พารามิเตอร์อื่นด้วย เช่น อุณหภูมิ สภาพความเป็นด่างทั้งหมด ปริมาณกรดไขมันระเหยของ และ ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำออกระบบ เป็นต้น

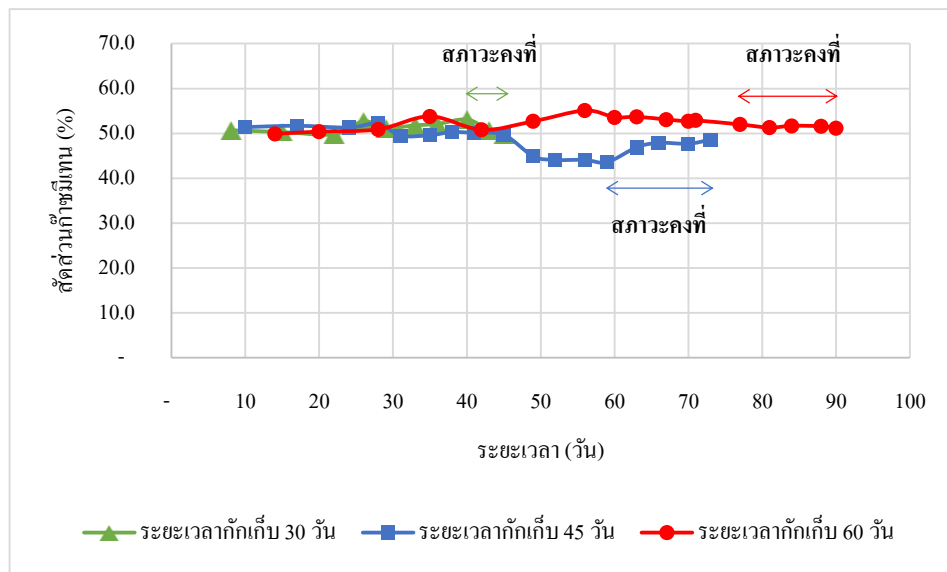


รูปที่ 4.1 อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น



รูปที่ 4.2 อัตราการผลิตก๊าซมีเทนจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น

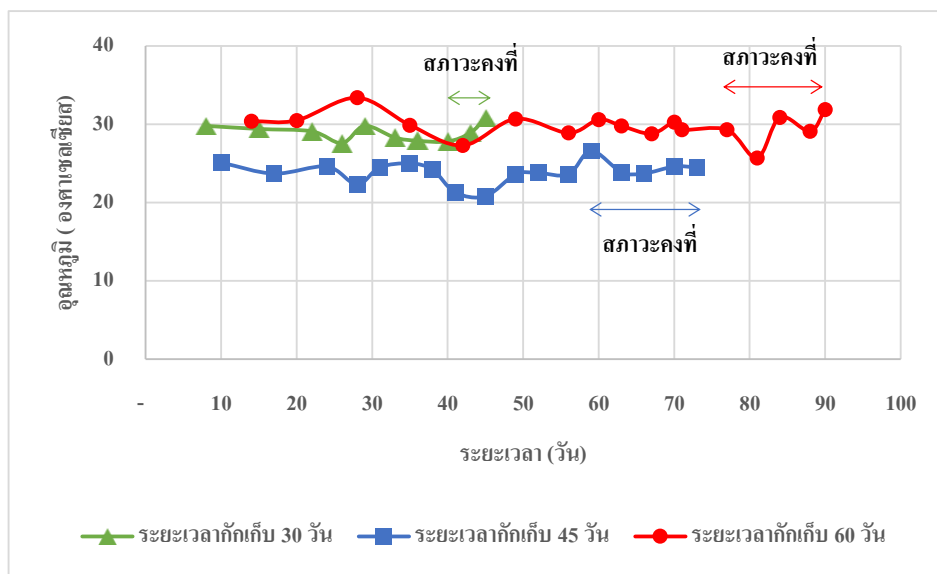
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.3 สัดส่วนส่วนก๊าซมีเทน (pretreated)

4.1.2 อุณหภูมิแวดล้อม

อุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ โดยที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือปฏิกิริยาชีวเคมีจะสูงขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งในช่วงการทดลองอยู่ระหว่างฤดูฝนถึงฤดูหนาว จากรูปที่ 4.4 เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่พบว่าอุณหภูมิแวดล้อมของระยะเวลากักเก็บ 30 45 และ 60 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.2 ± 1.5 , 24.7 ± 1.2 และ 29.4 ± 2.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยจะเห็นว่าระยะเวลากักเก็บ 60 และ 30 วัน มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงมีโซฟิลิก คือ 25 – 37 องศาเซลเซียส ซึ่งเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ (Polprasert C.,1989) แต่ที่ระยะเวลากักเก็บ 45 วัน มีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงมีโซฟิลิก อาจส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ผลิตก๊าซมีเทนลดลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการผลิตก๊าซมีเทน (4.1.1) มีค่า 0.101 ± 0.005 ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้าระบบ และมีสัดส่วนก๊าซมีเทน 46.9 ± 2.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 30 และ 60 วัน



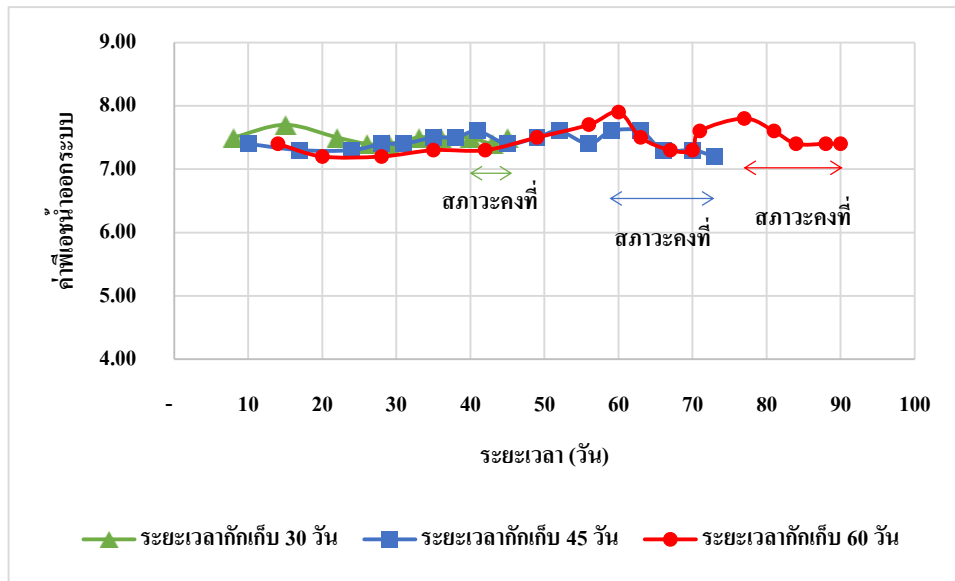
รูปที่ 4.4 อุณหภูมิแวดล้อมตลอดช่วงการทดลอง (pretreated)

4.1.3 ค่าพีเอช (pH) สภาพความเป็นด่างทั้งหมด (Alk) และปริมาณกรดไขมันระเหย (VFA)

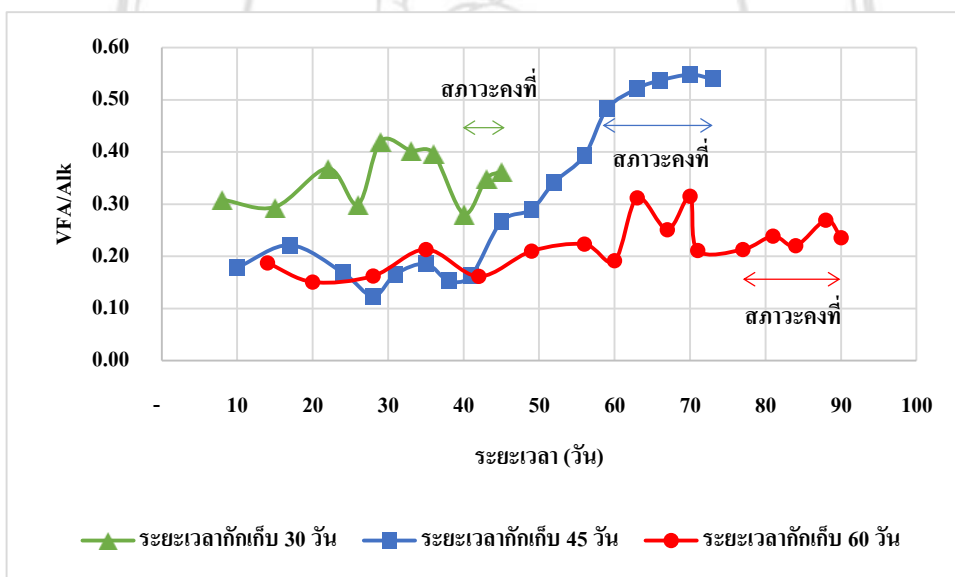
การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันระเหยในระบบบ่งบอกให้รู้ถึงสถานะที่เหมาะสมต่อจุลินทรีย์ผลิตมีเทน ยังส่งผลต่อปริมาณก๊าซมีเทน และองค์ประกอบก๊าซชีวภาพอีกด้วย ปริมาณกรดไขมันระเหยควรจะพิจารณาสภาพการทำงานของระบบร่วมกับตัวแปรอื่นๆ เช่น สภาพด่างทั้งหมด ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งปริมาณกรดไขมันระเหยเป็นตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนกว่าตัวแปรอื่นๆ หากมีการเปลี่ยนสถานะของการเดินระบบ เช่น อัตราการบรรจุน้ำสารอินทรีย์ ชนิดของสารอินทรีย์ และอุณหภูมิ (Bolzonella et al., 2003; Ahring et al., 1995)

ตาราง 4.2 ค่าพีเอช สภาพความเป็นด่างทั้งหมด และปริมาณกรดไขมันระเหยของน้ำออกจากระบบ เมื่อระบบเข้าสู่สถานะคงที่ (pretreated)

พารามิเตอร์	ระยะเวลาเก็บ 30 วัน	ระยะเวลาเก็บ 45 วัน	ระยะเวลาเก็บ 60 วัน
pH	7.5±0.1	7.4±0.2	7.5±0.2
Alk (มก./ล)	9,093±212	9,759±549	7,305±423
VFA (มก./ล)	3,004±346	5,131±402	1,712±196



รูปที่ 4.5 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำออกระบบตลอดช่วงการทดลอง (pretreated)



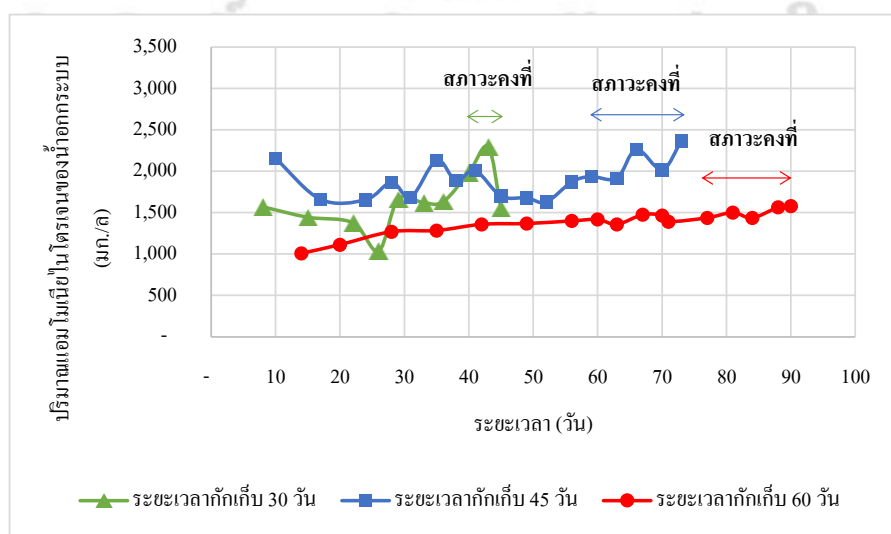
รูปที่ 4.6 อัตราส่วนของปริมาณกรดไขมันระเหยต่อสภาพด่างทั้งหมด (pretreated)

จากตาราง 4.2 เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่พบว่าปริมาณกรดไขมันระเหยและสภาพความเป็นด่างทั้งหมดของน้ำออกที่ระยะเวลากักเก็บ 45 วัน มีค่าสูงกว่าค่าที่ระยะเวลากักเก็บ 30 และ 60 วัน เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของปริมาณกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่าง (VFA/Alk) เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 ± 0.04 , 0.53 ± 0.03 และ 0.24 ± 0.02 ที่ระยะเวลากักเก็บ 30 45 และ 60 วัน ตามลำดับ (รูปที่ 4.6) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพแล้วที่ระยะเวลากักเก็บ 30 และ 60 วัน มีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 0.40 ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของ

จุลินทรีย์ในระบบหมักย่อย แต่ที่ระยะเวลากักเก็บ 45 วัน อัตราส่วนของปริมาณกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่าง (VFA/Alk) มีค่าเท่ากับ 0.53 ซึ่งมากกว่า 0.40 โดยหากพบว่ามีค่ามากกว่า 0.4 แสดงว่าระบบอาจมีบัฟเฟอร์ไม่เพียงพอต่อการรักษาค่าพีเอชที่เหมาะสมได้ จึงอาจส่งผลให้ระบบล้มเหลวได้ (Zickefoose & Hayes, 1976) ทำให้การทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 45 วัน มีอัตราการผลิตก๊าซมีเทน (4.1.1) ที่มีค่า 0.101 ± 0.005 ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้าระบบ และมีสัดส่วนก๊าซมีเทน 46.9 ± 2.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าพีเอชของน้ำออกระบบมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งมีค่าเป็นกลางไม่ส่งผลต่อระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ

4.1.4 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน

มูลไก่เนื้อจัดเป็นมูลสัตว์ที่มีปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างสูง เมื่อปริมาณไนโตรเจนเปลี่ยนอยู่ในรูปของแอมโมเนียไนโตรเจนที่มีค่ามากกว่า 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับค่าพีเอชของระบบสูง อาจยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ผลิตก๊าซมีเทนในระบบได้ (McCarty, 1964) แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เข้าระบบ อุณหภูมิ และระยะเวลากักเก็บอีกด้วย (Laclos et al., 1997) จากผลการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 30 45 และ 60 วัน พบว่าน้ำออกระบบมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ $1,941 \pm 373$, $2,100 \pm 203$ และ $1,503 \pm 67$ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่า 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตรดังแสดงในรูปที่ 4.7 และเมื่อคำนวณหาปริมาณแอมโมเนียอิสระจากสมการที่ 3.1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.97 ± 1.61 , 83.54 ± 31.60 และ 72.69 ± 32.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งปริมาณแอมโมเนียอิสระเริ่มยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ผลิตก๊าซมีเทนในระบบที่ความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร (McCarty & McKinney, 1961) จะเห็นได้ว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 30 45 และ 60 วัน มีปริมาณแอมโมเนียอิสระต่ำกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงไม่ส่งผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบ



รูปที่ 4.7 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำออกระบบ (pretreated)

4.1.5 ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์

ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ของการทดลองที่ระยะเวลาเก็บ 30 45 และ 60 วัน พบว่าเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ แสดงดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ (pretreated)

ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์	ระยะเวลากักเก็บ		
	30	45	60
ประสิทธิภาพการกำจัดปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)	39.13 ^a ±2.92	45.95 ^a ±5.38	47.70 ^a ±5.31
ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหย (%)	43.17 ^a ±3.53	52.08 ^a ±5.22	53.67 ^a ±6.08

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษร (a) เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.005$) และ $n = 3-5$

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณของแข็งระเหย โดยวิธีวิเคราะห์แบบ One-way ANOVA และ Tukey พบว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 30 45 และ 60 วัน มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

4.1.6 สรุปผลการวิเคราะห์ผลของระยะเวลากักเก็บต่ออัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น

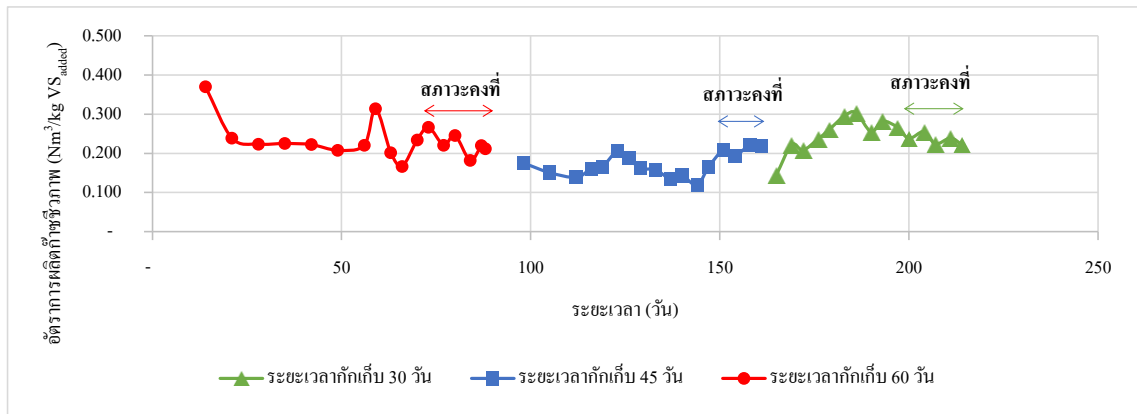
ผลของระยะเวลากักเก็บต่ออัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น ระยะเวลากักเก็บที่เหมาะสมคือ 60 วัน ซึ่งมีค่าสูงสุด โดยมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเท่ากับ 0.239 ± 0.008 ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้าระบบ และมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนเท่ากับ 0.123 ± 0.004 ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้าระบบ มีสัดส่วนก๊าซมีเทน 51.6±0.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อปริมาณมูลไก่เนื้อ มีค่าเท่ากับ 171.49 ± 4.00 ลิตรมาตรฐานต่อกิโลกรัม และเมื่อพิจารณากระบวนการร่วมกับพารามิเตอร์อื่นๆ เช่น อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมด (VFA/Aik) ปริมาณแอมโมเนียอิสระ ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของระบบ ส่วนที่ระยะเวลากักเก็บ 45 วัน มีสัดส่วนก๊าซมีเทนน้อยที่สุดเป็นผลมาจากอุณหภูมิช่วงทดลองมีค่าต่ำกว่าช่วงมีโซฟิลิก รวมทั้งมีการสะสมตัวของกรดไขมันระเหยมากขึ้นทำให้อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างมีค่าเฉลี่ยเกิน 0.40

4.2 ผลของระยะเวลาการกักเก็บต่ออัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น

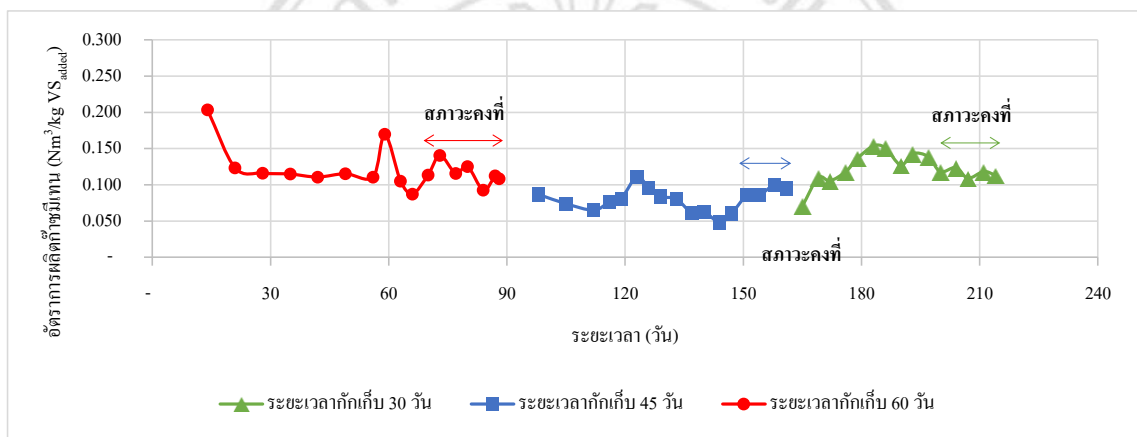
4.2.1 อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซมีเทน

จากการทดลองเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ พบว่าการทดลองที่ระยะเวลาการกักเก็บ 30 45 และ 60 วัน ทำให้ระบบมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเท่ากับ $0.236^a \pm 0.013$, $0.211^a \pm 0.012$ และ $0.225^a \pm 0.029$ ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้าระบบ (รูปที่ 4.8) และมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนเท่ากับ $0.117^a \pm 0.006$, $0.092^b \pm 0.007$ และ $0.116^a \pm 0.016$ ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้าระบบ (รูปที่ 4.9) เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์แบบ One-way ANOVA และ Tukey พบว่าอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพที่ระยะเวลาการกักเก็บ 30 45 และ 60 วัน มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และอัตราการผลิตก๊าซมีเทน พบว่าที่ระยะเวลาการกักเก็บ 30 และ 60 วัน มีค่ามากกว่าค่าที่ระยะเวลาการกักเก็บ 45 วัน อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และมีสัดส่วนก๊าซมีเทน 43.9 ± 1.4 , 43.5 ± 1.7 และ 51.6 ± 0.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูปที่ 4.10)

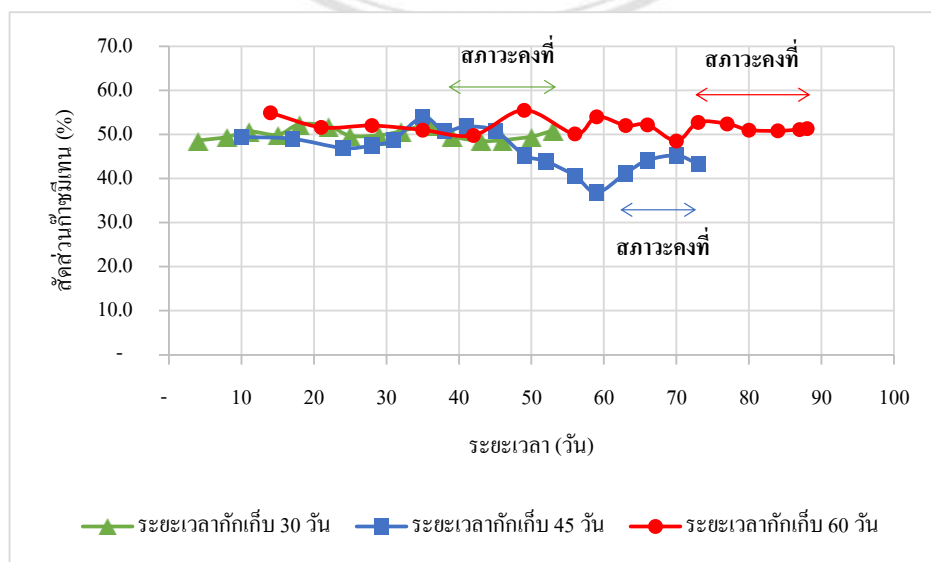
เมื่อคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อปริมาณมูลไก่เนื้อที่มีค่าเท่ากับ 179.16 ± 8.32 , 143.49 ± 6.85 และ 162.48 ± 21.24 ลิตรมาตรฐานต่อกิโลกรัม สำหรับการทดลองที่ระยะเวลาการกักเก็บ 30 45 และ 60 วัน ตามลำดับ โดยในช่วงแรกของกราฟที่ระยะเวลาการกักเก็บ 60 วัน ทั้งอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซมีเทนจะมีค่าสูง เนื่องจากผลของการเริ่มต้นเดินระบบโดยเชื้อตั้งต้นจากน้ำเสียที่ได้มาจากท่อคังตะกอนส่วนท้ายของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่ไข่ ทำให้เกิดอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและผลิตก๊าซมีเทนสูงในช่วงแรกของกราฟ (รูปที่ 4.8 และ รูปที่ 4.9) จะเห็นได้ว่าอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและที่ระยะเวลาการกักเก็บ 30 วัน มีค่ามากที่สุด แต่มีสัดส่วนก๊าซมีเทนเพียง 43.9 ± 1.4 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะเวลาการกักเก็บ 45 วัน อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซมีเทนต่ำที่สุด มีสัดส่วนก๊าซมีเทน 43.5 ± 1.7 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นควรมีการพิจารณาประสิทธิภาพของระบบจากพารามิเตอร์อื่นด้วย เช่น อุณหภูมิ สภาพความเป็นด่างทั้งหมด ปริมาณกรดไขมันระเหยของ และปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนของน้ำออกระบบ เป็นต้น



รูปที่ 4.8 อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น



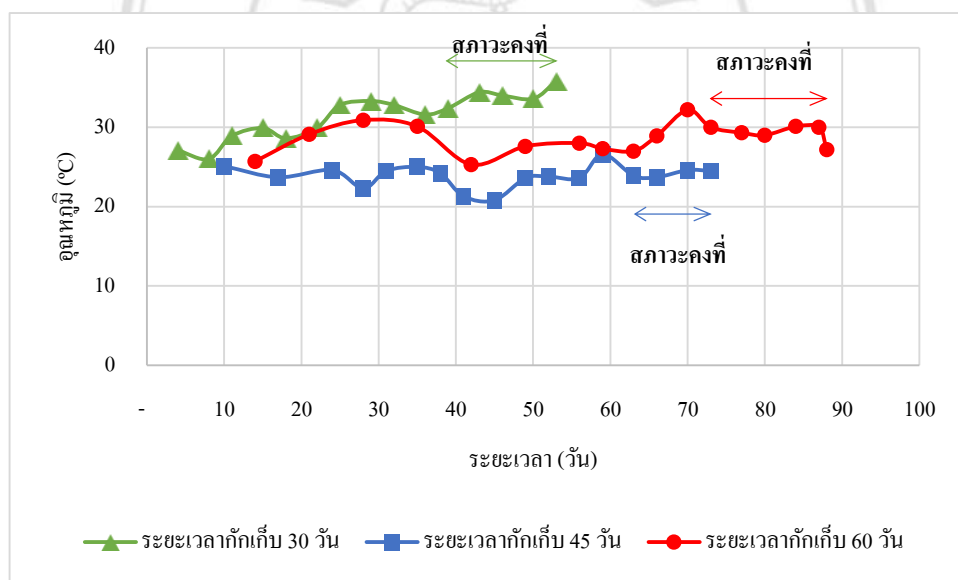
รูปที่ 4.9 อัตราการผลิตก๊าซมีเทนจากมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น



รูปที่ 4.10 สัดส่วนก๊าซมีเทน (control)

4.2.2 อุณหภูมิแวดล้อม

อุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ โดยที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือปฏิกิริยาชีวเคมีจะสูงขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งในช่วงการทดลองอยู่ระหว่างฤดูฝนถึงฤดูหนาว จากรูปที่ 4.11 เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่พบว่าอุณหภูมิแวดล้อมของระยะเวลากักเก็บ 30 45 และ 60 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.0 ± 1.2 , 24.2 ± 0.4 และ 29.3 ± 1.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยจะเห็นได้ว่าระยะเวลากักเก็บ 30 และ 60 วัน มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงมีโซฟิลิก คือ 25 – 37 องศาเซลเซียส ซึ่งเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ (Polprasert C.,1989) โดยที่ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน มีอุณหภูมิช่วงการทดลองสูงที่สุด สอดคล้องกับค่าอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ (4.2.1) มีค่าสูงสุด แต่ที่ระยะเวลากักเก็บ 45 วัน มีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงมีโซฟิลิก อาจส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ผลิตก๊าซมีเทนลดลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซมีเทน (4.2.1) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 30 และ 60 วัน



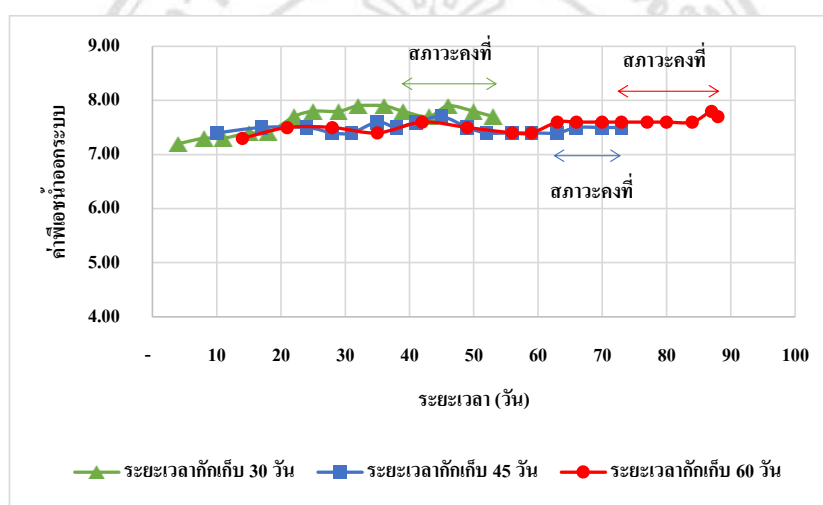
รูปที่ 4.11 อุณหภูมิแวดล้อมตลอดช่วงการทดลอง (control)

4.2.3 ค่าพีเอช (pH) สภาพความเป็นด่างทั้งหมด (Alk) และปริมาณกรดไขมันระเหย (VFA)

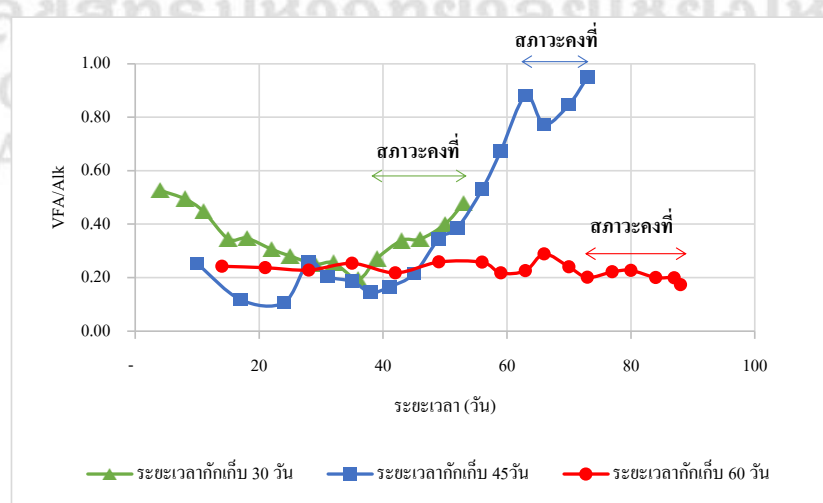
ค่าพีเอช สภาพความเป็นด่างทั้งหมด และปริมาณกรดไขมันระเหยของน้ำออกระบบ เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ แสดงดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ค่าพีเอช สภาพความเป็นด่างทั้งหมด และปริมาณกรดไขมันระเหยของน้ำออกระบบ เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ (control)

พารามิเตอร์	ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน	ระยะเวลากักเก็บ 45 วัน	ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน
pH	7.8±0.1	7.5±0.1	7.7±0.1
Alk (มก./ล)	16,716±1,043	12,827±1,373	11,624±455
VFA (มก./ล)	6,170±1,646	11,120±1,971	2,360±176



รูปที่ 4.12 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำออกระบบตลอดช่วงการทดลอง (control)

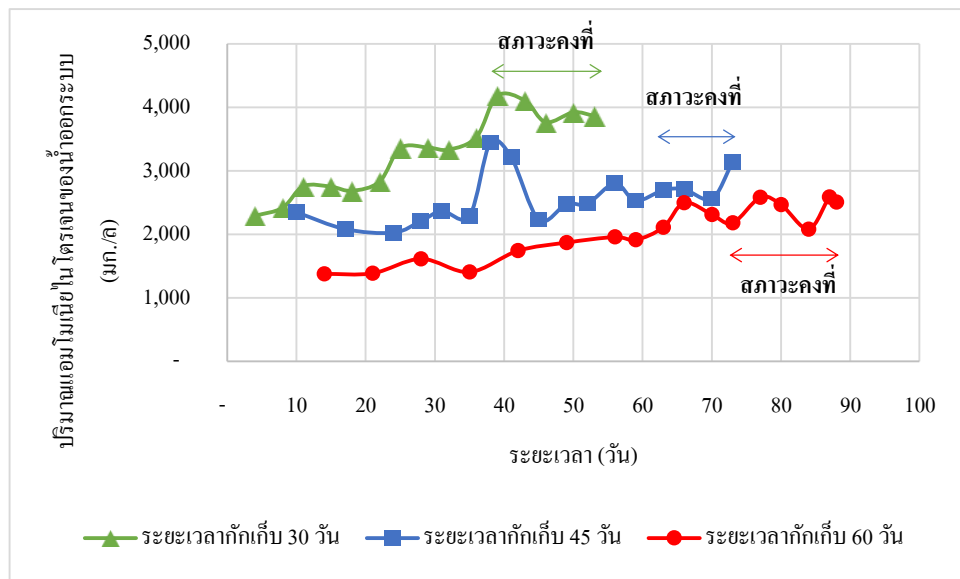


รูปที่ 4.13 อัตราส่วนของปริมาณกรดไขมันระเหยต่อสภาพด่างทั้งหมด (control)

จากตาราง 4.4 เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่พบว่าปริมาณกรดไขมันระเหยของน้ำออกที่ระยะเวลาเก็บ 45 วัน มีค่าสูงกว่าค่าที่ระยะเวลาเก็บ 30 และ 60 วัน เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของปริมาณกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่าง (VFA/Aik) เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 ± 0.08 , 0.86 ± 0.07 และ 0.20 ± 0.02 ที่ระยะเวลาเก็บ 30 45 และ 60 วัน ตามลำดับ (รูปที่ 4.13) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพแล้วที่ระยะเวลากักเก็บ 30 และ 60 วัน มีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 0.40 ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบหมักย่อย แต่จากรูปที่ 4.13 จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟของระยะเวลากักเก็บ 30 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเกิน 0.40 ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้สัดส่วนมีเทนมีค่าต่ำ และที่ระยะเวลากักเก็บ 45 วัน อัตราส่วนของปริมาณกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่าง (VFA/Aik) มีค่ามากกว่า 0.40 โดยหากพบว่ามีค่ามากกว่า 0.4 แสดงว่าระบบอาจมีบัฟเฟอร์ไม่เพียงพอต่อการรักษาค่าพีเอชที่เหมาะสมได้ จึงอาจส่งผลให้ระบบล้มเหลวได้ (Zickefoose & Hayes, 1976) ส่วนค่าพีเอชของน้ำออกระบบที่ระยะเวลากักเก็บ 30 วันมีค่าสูงกว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 45 และ 60 วัน

4.2.4 ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจน

มูลไก่เนื้อจัดเป็นมูลสัตว์ที่มีปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างสูง เมื่อปริมาณไนโตรเจนเปลี่ยนอยู่ในรูปของแอมโมเนียไนโตรเจนที่มีค่ามากกว่า 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับค่าพีเอชของระบบสูง อาจยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ผลิตก๊าซมีเทนในระบบได้ (McCarty, 1964) แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เข้าระบบ อุณหภูมิ และระยะเวลากักเก็บอีกด้วย (Laclos et al., 1997) จากผลการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 30 45 และ 60 วัน พบว่าน้ำออกระบบมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ $3,968 \pm 171$, $2,775 \pm 250$ และ $2,400 \pm 217$ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.14 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนสูงที่สุด ประกอบกับค่าพีเอชที่สูง อาจยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ผลิตก๊าซมีเทนได้เป็นไปตามการอ้างอิงงานวิจัยของ McCarty (1964) และเมื่อคำนวณหาปริมาณแอมโมเนียอิสระจากสมการที่ 3.1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 216.05 ± 36.85 , 85.70 ± 11.45 และ 92.55 ± 25.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งปริมาณแอมโมเนียอิสระเริ่มยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ผลิตก๊าซมีเทนในระบบที่ความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร (McCarty & McKinney, 1961) ซึ่งที่ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน มีปริมาณแอมโมเนียอิสระสูงกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอาจจะยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ผลิตก๊าซมีเทนได้



รูปที่ 4.14 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำออกระบบ (control)

4.2.5 ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์

ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ของการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 30 45 และ 60 วัน พบว่าเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ แสดงดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ (control)

ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์	ระยะเวลากักเก็บ		
	30	45	60
ประสิทธิภาพการกำจัดปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)	42.94 ^a ±3.68	50.78 ^a ±6.48	77.44 ^b ±8.00
ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหย (%)	51.10 ^a ±4.46	58.52 ^a ±6.17	82.21 ^b ±7.77

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษร (a, b) ไม่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.005$) และ $n = 4-6$

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณของแข็งระเหย โดยวิธีวิเคราะห์แบบ One-way ANOVA และ Tukey พบว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน มีค่ามากกว่าค่าที่ระยะเวลากักเก็บ 30 และ 45 วัน อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อดูค่าจากการทดลองที่ใช้มูลไก่ผ่านการปรับสภาพแล้วในตาราง 4.3 จะเห็นว่าประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ไม่สูงและไม่แตกต่างกัน

ทางสถิติ แต่กรณีประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ที่ใช้มูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพที่ระยะเวลา 60 วันมีค่าสูง เกิดจากความผิดพลาดของผู้ทดลอง จากการดึงน้ำเสียออกระบบหมักที่แห้งโดยน้ำเสียที่ดึงออกมามีตะกอนหรือกากของเสียออกมาจากระบบน้อยกว่าปกติ เนื่องจากเกิดการสะสมของกากตะกอนอุดตันบริเวณท่อดึงน้ำออกจึงดึงได้แต่น้ำทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ที่วัดได้มีค่าสูง

4.2.6 สรุปผลการวิเคราะห์ผลของระยะเวลากักเก็บต่ออัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น

ผลของระยะเวลากักเก็บต่ออัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น พบว่าอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพที่ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน มีค่าสูงที่สุด แต่มีสัดส่วนก๊าซมีเทนต่ำจึงไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้งาน เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของระบบพบว่า อัตราส่วนปริมาณกรดไขมันระเหย (VFA/Alk) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.40 และมีปริมาณแอมโมเนียอิสระที่สูงกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงเสี่ยงต่อเสถียรภาพการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบ และที่ระยะเวลากักเก็บ 45 วัน มีสัดส่วนก๊าซมีเทนน้อยที่สุดเป็นผลมาจากอุณหภูมิช่วงทดลองมีค่าต่ำกว่าช่วงมิโซฟิลิก รวมทั้งมีการสะสมตัวของกรดไขมันระเหยมากขึ้นทำให้อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างมีค่าเฉลี่ยเกิน 0.40 ดังนั้นระยะเวลากักเก็บที่เหมาะสมคือ 60 วัน ซึ่งมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเท่ากับ 0.225 ± 0.029 ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้าระบบ และมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนเท่ากับ 0.116 ± 0.016 ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้าระบบ มีสัดส่วนก๊าซมีเทน 51.6 ± 0.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อปริมาณมูลไก่เนื้อมีค่าเท่ากับ 162.48 ± 21.24 ลิตรมาตรฐานต่อกิโลกรัม และเมื่อพิจารณาระบบร่วมกับพารามิเตอร์อื่นๆ เช่น อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมด (VFA/Alk) และปริมาณแอมโมเนียอิสระ ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบ

4.3 เปรียบเทียบผลของระยะเวลาเก็บต่ออัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นกับมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นพบว่าระยะเวลาเก็บที่เหมาะสมคือระยะเวลาเก็บที่ 60 วัน ซึ่งมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเท่ากับ 0.239 ± 0.008 ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแฉะระเหยที่ป้อนเข้าระบบ และมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนเท่ากับ 0.123 ± 0.004 ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแฉะระเหยที่ป้อนเข้าระบบ มีสัดส่วนก๊าซมีเทน 51.6 ± 0.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อปริมาณมูลไก่เนื้อที่มีค่าเท่ากับ 171.49 ± 4.00 ลิตรมาตรฐานต่อกิโลกรัม

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นพบว่าระยะเวลาเก็บที่เหมาะสมคือระยะเวลาเก็บที่ 60 วัน ซึ่งมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเท่ากับ 0.225 ± 0.029 ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแฉะระเหยที่ป้อนเข้าระบบ และมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนเท่ากับ 0.116 ± 0.016 ลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อกิโลกรัมของแฉะระเหยที่ป้อนเข้าระบบ มีสัดส่วนก๊าซมีเทน 51.6 ± 0.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อปริมาณมูลไก่เนื้อที่มีค่าเท่ากับ 162.48 ± 21.24 ลิตรมาตรฐานต่อกิโลกรัม

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติของอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซมีเทนของการทดลองที่ระยะเวลาเก็บ 60 วัน โดยใช้มูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพกับมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ โดยวิธีวิเคราะห์แบบ One-way ANOVA และ Tukey พบว่าที่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ในเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้านการเงินของระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพและไม่ผ่านการปรับสภาพ โดยระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งจากมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ โดยใช้ระยะเวลาเก็บ 60 วัน เพราะปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบ แต่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพจะเลือกประเมินทั้งระยะเวลาเก็บ 30 และ 60 วัน โดยที่ระยะเวลาเก็บ 60 วัน จะมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด ส่วนที่ระยะเวลาเก็บ 30 วัน เป็นการเลือกระยะเวลาเก็บที่ต่ำลงจะทำให้ระบบจะมีขนาดเล็กลง ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้มาก เพื่อช่วยลดต้นทุนการลงทุน แต่ต้องมีการติดตามค่าองค์ประกอบก๊าซและประสิทธิภาพของระบบอย่างต่อเนื่อง เพราะมีการป้อนน้ำเสียเข้าระบบ และดึง

น้ำเสียมากขึ้น ดังนั้นจึงได้เปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้านการเงินทั้ง 3 กรณี เพื่อ
ผู้ประกอบการให้เห็นความแตกต่างและความคุ้มค่าในการลงทุนได้ชัดเจน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้านการเงินของระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งจากมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพโดยการลดแอมโมเนียด้วยการไล่แบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ซึ่งมีระยะเวลาพักเก็บ 30 วัน และ 60 วัน สามารถผลิตก๊าซชีวภาพ 149.9 และ 171.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมูลไก่เนื้อ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ซึ่งมีระยะเวลาพักเก็บ 60 วัน สามารถผลิตก๊าซชีวภาพ 162.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมูลไก่ โดยระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสามารถรองรับปริมาณมูลไก่เนื้อจำนวน 300,000 ตัวต่อรอบการเลี้ยง จึงได้พิจารณาจากต้นทุนระบบผลิตก๊าซชีวภาพ รวมไปถึงต้นทุนค่าเดินระบบและดูแลรักษาระบบ เพื่อประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้านการเงิน

4.4.1 ต้นทุนของระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งขนาดรองรับปริมาณมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพ 300,000 ตัวต่อรอบการเลี้ยง

ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ต้นทุนระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้ง และต้นทุนระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อขนาด 10 ตันต่อวัน

4.4.1.1 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพแล้ว

สมมติฐานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีรายละเอียดดังนี้

1) เทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพเป็นแบบแห้ง ถูกรออกแบบโดยใช้บ่อหมักแบบเหล็ก ซึ่งพัฒนาโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2) ระบบก๊าซชีวภาพแบบแห้งขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร ที่ระยะเวลาพักเก็บ 30 วัน รองรับไก่เนื้อจำนวน 300,000 ตัวต่อรอบการเลี้ยง หรือรองรับมูลไก่เนื้อวันละ 10 ตันต่อวัน และสามารถผลิตก๊าซชีวภาพวันละ 1,499 ลูกบาศก์เมตร ปุ๋ยอินทรีย์วันละ 2 ตัน

3) ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งขนาด 2,000 ลูกบาศก์เมตร ที่ระยะเวลาพักเก็บ 60 วัน รองรับไก่เนื้อจำนวน 300,000 ตัวต่อรอบการเลี้ยง หรือรองรับมูลไก่เนื้อวันละ 10 ตันต่อวัน และสามารถผลิตก๊าซชีวภาพวันละ 1,715 ลูกบาศก์เมตร ปุ๋ยอินทรีย์วันละ 2 ตัน

4) กำหนดให้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งมีอายุการใช้งานทั้งหมด 20 ปี

5) เงินลงทุนของระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้ง อ้างอิงราคาโดยประมาณของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยไม่คิดค่าที่ปรึกษาในการควบคุมการก่อสร้าง และไม่คิดการสนับสนุนการลงทุนจากภาครัฐเพื่อให้สะท้อนต้นทุนที่แท้จริง

6) ค่าบำรุงรักษาระบบก๊าซชีวภาพแบบแห้งในส่วนโครงสร้างคิดเป็น 1.5% ต่อปีของราคาระบบ

7) ค่าช่างเทคนิคดูแลระบบประมาณ 15,000 บาทต่อเดือน จำนวน 1 คน

8) ค่าคนงาน 9,000 บาทต่อเดือน จำนวน 2 คน

9) ค่าไฟฟ้า 3.50 บาทต่อหน่วย ตามอัตรา TOU (Time of Use)

10) ค่าบำรุงรักษาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าคิดเป็น 45 สตางค์ต่อหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้ (ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรเท่ากับ 1.4 หน่วยไฟฟ้า)

11) ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวันและ 330 วันต่อปี

12) ค่าปุ๋ย 2,000 บาทต่อตัน

โดยสมมติฐานระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งทั้งหมดนี้อ้างอิงจากสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งที่ทำการวิเคราะห์ต้นทุน สามารถรองรับของเสียจากฟาร์มไก่เนื้อจำนวน 300,000 ตัว

ที่ระยะเวลาักเก็บ 30 วัน ผลิตก๊าซชีวภาพได้วันละ 1,499 ลูกบาศก์เมตร โดยมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 10,950,450 บาท โดยได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 ดังแสดงในตาราง ก.1 ในภาคผนวก ค และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบ 567,187 บาทต่อปี ดังแสดงในตาราง ก.2 ในภาคผนวก ค

และที่ระยะเวลาักเก็บ 60 วัน ผลิตก๊าซชีวภาพได้วันละ 1,715 ลูกบาศก์เมตร โดยมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 20,550,950 บาท โดยได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 ดังแสดงในตาราง ก.5 ในภาคผนวก ค และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบ 713,504 บาทต่อปี ดังแสดงในตาราง ก.6 ในภาคผนวก ค

4.4.1.2 ระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อขนาด 10 ตันต่อวัน

สมมติฐานของระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อมียรายละเอียดดังนี้

1) เทคโนโลยีระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อจะใช้ห้องคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งพัฒนาโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2) ระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อโดยเทคนิคการไล่แบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส โดยจะใช้ความร้อนทั้งจากเครื่องปั่นไฟฟ้า (Biogas generator) มาให้ความร้อนมูลไก่เนื้อในการปรับสภาพเบื้องต้น

3) ระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อขนาด 10 ตันต่อวัน สามารถทำงานได้รอบละ 2.5 ตัน วันละ 4 รอบ

4) กำหนดให้ระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อมียอายุการใช้งานทั้งหมด 20 ปี

5) เงินลงทุนของระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อ อ้างอิงราคาโดยประมาณของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยไม่คิดค่าที่ปรึกษาในการควบคุมการก่อสร้าง และไม่คิดการสนับสนุนการลงทุนจากภาครัฐเพื่อให้สะท้อนต้นทุนที่แท้จริง

6) ค่าบำรุงรักษาระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อในส่วนโครงสร้างคิดเป็น 2.0% ต่อปีของราคาระบบ

7) ค่าบำรุงรักษาประเภทน้ำมันปั๊มสุญญากาศ คิดเป็นเงินประมาณปีละ 150,000 บาท (ราคาอ้างอิงร้านนานาสกร เชียงใหม่ 3.75 ลิตร ราคา 800 บาท ราคารวมภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 แล้ว)

8) ค่าช่างเทคนิคดูแลระบบประมาณ 15,000 บาทต่อเดือน จำนวน 1 คน

9) ค่าคนงาน 9,000 บาทต่อเดือน จำนวน 2 คน

10) ค่าไฟฟ้า 3.50 บาทต่อหน่วย ตามอัตรา TOU (Time of Use)

โดยสมมติฐานระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อที่ขนาด 10 ตันต่อวัน มีเงินลงทุนทั้งสิ้น 1,050,000 บาท โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตาราง ค.3 ในภาคผนวก ค ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการออกแบบระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อ โดยได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบ 572,082 บาทต่อปี ดังแสดงในตาราง ค.4 ในภาคผนวก ค

ต้นแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพที่ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน ขนาดรองรับมูลไก่เนื้อจำนวน 300,000 ตัวต่อรอบการเลี้ยง โดยมีการลงทุนใหม่ทั้งหมดและเมื่อรวมกับระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจำนวน 1,500,000 บาท จะมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 13,500,450 บาท มีค่าใช้จ่ายรายปี 1,450,911 บาท ซึ่งพบว่าค่าใช้จ่ายหลักๆ จะเป็นระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ร้อยละ 81.1 ดังแสดงในตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ต้นทุนระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นที่ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน

รายการ	เงินลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี)	ร้อยละของ ต้นทุน
ระบบก๊าซชีวภาพแบบแห้งขนาด 1,000 ลบ.ม.	10,950,450	567,187	81.1
ระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อ	1,050,000	572,082	7.8
ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า	1,500,000	311,642	11.1
ต้นทุนรวม (บาท)	13,500,450	1,450,911	100.00

ต้นแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพที่ระยะเวลาพักเก็บ 60 วัน ขนาดรองรับมูลไก่เนื้อจำนวน 300,000 ตัวต่อรอบการเลี้ยง โดยมีการลงทุนใหม่ทั้งหมดและเมื่อรวมกับระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจำนวน 800,000 บาท จะมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 23,100,950 บาท มีค่าใช้จ่ายรายปี 1,236,895 บาท ซึ่งพบว่าค่าใช้จ่ายหลักๆ จะเป็นระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ร้อยละ 89.0 ดังแสดงในตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ต้นทุนระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นที่ระยะเวลาพักเก็บ 60 วัน

รายการ	เงินลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี)	ร้อยละของ ต้นทุน
ระบบก๊าซชีวภาพแบบแห้งขนาด 2,000 ลบ.ม.	20,550,950	308,264	89.0
ระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อ	1,050,000	572,082	4.5
ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า	1,500,000	356,549	6.5
ต้นทุนรวม (บาท)	23,100,950	1,236,895	100.00

4.4.2 ต้นทุนของระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งขนาดรองรับปริมาณมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นจำนวน 300,000 ตัวต่อรอบการเลี้ยง

4.4.2.1 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ

สมมติฐานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีรายละเอียดดังนี้

- 1) เทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพเป็นแบบแห้ง ถูกออกแบบโดยใช้อุณหภูมิแบบแห้ง ซึ่งพัฒนาโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 2) ระบบก๊าซชีวภาพแบบแห้งขนาด 2,000 ลูกบาศก์เมตร รองรับไก่เนื้อจำนวน 300,000 ตัวต่อรอบการเลี้ยง หรือรองรับมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นวันละ 10 ตันต่อวัน และสามารถผลิตก๊าซชีวภาพวันละ 1,625 ลูกบาศก์เมตร ปุ๋ยอินทรีย์วันละ 2 ตัน
- 3) กำหนดให้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งมีอายุการใช้งานทั้งหมด 20 ปี
- 4) เงินลงทุนของระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้ง อ้างอิงราคาโดยประมาณของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยไม่คิดค่าที่ปรึกษาในการควบคุมการก่อสร้าง และไม่คิดการสนับสนุนการลงทุนจากภาครัฐเพื่อให้สะท้อนต้นทุนที่แท้จริง

5) ค่าบำรุงรักษาระบบก๊าซชีวภาพแบบแห้งในส่วน โครงสร้างคิดเป็น 1.5% ต่อปีของ
ราคาระบบ

6) ค่าช่างเทคนิคดูแลระบบประมาณ 15,000 บาทต่อเดือน จำนวน 1 คน

7) ค่าคนงาน 9,000 บาทต่อเดือน จำนวน 2 คน

8) ค่าไฟฟ้า 3.50 บาทต่อหน่วย ตามอัตรา TOU (Time of Use)

9) ค่าบำรุงรักษาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าคิดเป็น 45 สตางค์ต่อหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้
(ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรเท่ากับ 1.4 หน่วยไฟฟ้า)

10) ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวันและ 330 วันต่อปี

11) ค่าปุ๋ย 2,000 บาทต่อตัน

โดยสมมติฐานระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งทั้งหมดนี้อ้างอิงจากสถาบันวิจัยและ
พัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งที่ทำการ
วิเคราะห์ต้นทุน สามารถรองรับของเสียจากฟาร์มไก่เนื้อจำนวน 300,000 ตัว และผลิตก๊าซชีวภาพได้
วันละ 1,625 ลูกบาศก์เมตร โดยมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 20,550,950 บาท โดยได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7
ดังแสดงในตาราง ค.5 ในภาคผนวก ค และมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบ 425,504 บาทต่อปี ดัง
แสดงในตาราง ค.6 ในภาคผนวก ค

ดังนั้นต้นทุนระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการลด
แอมโมเนียขนาดรองรับมูลไก่เนื้อจำนวน 300,000 ตัวต่อรอบการเลี้ยง โดยมีการลงทุนใหม่ทั้งหมด
และเมื่อรวมกับระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจำนวน 800,000 บาท จะมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 22,050,950 บาท มี
ค่าใช้จ่ายรายปี 1,051,342 บาท ซึ่งพบว่าค่าใช้จ่ายหลักๆ จะเป็นระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้ง ร้อย
ละ 96.3 ดังแสดงในตาราง 4.8

ตาราง 4.8 ต้นทุนระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับปรุงสภาพเบื้องต้นที่
ระยะเวลาเก็บเก็บ 60 วัน

รายการ	เงินลงทุน (บาท)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี)	ร้อยละของ ต้นทุน
ระบบก๊าซชีวภาพแบบแห้ง	20,550,950	713,504	93.2
ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า	1,500,000	337,838	6.8
ต้นทุนรวม (บาท)	22,050,950	751,907	100.00

4.4.3 สมมติฐานเบื้องต้นในการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ

การประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นที่ระยะเวลาพักเก็บ 30 และ 60 วัน และระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ไม่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นที่ระยะเวลาพักเก็บ 60 วัน ได้กำหนดข้อสมมติฐานการวิเคราะห์หลัก ดังนี้

ตาราง 4.9 สมมติฐานเบื้องต้นในการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ

สมมติฐาน	อัตรา	หน่วย
อายุโครงการ	20	ปี
อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (Interest Rate)	6.2%	ต่อปี
อัตราเงินเฟ้อ (CPI)	2.0%	ต่อปี
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	20%	ต่อปี

หมายเหตุ: อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ใช้เป็นแบบลูกค้ำรายใหญ่ชั้นดี ประเภทเงินกู้มีระยะเวลา ซึ่งเฉลี่ยจาก 4 ธนาคาร ได้แก่ ธนาคารกสิกรไทย ธนาคารกรุงเทพ ธนาคารกรุงไทย และธนาคารไทยพาณิชย์

4.4.4 การประมาณรายรับ

รายรับจะพิจารณาจากรายได้ที่มาจากการประหยัดค่าน้ำมันจากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้มาขับพัดลมโรงเรือน ผลพลอยได้คือปุ๋ยอินทรีย์จากกระบวนการผลิต โดยค่าที่แสดงดังตาราง 4.10

ตาราง 4.10 การประมาณรายรับ

เทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งจากมูลไก่เนื้อ	ผลจากการประหยัดค่าไฟฟ้า (บาทต่อปี)	ผลพลอยได้จากปุ๋ย (บาทต่อปี)	รวม (บาทต่อปี)
ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน (Pretreated)	2,423,883	1,320,000	3,743,883
ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน (Pretreated)	2,773,155	1,320,000	4,093,155
ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน (Control)	2,627,625	1,320,000	3,947,625

4.4.5 การประมาณรายจ่าย

4.3.5.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนหลัก

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนหลักมาจาก 2 ส่วนที่สำคัญ คือ เงินลงทุนระบบถังหมักแบบแห้ง และค่าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนเทคโนโลยีการลดแอมโมเนียในมูลไก่เนื้อจะมีการเพิ่มการลงทุนในระบบการปรับสภาพมูลไก่เนื้อ โดยเงินลงทุนมีความแตกต่างตามเทคโนโลยี ดังตาราง 4.11

ตาราง 4.11 การประมาณค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ของระบบ

เทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งจากมูลไก่เนื้อ	ระบบปรับสภาพมูลไก่เนื้อ (บาท)	ถังหมักแบบแห้ง (บาท)	เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า (บาท)	รวมทั้งสิ้น (บาท)
ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน (Pretreated)	1,050,000	10,950,450	1,500,000	13,500,450
ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน (Pretreated)	1,050,000	20,550,950	1,500,000	23,100,950
ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน (Control)	-	20,550,950	1,500,000	22,050,950

4.4.5.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานมาจาก 3 ส่วนที่สำคัญคือ ต้นทุนค่าแรงงาน ค่าไฟฟ้าระบบ และค่าบำรุงรักษาประจำปี โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโครงการเฉลี่ยต่อปีเป็นดังนี้ ดังตาราง 4.12

ตาราง 4.12 การประมาณค่าใช้จ่ายการดำเนินงาน

เทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งจากมูลไก่เนื้อ	ค่าแรง (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าระบบ (บาท/ปี)	ค่าบำรุงรักษา (บาท/ปี)	รวมทั้งสิ้น (บาท/ปี)
ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน (Pretreated)	396,000	12,012	646,899	1,054,911
ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน (Pretreated)	396,000	14,322	835,813	1,246,135
ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน (Control)	396,000	9,240	646,102	1,052,342

4.4.6 การประเมินความคุ้มค่าทางการเงิน (Financial Cost-Benefit Analysis)

เป็นการศึกษาถึงรายได้สุทธิหรือความมั่นคงของระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อ โดยมุ่งศึกษาทางการเงินเป็นการศึกษาถึงผลประโยชน์สุทธิที่ผู้ประกอบการจะได้รับจากการดำเนินโครงการเท่านั้น โดยไม่สนใจถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับบุคคลอื่น หรือสิ่งอื่นใดภายนอกโครงการ (Externalities) ไม่ว่าสิ่งที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นผลดีหรือผลเสียก็ตาม ซึ่งการศึกษาทางการเงินจะเป็นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับผู้ที่เป็นเจ้าของโครงการเท่านั้น โดยรายรับ (ผลประโยชน์ของการดำเนินโครงการ) ที่นำมาใช้ในการศึกษาจะเป็นกระแสการไหลเข้าของเงินของผู้ประกอบการที่ได้จากการดำเนินโครงการ ส่วนต้นทุนที่ใช้ศึกษาจะเป็นกระแสเงินที่ไหลออกจากผู้ประกอบการเพื่อใช้ในการลงทุนด้านต่างๆ ของโครงการ

4.4.6.1 สมมติฐานการศึกษา

อายุโครงการ (Project Life) : ใช้ระยะเวลา 20 ปี ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการในภาพรวม

ราคาคงที่ (Constant Prices) ได้ใช้ราคาคงที่ปี พ.ศ.2559 ในการศึกษาทางการเงินและการลงทุน

มูลค่าซากของอุปกรณ์ (Salvage Value) ที่มีอายุการใช้งานเกินกว่าอายุโครงการให้มีมูลค่าเท่ากับศูนย์ เนื่องมาจากมีมูลค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับมูลค่าทั้งหมดของโครงการเมื่อคิดเป็นค่าปัจจุบัน

4.4.6.2 ผลการประเมินโดยดัชนีชี้วัดทางการเงิน

ผลของการประเมินผ่านดัชนีชี้วัดทางการเงินทั้ง 3 ตัว ได้แก่ อัตราผลตอบแทนทางการเงิน (Financial Internal Rate of Return : FIRR) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) และระยะเวลาคืนทุน (Payback : PB) แสดงดังตาราง 4.13

ตาราง 4.13 ผลการประเมินโดยดัชนีชี้วัดทางการเงิน

เทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้ง จากมูลไก่เนื้อ	ดัชนีชี้วัดทางการเงิน		
	FIRR (%)	NPV (บาท)	PB (ปี)
ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน (Pretreated)	15.99	6,255,725	4 ปี 6 เดือน
ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน (Pretreated)	3.84	-2,078,195	6 ปี 10 เดือน
ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน (Control)	3.23	-2,966,847	7 ปี 11 เดือน

4.4.7 สรุปผลการศึกษาการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงิน

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับปรุงสภาพเบื้องต้นโดยการลดแอมโมเนียด้วยเทคนิคการไล่แบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ที่ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน มีอัตราผลตอบแทนทางการเงิน (FIRR) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) สูงกว่าระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับปรุงสภาพเบื้องต้นที่ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน และมีระยะเวลาคืนทุน (PB) เร็วกว่า จากผลการวิเคราะห์ทางการเงินจะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบหมักแบบแห้งมีผลต่อความคุ้มค่าทางการเงินอย่างมาก ซึ่งที่ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน ต้องสร้างระบบหมักแห้งใหญ่กว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน ถึง 2 เท่า ทำให้มูลค่าปัจจุบันที่ระยะเวลากักเก็บ 60 วัน ติดลบและมีอัตราผลตอบแทนทางการเงินต่ำจึงไม่น่าลงทุน ดังนั้นจากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินสรุปได้ว่าระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบแห้งสำหรับมูลไก่เนื้อที่ผ่านการปรับปรุงสภาพเบื้องต้นที่ระยะเวลากักเก็บ 30 วัน มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สูงเหมาะแก่การลงทุน