บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องการประเมินผลการลงทุนโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรของประเวศฟาร์ม ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ได้ทำการศึกษาโดยยึดแนวคิดเงินมีค่าตามเวลา (Time Value of Money Factor) แนวคิดด้านต้นทุน แนวคิดส่วนประสมการตลาดบริการ และความรู้เกี่ยวกับระบบก๊าซชีวภาพ เป็นแนวคิดในการประเมินผลการลงทุนโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรของประเวศฟาร์ม ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวคิดเงินมีค่าตามเวลา

การวิเคราะห์การลงทุน[5] ทำให้เกิดการตัดสินใจลงทุน ที่ถูกต้องและแน่นอนโดยได้นำเอาปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์การจ่ายเงินลงทุน เข้ามาพิจารณาโดยครบถ้วน กล่าวคือได้นำเอาเรื่องของเงินมีค่าตามเวลา (Time Value of Money Factor) หมายความว่าได้คิดส่วนลดของกระแสเงินสดเป็นอัตราที่แน่นอน พิจารณาถึงเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ ต้นทุนของเงินทุนพิจารณาเงินสดรับสุทธิตลอดโครงการ การลงทุนวิธีที่ใช้ในการคำนวณเพื่อประกอบการตัดสินใจอันได้แก่

1.1 วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ

สามารถคำนวณค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการสามารถคำนวณได้จากผลต่างของค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิกับเงินลงทุน โดยการพิจารณาเลือกโครงการลงทุนโดยตั้งสมมุติฐานว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิมากกว่าศูนย์จะยอมรับโครงการนั้นแต่ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิน้อยกว่าศูนย์ก็จะปฏิเสธโครงการนั้น

1.2 อัตราผลตอบแทนซื้อลด

เป็นวิธีตัดสินใจเลือกลงทุน โดยตั้งข้อสมมุติฐานว่าอัตราผลตอบแทนซื้อลดหมายถึงอัตราผลตอบแทนต่ำสุดของโครงการหรืออัตราผลตอบแทนแท้จริง เป็นอัตราที่ทำให้ค่าปัจจุบันของเงินสดรับเข้าเท่ากับเงินลงทุนเริ่มแรก โดยอัตราผลตอบแทนนี้จะปรับค่าของเงินสดที่

---

[5] นภาพร ณ เชียงใหม่. การบัญชีเพื่อการบริหาร. กรุงเทพฯ : บริษัท พัฒนาวิชาการ (2535) จำกัด, 2539. หน้า 249

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้รับในอนาคตให้เป็นค่า ณ เวลาเดียวกับที่นำเงินมาลงทุน สำหรับการวิเคราะห์การลงทุนในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับประเวศฟาร์มจะยอมรับอัตราผลตอบแทนซื้อลดเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแห่งประเทศไทยที่ร้อยละ 6

1.3 ระยะเวลาคืนทุน

หมายถึงจำนวนปีที่รายได้จากการลงทุนคุ้มกับเงินที่ลงทุนไปเป็นระยะเวลานานเท่าใด ซึ่งหมายถึงวันเดือนปี ที่เงินสดรับเท่ากับเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ ในการประเมินการลงทุนนี้จะใช้ระยะเวลาคืนทุนโดยเฉลี่ย (Average Payback Period) ซึ่งคำนวณได้จาก อัตราส่วนระหว่างเงินลงทุนเริ่มแรกกับประมาณการกระแสเงินสดรับสุทธิประจำปีโดยเฉลี่ย

2. แนวคิดด้านต้นทุน

การจำแนกต้นทุน[6] ตามส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์มี 3 ประการคือ ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงทางตรง และค่าใช้จ่ายการผลิต โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 วัตถุดิบทางตรง หมายถึงส่วนประกอบที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิตหรือต้นทุนวัตถุดิบทางตรงที่รวมอยู่ในการผลิต ได้แก่ วัสดุต่างๆที่ใช้ในการก่อสร้าง เช่น คอนกรีต เหล็ก เป็นต้น

2.2 ค่าแรงทางตรง หมายถึง ค่าตอบแทนที่จ่ายให้แก่แรงงานที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเป็นต้น

2.3 ค่าใช้จ่ายการผลิต หมายถึงต้นทุนการผลิตอย่างอื่นที่นอกเหนือจากวัตถุดิบทางตรงและค่าแรงทางตรงค่าใช้จ่ายการผลิตเป็นส่วนสนับสนุนให้กระบวนการผลิตดำเนินไปได้

2.4 วัตถุดิบทางอ้อม หมายถึงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสินค้า แต่ใช้เป็นจำนวนน้อยและไม่สามารถคำนวณต้นทุนเข้าไปในตัวสินค้าได้โดยง่าย

2.5 ค่าแรงทางอ้อม หมายถึงค่าตอบแทนที่จ่ายให้แก่พนักงานที่ไม่ได้ทำหน้าที่ในการผลิตสินค้าโดยตรง แต่มีส่วนสนับสนุนให้กระบวนการผลิตดำเนินไปได้ ตัวอย่างเช่นเงินเดือนผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

2.6 ค่าสาธารณูปโภคต่างๆ เช่น ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าโทรศัพท์ เป็นต้น

---

[6] พ.ร.บ. กรมทะเบียนการค้า พ.ศ. 2543 มาตรา 42 วรรคสอง. กรุงเทพฯ : สวัสดิการกรมทะเบียนการค้า, 2543

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.7 ค่าเสื่อมราคาสินทรัพย์ ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียและผลิตพลังงานทดแทน ได้แก่ เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าเป็นต้น

2.8 ค่าซ่อมและบำรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียและผลิตพลังงานทดแทนเกิดจากการหมดอายุการทำงานเป็นต้น

2.9 ดอกเบี้ยจ่าย เกิดจากการที่ผู้ประกอบกิจการฟาร์มสุกรไม่มีเงินทุนหมุนเวียนในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ผู้ประกอบกิจการฟาร์มสุกรจึงกู้เงินจากแหล่งต่างๆ โดยดอกเบี้ยจ่ายที่เกิดขึ้นคิดตามอัตราดอกเบี้ยของผู้ประกอบกิจการฟาร์มสุกรจ่ายปีละ 1 ครั้ง โดยจ่ายทั้งเงินต้นและดอกเบี้ยพร้อมกัน

3. แนวคิดส่วนประสมตลาดบริการ

ส่วนประสมตลาดบริการ (Service Marketing Mix หรือ 7 P's)[7] หมายถึง ตัวแปรทางการตลาดที่ควบคุมได้ ตัวแปรทางการตลาดที่ควบคุมได้ ซึ่งบริษัทใช้ร่วมกันเพื่อสนองความพึงพอใจแก่กลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place หรือ Distribution Channel) การส่งเสริมการตลาด (Promotion) บุคลากร (People) กระบวนการ (Process) และ ลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ผลิตภัณฑ์ (Product) หมายถึง สิ่งที่เสนอขายโดยธุรกิจเพื่อสนองความต้องการของลูกค้าให้พึงพอใจ ประกอบด้วยสินค้า (Goods) บริการ (Services) และความคิด (Ideas) ซึ่งผลิตภัณฑ์นั้นจะรวมถึงการมีสินค้าให้เลือก (Product variety) คุณภาพสินค้า (Quality) การออกแบบ (Design) ลักษณะ (Features) ตราสินค้า (Brand name) การบรรจุหีบห่อ (Packaging) ขนาด (Size) บริการ (Services) การรับประกัน (Warranties) และการรับคืน (Returns) โดยผลิตภัณฑ์ต้องมีอรรถประโยชน์ (Utility) มีมูลค่า (Value) ในสายตาลูกค้า จึงจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถขายได้

3.2 ราคา (Price) หมายถึง คุณค่าผลิตภัณฑ์ในรูปตัวเงิน ราคาเป็นต้นทุน (Cost) ของ ลูกค้าผู้บริโภคจะเปรียบเทียบระหว่างคุณค่า (Value) ของผลิตภัณฑ์ กับ ราคา (Price) ของผลิตภัณฑ์นั้น ถ้าคุณค่าสูงกว่าราคา ผู้บริโภคก็จะตัดสินใจซื้อ ดังนั้นธุรกิจจะต้องทำการตัดสินใจในเรื่องราคาสินคาใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

[7] Philip Kotler กล่าวใน ศิริวรรณ เสรีรัตน์และคณะ. การบริหารการตลาดยุคใหม่. กรุงเทพฯ : บริษัท ธีระฟิลม์และไซเทกซ์ จำกัด, 2541. หน้า 337.

รายการ (List price) ส่วนลด (Discounts) ส่วนยอมให้ (Allowances) ระยะเวลาการชำระเงิน (Payment period) ระยะเวลาการให้สินเชื่อ (Credit terms) โดยผู้กำหนดกลยุทธ์ด้านราคาต้องคำนึงถึง (1) การยอมรับของลูกค้าในมูลค่าของผลิตภัณฑ์ว่าสูงกว่าราคาผลิตภัณฑ์นั้น (2) ต้นทุนสินค้าและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง (3)การแข่งขัน (4) ปัจจัยอื่น ๆ

3.3 ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place หรือ Distribution channel) หมายถึง กลุ่มของสถาบันซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ทำให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นที่หาง่ายสำหรับการใช้หรือบริโภค ประกอบ ด้วย ช่องทาง (Channels) ความครอบคลุม (Coverage) การเลือกคนกลาง (Assortment) ทำเลที่ตั้ง (Location) สินค้าคงเหลือ (Inventory) และการขนส่ง (Transport) โดยเฉพาะธุรกิจบริการที่ผู้บริโภค ต้องไปรับบริการจากผู้ให้บริการในสถานที่ที่ผู้ให้บริการจัดไว้ การเลือกทำเลที่ตั้งมีความสำคัญมาก เพราะทำเลที่ตั้งที่เลือกเป็นตัวกำหนดกลุ่มของผู้บริโภคที่จะเข้ามาใช้บริการ ดังนั้น สถานที่ให้บริการ ต้องสามารถครอบคลุมพื้นที่ในการให้บริการกลุ่มเป้าหมายได้มากที่สุด และคำนึงถึงทำเลที่ตั้งของ คู่แข่งขันด้วย โดยความสำคัญของทำเลที่ตั้ง จะมีความสำคัญมากน้อยแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของธุรกิจบริการแต่ละประเภท นอกจากนั้นช่องทางการจัดจำหน่ายยังรวมถึงบรรยากาศของร้านและการตกแต่งร้านอีกด้วย

3.4 การส่งเสริมการตลาด(Promotion) เป็นการติดต่อสื่อสารเกี่ยวกับข้อมูลระหว่างผู้ขายกับผู้ซื้อเพื่อสร้างทัศนคติและพฤติกรรมการซื้อ การติดต่อสื่อสารอาจใช้พนักงานขายทำการขาย (Personal selling) และการติดต่อสื่อสารโดยใช้สื่อ (Nonpersonal selling) เครื่องมือในการ ติดต่อสื่อสารมีหลายประการซึ่งอาจเลือกใช้หนึ่งหรือหลายเครื่องมือ ต้องใช้หลักการเลือกใช้ เครื่องมือสื่อสารแบบประสมประสานกัน (Integrated Marketing Communication- IMC) โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับลูกค้า ผลิตภัณฑ์ คู่แข่งขัน โดยบรรลุจุดมุ่งหมายร่วมกันได้ เครื่องมือส่งเสริมการตลาดที่สำคัญ มีดังนี้

3.4.1 การโฆษณา (Advertising) เป็นกิจกรรมในการเสนอข่าวสารเกี่ยวกับ ผลิตภัณฑ์ บริการหรือความคิด ที่ต้องมีการจ่ายเงินผู้อุปถัมภ์รายการ การโฆษณามีวัตถุประสงค์เพื่อแจ้งข่าวสารเพื่อจูงใจให้เกิดความต้องการหรือเพื่อเตือนความทรงจำ โดยสื่อที่ใช้อาจจะเป็นหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ ไปรษณียบัตร วิทยุ นิตยสาร และป้ายโฆษณา เป็นต้น

3.4.2 การขายโดยใช้พนักงานขาย (Personal selling) เป็นกิจกรรมการแจ้งข่าวสารและจูงใจตลาดโดยใช้บุคคล มีรูปแบบการติดต่อสื่อสารจากผู้ส่งข่าวสารไปยังผู้รับข่าวสารโดยตรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาจเรียกว่าเป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล ผู้ส่งข่าวสารจะสามารถรับรู้และประเมินผลจากผู้รับข่าวสารได้ทันที งานในข้อนี้จะเกี่ยวข้องกับ (1) กลยุทธ์การขายโดยใช้พนักงานขาย (Personal Selling Strategy) (2) การจัดการหน่วยงานขาย (Salesforce Management)

3.4.3 การส่งเสริมการขาย (Sales Promotion) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในระยะเวลา สั้น ๆ เพื่อกระตุ้นให้ลูกค้าเกิดการตอบสนองอย่างรวดเร็ว หรือเกิดการซื้อสินค้า บริการ มากขึ้น โดยเครื่องมือที่ใช้จะรวมถึงการส่งเสริมการขายที่มุ่งสู่ผู้บริโภค (Consumer promotion) เช่น ของตัวอย่าง (Samples) คูปอง (Coupons) การคืนเงิน (Cash refund offer) การลดราคา (Price off) การแจกของแถม (Premiums) เงินรางวัล (Prize) ของรางวัล (Patronage rewards) ทดลองใช้ฟรี (Free trials) การรับประกัน (Warranties) การจัดแสดงสินค้า ณ จุด ซื้อ (Point-of-purchase displays) และการสาธิต (Demonstration)

การส่งเสริมการขายที่มุ่งสู่คนกลาง (Trade Promotion) เช่น การลดราคา (Price off) ส่วนยอมให้ (Allowances) และการแถมตัวสินค้า (Free goods)

การส่งเสริมการขายที่มุ่งสู่พนักงานขาย (Sales force promotion) เช่น การจัดงานแสดงสินค้า (Trade shows and conventions) การประกวดยอดขาย (Sales contest for sale reps) และสิ่งของที่ประทับตราที่เป็นสัญลักษณ์ของบริษัทซึ่งพนักงานขายจะนำไปแจกให้กับลูกค้า (Specially advertising) เป็นต้น

การจะนำการส่งเสริมการขายมาใช้นั้น ธุรกิจจะต้องทำการกำหนด วัตถุประสงค์ เลือกเครื่องมือ พัฒนาโปรแกรม ทดสอบโปรแกรม ปฏิบัติตามโปรแกรม ควบคุมและประเมินผลการส่ง เสริมการขาย

3.4.4 การให้ข่าวและการประชาสัมพันธ์ (Publicity and public relation) การให้ข่าวเป็นการเสนอความคิดเกี่ยวกับสินค้าหรือบริการ โดยผ่านสื่อซึ่งอาจไม่ต้องมีการจ่ายเงินหรือจ่ายเงินก็ได้ ส่วนการประชาสัมพันธ์ หมายถึงความพยายามที่มีการวางแผนโดยองค์การหนึ่งเพื่อสร้างทัศนคติที่ดีต่อองค์การให้เกิดกับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง การให้ข่าวเป็นกิจกรรมหนึ่งของการ ประชาสัมพันธ์

3.4.5 การตลาดทางตรง (Direct Marketing) เป็นการติดต่อสื่อสารกับกลุ่ม เป้าหมายเพื่อให้เกิดการตอบสนองโดยตรง หรือหมายถึงวิธีการต่าง ๆ ที่นักการตลาดใช้ส่งเสริมผลิตภัณฑ์โดยตรงกับผู้ซื้อและทำให้เกิดการตอบสนองในทันที ประกอบด้วย การตลาดโดยใช้ จดหมาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตรง (Direct-mail Marketing) การตลาดโดยใช้แคตตาล็อค (Catalog Marketing)การสื่อสารการตลาด (Telemarketing) การตลาดโดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ (Kiosk Marketing) การตลาดออนไลน์(Online Marketing) และสื่อที่ทำให้เกิดการตอบสนองโดยตรง (Direct-response media) เช่น การขายทางโทรทัศน์ เป็นต้น

3.5 บุคคล (People) หรือพนักงาน ซึ่งต้องอาศัยการเลือก การฝึกอบรม การจูงใจเพื่อให้สามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้แตกต่างเหนือคู่แข่งขัน พนักงานต้องมีความสามารถ มีทัศนคติที่ดี สามารถตอบสนองต่อลูกค้า มีความคิดริเริ่ม มีความสามารถในการแก้ปัญหาและสามารถสร้างค่านิยมให้กับบริษัท

3.6 ลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) โดยพยายามสร้างคุณภาพโดยรวมเพื่อสร้างคุณค่าให้กับลูกค้าไม่ว่าจะเป็นด้านความสะอาด รวดเร็ว หรือผลประโยชน์อื่น

3.7 กระบวนการ (Process) เพื่อส่งมอบคุณภาพในการให้บริการกับลูกค้าได้รวดเร็วและประทับใจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ความรู้เกี่ยวกับระบบก๊าซชีวภาพ

ความเป็นมาของโครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ในปี พ.ศ.2531 สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ร่วมกับกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้เสนอโครงการพัฒนาเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ต่อองค์กร GTZ ประเทศเยอรมันนี เพื่อขอเงินสนับสนุน โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รับผิดชอบในการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีสำหรับฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่ ส่วนกรมส่งเสริมการเกษตรรับผิดชอบในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสำหรับฟาร์มขนาดเล็ก เมื่อได้รับการตอบรับการช่วยเหลือจาก GTZ มีการจัดโครงการส่งเสริมก๊าซชีวภาพไทยเยอรมัน [Thai-German Biogas Promotion Project (TG-BP)] ขึ้น ความช่วยเหลือจากประเทศเยอรมันนีมีมาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 7 ปี คิดเป็นมูลค่ากว่า 100 ล้านบาท ในช่วงปลายของโครงการ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้พัฒนาเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพไปถึงระดับที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ โดยได้สร้างระบบบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพนำร่องที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมแม่เหียะของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และที่ฟาร์มต่างๆอีก 3 แห่ง หลังจากความช่วยเหลือจาก GTZ สิ้นสุดลง สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดตั้ง หน่วยบริการก๊าซชีวภาพขึ้น เพื่อสานต่อโครงการที่ได้สร้างไว้ และได้ขอการสนับสนุนจากสำนักงานนโยบายและพลังงานแห่งชาติ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ภายใต้ชื่อโครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดใหญ่และขนาดกลาง โดยการสนับสนุนส่วนหนึ่งให้แก่หน่วยบริการก๊าซชีวภาพ เพื่อวิจัย พัฒนา และออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพ ตลอดจนควบคุมการก่อสร้าง เริ่มต้นระบบ และติดตามการทำงานของระบบเป็นเวลาอีกประมาณ 1 ปี การสนับสนุนส่วนหนึ่งให้แก่เกษตรกรเพื่อเป็นการช่วยลงทุนก่อสร้างและสร้างแรงจูงใจในการเข้าร่วมโครงการ โครงการระยะที่ 1 มีมูลค่าประมาณ 22 ล้านบาท เพียงพอสำหรับการก่อสร้างระบบก๊าซชีวภาพขนาด 1,000 ลบ.ม. จำนวน 10 ระบบ คิดเป็นขนาดรวม 10,000 ลบ.ม. มีระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี คือระหว่างปี พ.ศ. 2538-2540 เมื่อโครงการได้รับผลสำเร็จ สำนักงานนโยบายและพลังงานแห่งชาติ จึงให้การสนับสนุนโครงการระยะที่ 2 ต่อ เป็นเงิน 102 ล้านบาท เพื่อก่อสร้างระบบก๊าซชีวภาพอีก 40,000 ลบ.ม. มีระยะเวลาดำเนินการระหว่าง 2540-2545

อย่างไรก็ตาม ฟาร์มที่เข้าร่วมโครงการระยะที่ 1 และ 2 จัดได้ว่าเป็นฟาร์มขนาดใหญ่ คือมีสุกรมากกว่า 5,000 ตัวขึ้นไป ทั้งนี้อาจเป็นเพราะฟาร์มขนาดใหญ่มีความพร้อมหลายด้านมากกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฟาร์มขนาดกลาง และความต้องการมีเกินกว่าที่หน่วยบริการก๊าซชีวภาพจะรองรับได้ เมื่อสิ้นสุดโครงการระยะที่ 2 สำนักงานนโยบายและพลังงานแห่งชาติได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ในการก่อสร้างระบบก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ จึงได้สนับสนุนโครงการในระยะที่ 3 ต่อเป็นเงินรวม 852.9 ล้านบาท มีระยะเวลาการดำเนินการ 7 ปี คือ พ.ศ. 2545-2552 โดยในระยะที่ 3 นี้แผนงานส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดกลางมีปริมาตรระบบโดยรวม 150,000 ลบ.ม. สำหรับ 500 ฟาร์มทั่วประเทศมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียจากสุกร 900,000-1,000,000 ตัว

รูปแบบการดำเนินงานในระยะที่ 1 และ 2 ที่ผ่านมา โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดกลางและขนาดใหญ่ระยะที่ 1 และ 2 เป็นโครงการที่สำนักงานนโยบายและพลังงานแหล่งชาติ เป็นผู้ให้การสนับสนุนหน่วยบริการก๊าซชีวภาพ และเจ้าของฟาร์ม ให้มีการผลิตพลังงานทดแทนจากมูลสัตว์ โดยสนับสนุนหน่วยบริการก๊าซชีวภาพเป็นผู้พัฒนาเทคโนโยลี และถ่ายทอดไปสู่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์อย่างเป็นรูปธรรม จนถึงผลิตพลังงานได้จริง และสนับสนุนเจ้าของฟาร์มในการก่อสร้างส่วนหนึ่งเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนการลงทุนในระดับที่จูงใจ หน่วยบริการก๊าซชีวภาพรับผิดชอบในการพัฒนาเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ด้วยกระบวนการหมักย่อยแบบไร้ออกซิเจน และทำให้เกิดก๊าซชีวภาพที่นำไปผลิตเป็นพลังงานในรูปแบบต่างๆได้ นอกจากนี้หน่วยบริการก๊าซชีวภาพยังเป็นผู้สำรวจ ออกแบบระบบดังกล่าว ควบคุมการก่อสร้าง (ซึ่งอาจดำเนินการโดยเจ้าของฟาร์มหรือผู้รับจ้างเหมาก่อสร้างให้แก่เจ้าของฟาร์ม) ให้เป็นไปตามแบบเริ่มต้นระบบ และตรวจสอบการทำงานของระบบไปเป็นเวลา 1 ปี เพื่อให้มั่นใจว่าระบบทำงานได้จริงและมีการผลิตพลังงานขึ้นจริงตามเป้าหมาย

วัตถุประสงค์ของโครงการระยะที่ 3 ในส่วนของฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดกลาง

วัตถุประสงค์หลัก เพื่อส่งเสริมให้เกิดการประยุกต์ใช้เทคโนโยลีการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจนกับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดกลางในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ และใช้พลังงานจากก๊าซชีวภาพทดแทนพลังงานที่ได้จากก๊าซเชื้อเพลิง น้ำมันเชื้อเพลิง พลังงานไฟฟ้าภายในฟาร์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัตถุประสงค์รอง

1. ควบคุมมลภาวะในรูปของน้ำเสีย กลิ่น และแมลงวัน ที่เกิดขึ้นในฟาร์ม
2. เร่งการเปลี่ยนมูลสัตว์ให้เป็นปุ๋ยอินทรีย์
3. ช่วยลดการใช้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาลหรือแหล่งน้ำธรรมชาติในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ โดยการบำบัดน้ำจนสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ได้
4. ลดการปล่อยทิ้งก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นสารก่อภาวะเรือนกระจกที่บรรยากาศชั้นบนของผิวโลก
5. ขยายฐานความรู้ด้านเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพสู่องค์กรของรัฐและเอกชนและบุคลากรในกลุ่มวิชาชีพ โดยผ่านบริษัทที่ปรึกษาที่เข้าร่วมโครงการ เพื่อให้เกิดผลเชิงทวีคูณในการเผยแพร่เทคโนโลยีเพื่อการผลิตพลังงานทดแทนควบคู่ไปกับการบำบัดน้ำเสียของประเทศ
6. จัดตั้งและสร้างความแข็งแกร่งให้แก่ผู้ผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพตลอดจนการพัฒนาเทคโนโลยีด้วยตนเอง

พื้นที่เป้าหมายของโครงการ ฟาร์มเป้าหมายทั่วประเทศไทย ตามความพร้อมของฟาร์มและมีความเหมาะสมในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบก๊าซชีวภาพ

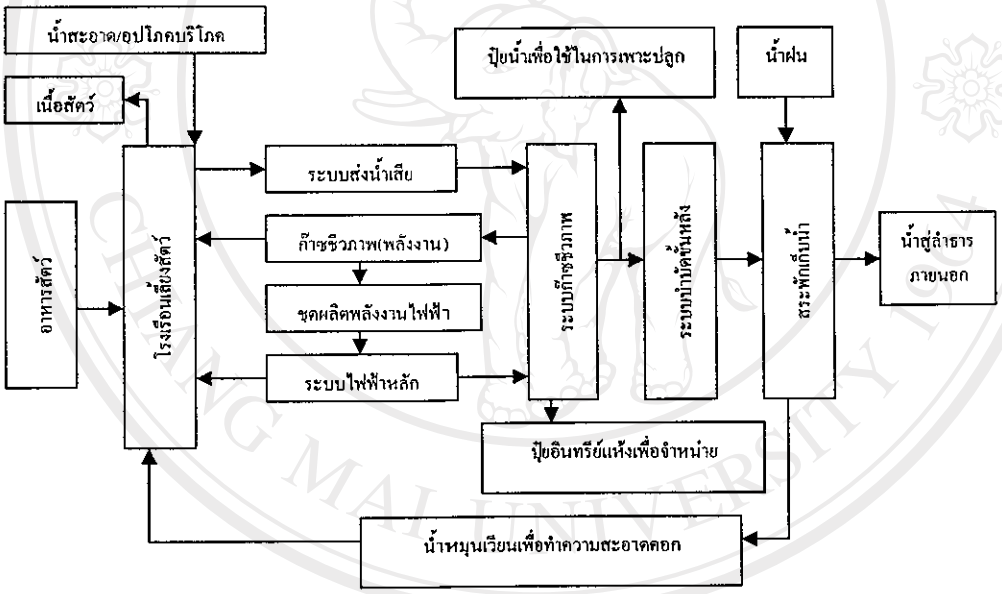
ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ[8] ก๊าซชีวภาพเกิดจากผลของการหมักย่อยสลายอินทรีย์สารโดยเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่ง (Methanogen) ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ในการผลิตก๊าซชีวภาพมักใช้อินทรีย์สารหลายชนิด เช่น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มูลสัตว์ อุจจาระคน อินทรีย์สารเหล่านี้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในวัฏจักรคาร์บอน เชื้อจุลินทรีย์ Methanogen เป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายของห่วงโซ่อาหารซึ่งจะย่อยอินทรีย์สารให้แปลสภาพเป็นกากเน่าเปื่อยคืนสู่สิ่งแวดล้อม ก๊าซที่ได้จากการหมักจะเป็นก๊าซผสมของก๊าซ CH_4 และ CO_2 ซึ่งก๊าซชีวภาพมีคุณสมบัติในการติดไฟ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

---

[8] หน่วยบริการก๊าซชีวภาพ. 2538. หนังสือประกอบการสัมมนาเรื่อง เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อลดมลภาวะและผลิตพลังงานในฟาร์มเลี้ยงสัตว์. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

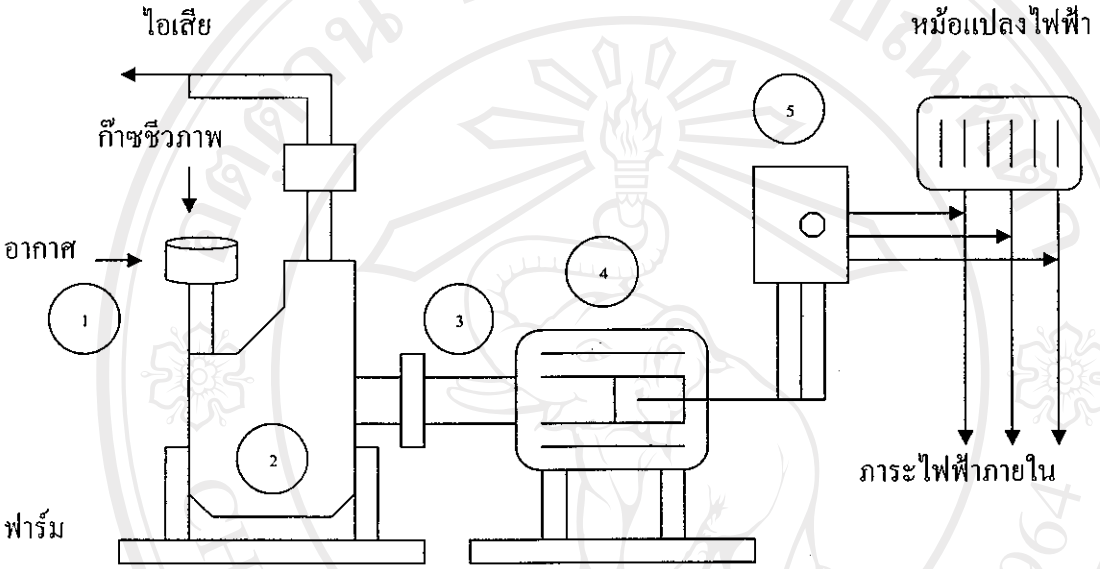
ระบบผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกรจะมีหลักการทำงานแสดงไว้ในรูป 2.1 โดยจะเริ่มจากน้ำทิ้งและมูลสัตว์จากคอกไหลตามรางลงสู่บ่อเติมแล้วเข้าสู่บ่อหมักช้าของเสียที่ผ่านการหมักจะล้นและถูกดึงออกที่บ่อระบายผ่านเข้าชุดกรอง ซึ่งน้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะส่งเข้าบ่อหมักเร็วเมื่อผ่านการบำบัดแล้วจะปล่อยลงสระพักเพื่อหมุนเวียนนำกลับมาใช้อีกครั้ง ส่วนก๊าซชีวภาพที่เกิดจากบ่อหมักช้าและบ่อหมักเร็วจะถูกส่งเข้าระบบผลิตไฟฟ้าเพื่อนำไปจ่ายให้กับภาระในฟาร์ม ดังแสดง ในรูป 2.1



รูป 2-1 วงจรการจัดการน้ำเสียและทรัพยากรในฟาร์มที่มีระบบก๊าซชีวภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจะประกอบด้วย 1 ห้องผสมก๊าซชีวภาพกับอากาศ 2 เครื่องยนต์ดัดแปลง (อาจเป็นเบนซินหรือดีเซลก็ได้) 3 เพลาส่งถ่ายกำลัง 4 มอเตอร์ไฟฟ้า และ 5 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ดังรูป 2.2



รูป 2-2 ระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพและการต่อ grid

วัสดุที่ใช้หมัก โดยหลักการแล้วอินทรีย์สารทุกชนิดสามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพได้ทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติมักใช้อินทรีย์สารที่มีลักษณะเป็นของเหลวและเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น มูลสัตว์ น้ำปัสสาวะจากการทำปศุสัตว์ น้ำทิ้งจากบ่อเกรอะ หากใช้อุจจาระควรทำการเจือจางด้วยของเหลวเสียก่อน เช่น อาจใช้ปัสสาวะเป็นตัวเจือจาง ของเสียและน้ำเสียจากอุตสาหกรรมผลิตอาหารที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

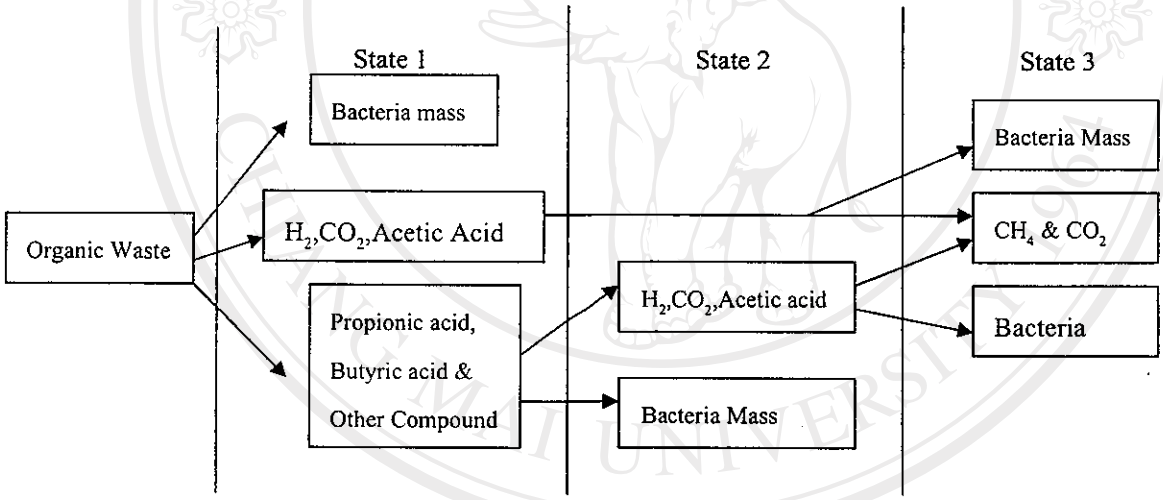
ส่วนประกอบและคุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ

ส่วนผสมในก๊าซชีวภาพประกอบด้วย [9]

- ก๊าซมีเทน (CH_4)	40 – 70 % โดยปริมาตร
- คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	30 – 60 % โดยปริมาตร
- ก๊าซอื่นๆ	1 – 5% โดยปริมาตร

2.3 กระบวนการพื้นฐานของก๊าซชีวภาพ[10]

กระบวนการเกิดก๊าซชีวภาพสามารถแยกเป็น 3 ขั้นตอนคือ Hydrolysis Acidification และ Methane formation ซึ่งมีจุลชีพ 3 ชนิดเป็นตัวทำให้เกิดกระบวนการดังรูป 2.3



รูป 2.3 ขบวนการเกิดก๊าซชีวภาพทั้ง 3 ขั้นตอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

---

[9] เสาวลักษณ์ ภูมิวสนะ. 2535. แนวคิดการวางแผนงานวิจัยด้านพลังงานทดแทน: ก๊าซชีวภาพ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ. หน้า 36-40

[10] หน่วยบริการก๊าซชีวภาพ. 2538. หนังสือประกอบการสัมมนาเรื่อง เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อลดมลภาวะและผลิตพลังงานในฟาร์มเลี้ยงสัตว์. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ซึ่งรายละเอียดของแต่ละกระบวนการมีดังนี้

1. State 1 "Hydrolysis"

ในขั้นแรกอินทรีย์สารขนาดใหญ่จะถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ (Cellulose,amylase,protease และ lipase) ของจุลชีพ หลังจากนั้น Fermentative bacteria จะย่อยอินทรีย์สารที่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ให้มีโมเลกุลขนาดเล็กเช่น Polysaccharides จะถูกย่อยให้เป็น monosaccharides โปรตีน จะถูกย่อยให้เป็น peptides และกรดอะมิโน ขั้นตอนนี้มักเกิดขึ้นตอนกลางวันและอุณหภูมิที่เหมาะสมกับกระบวนการนี้คือ 25 ^{o}C

2. State 2 "Acidification"

Acetogenic bacteria จะเปลี่ยนอินทรีย์สารที่ถูกย่อยมาจากขั้นแรกให้เป็นกรด acetic (CH_3COOH) , ไฮโดรเจน (H_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แบคทีเรียชนิดนี้ไม่ต้องการอากาศหายใจและสามารถอาศัยอยู่ได้ในสภาวะที่เป็นกรด ในกระบวนการผลิตแบคทีเรียจะอาศัยออกซิเจนและคาร์บอนโดยนำออกซิเจนที่ละลายหรือได้จากออกซิเจนที่ถูกเผาไหม้ ทำให้ออกซิเจนถูกใช้หมดซึ่งเป็นสภาวะที่จำเป็นสำหรับการผลิตก๊าซมีเทน นอกจากนั้นแบคทีเรียชนิดนี้จะย่อยอินทรีย์สารที่มีมวลโมเลกุลต่ำให้เป็นแอลกฮอล์ กรดอินทรีย์ กรดอะมิโน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และก๊าซมีเทนอีกเล็กน้อย ในขั้นตอนนี้เป็นลักษณะของปฏิกิริยาคายความร้อน

3. State 3 "Methane formation"

ในขั้นตอนนี้ Methanogenic bacteria จะทำหน้าที่ผลิตก๊าซมีเทนจากอินทรีย์สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก แบคทีเรียจะสร้างก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยอาศัยไฮโดรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และกรดอะซิติกเป็นวัตถุดิบ การผลิตก๊าซมีเทนตามธรรมชาติจะเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน เช่น ใต้แม่น้ำลำคลอง หนอง บึง และในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้อง แบคทีเรียที่สร้างก๊าซมีเทนจะทำงานภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนและมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมรอบตัวมาก

แบคทีเรียทั้ง 3 กลุ่มจะมีความสัมพันธ์กันโดย Acetogenic bacteria จะสร้างสภาวะที่เหมาะสม (สภาวะไร้ออกซิเจน,สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก) สำหรับผลิตก๊าซมีเทนและ Methanogenic bacteria จะนำผลผลิตที่ได้ในขั้นที่ 2 มาใช้ในการผลิตก๊าซมีเทน ดังนั้นหาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารอินทรีย์มีมากเกินไปแบคทีเรียกลุ่มที่ 1 และ 2 จะผลิตกรดออกมามากจนกระทั่งแบคทีเรียกลุ่มที่ 3 หยุดทำงานทำให้ก๊าซไม่เกิด ในทางตรงกันข้ามหากสารอาหารมีน้อยเกินไปแบคทีเรียจะเจริญเติบโตช้าผลิตก๊าซได้น้อย

2.3.1 การคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพ[11]

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อวัน (G) สูงสุด จะขึ้นกับปริมาณสารที่เป็นตัวการในการผลิตก๊าซชีวภาพต่อวัน (VS-Volatile Solid) ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และอัตราการเกิดก๊าซจำเพาะ (specific Gy) จะขึ้นกับค่าอัตราการเกิดก๊าซ (Gy) และค่าสัมประสิทธิ์ (fT,RT) ดังสมการ

$$G = (\text{kg VS} \times \text{Specific Gy}) / 1000 \quad (2.1)$$

$$\text{Specific Gy} = \text{Gy} \times (fT,RT) \quad (2.2)$$

$$\text{VS input} = \text{total dung per day} \times (\%\ \text{VS in dung}) \quad (2.3)$$

ตาราง 2-1 ค่า yield ของมูลสัตว์ชนิดต่างๆ[12]

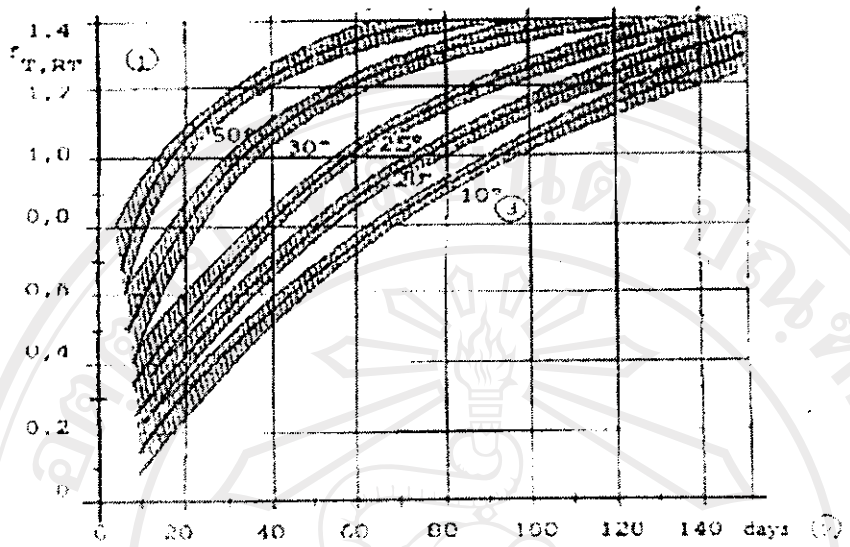
Species	Max. gas – yield (1/ kg VS)	Daily dung yield (% of liveweight)	Fresh manure solid (% VS in dung)
Cow manure	350	5	13
Swine manure	550	2	12
Sheep manure	310	3	20

โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ (fT,RT) จะขึ้นกับค่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการหมักซึ่งจะหาได้จากรูป 2.4

[11] Werner, U., Stohr, U., and Hees, N. 1989. Biogas Plant in Animal Hasbandrt, Deutches Zentrum fur Entwicklungstechnologien-GATE, Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH.

[12] จากเล่มเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2-4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์,อุณหภูมิและระยะเวลาในการหมัก

โดยที่ 1 คือค่าสัมประสิทธิ์ 2 คือระยะเวลาในการหมักก๊าซ 3 คืออุณหภูมิในการหมักก๊าซ

การคำนวณปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อวัน

ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อวัน = kW × ชั่วโมงทำงานต่อวัน

การหาประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ

ประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพตามกฎข้อที่ 1 ทางเทอร์โมไดนามิกส์ ดังสมการ

$$\eta = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้ (W)}}{\text{ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ก๊าซชีวภาพ (Qbg)}}$$

และ $Qbg = mbg \times Huact$

โดยที่ η คือ ประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 1 (%)

mbg คือ อัตราการไหลของก๊าซชีวภาพ (m3/s)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบก๊าซชีวภาพและการประยุกต์ใช้

เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพที่นำมาประยุกต์ใช้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดกลางนี้ เป็นเทคโนโลยีการหมักย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียโดยอาศัยกลุ่มจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้อากาศ ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เปลี่ยนรูปเป็นก๊าซชีวภาพ ลักษณะของก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการหมักย่อยสลายสารอินทรีย์ดังกล่าวมีส่วนผสมของก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ ในอัตราส่วนประมาณ 65 : 33 : 2 ตามลำดับ ซึ่งก๊าซชีวภาพมีสัดส่วนของก๊าซมีเทนสูงกว่าร้อยละ 50 จะสามารถจุดติดไฟได้ดี ดังนั้นก๊าซชีวภาพที่ได้จะสามารถนำไปใช้ทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงอื่นๆ ได้ ทั้งในการเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน พลังงานกล และพลังงานไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ระบบก๊าซชีวภาพที่จะนำมาประยุกต์ใช้นี้จะสามารถเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียในค่าของ COD (Chemical Oxygen Demand) ได้ประมาณร้อยละ 60 สารอินทรีย์ที่เปลี่ยนรูปไปนั้นส่วนใหญ่จะเป็นรูปก๊าซชีวภาพ กากน้ำมูลหมักที่ผ่านการย่อยสลายแล้ว จะถูกนำไปแยกบนลานตากตะกอน ตะกอนแห้งสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ และน้ำสามารถนำไปใช้เพื่อการเกษตรต่อไป โดยวิธีการจัดการดังกล่าวจะทำให้สามารถลดภาระของสารอินทรีย์ในรูปของ COD ในน้ำเสียได้ประมาณร้อยละ 95 ของค่า COD เริ่มต้น ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าวในการจัดการน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ จะสามารถทำให้เกิดประโยชน์ 4 ส่วนไปพร้อมๆกันคือ

1. ให้ก๊าซชีวภาพที่สามารถนำไปใช้ทดแทนแหล่งเชื้อเพลิงอื่นๆ ได้
2. ลดมลภาวะ กลิ่น แมลงวัน และบำบัดน้ำเสีย
3. กากอินทรีย์ใช้เป็นปุ๋ยสำหรับการปลูกพืชและปรับปรุงดินได้เป็นอย่างดี
4. น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว สามารถนำกลับมาใช้ทำความสะอาดคอกสัตว์หรือเพื่อการเกษตรได้

2.5.1 บริการที่ฟาร์มเข้าร่วมโครงการจะได้รับจากการเข้าร่วมโครงการโดยไม่มีค่าใช้จ่าย

การสำรวจเชิงหลักการและการออกแบบเบื้องต้น กิจกรรมส่วนนี้คือการที่โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจะเข้าไปสำรวจข้อมูลการดำเนินการของฟาร์ม ข้อมูลการใช้พลังงานของฟาร์ม และข้อมูลทางกายภาพ เพื่อประเมินความเหมาะสมในการเข้าร่วมโครงการรับความสนับสนุนจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน โดยดูจากความเป็นไปได้และความพร้อมในการผลิตและใช้พลังงานได้ตามวัตถุประสงค์ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน เมื่อเห็นว่าเหมาะสมที่จะให้เข้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร่วมโครงการ จึงจะนำข้อมูลมาออกแบบเบื้องต้น นั่นคือการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของระบบ การกำหนดรูปแบบการใช้พลังงาน ตลอดจนผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับแล้วนำเสนอสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานเพื่ออนุมัติ เจ้าหน้าที่ของโครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพ จะไปเยี่ยมฟาร์มเพื่อตรวจสอบข้อมูลประกอบการอนุมัติ แล้วจึงอนุมัติการสนับสนุน

การสำรวจและออกแบบระบบเฉพาะฟาร์ม โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจะไปสำรวจลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เพื่อนำมาออกแบบระบบเฉพาะฟาร์มให้ได้แบบก่อสร้าง โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจะเป็นผู้ตรวจและอนุมัติแบบก่อนนำไปก่อสร้าง

การก่อสร้างและติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ จะดำเนินการโดยเจ้าของฟาร์มเองหรือบริษัทรับเหมาก่อสร้าง ภายใต้การกำกับดูแลและการแนะนำของเจ้าหน้าที่โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพ

การตรวจสอบการก่อสร้างและติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ เมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จเจ้าหน้าที่ของโครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจะเข้าไปตรวจสอบ และเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการใช้พลังงานครบถ้วน พร้อมเดินระบบและผลิตก๊าซได้แล้ว เจ้าหน้าที่โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพเจ้าเข้าไปตรวจสอบแนะนำวิธีการแก่เจ้าของฟาร์มอีกครั้งหนึ่ง

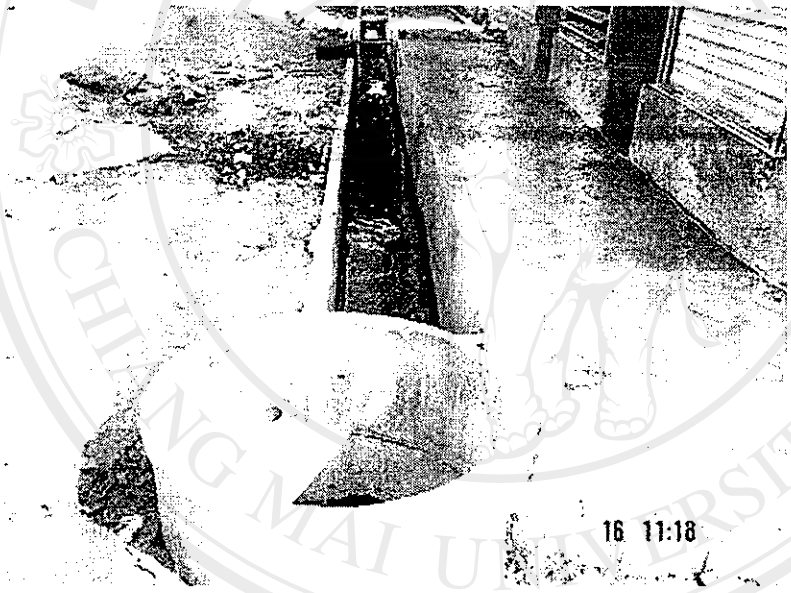
การเริ่มต้นระบบและการติดตามผลการทำงานของระบบ โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจะเข้าไปแนะนำการทำงานของระบบก๊าซชีวภาพพร้อมทั้งเริ่มต้นเดินระบบก๊าซชีวภาพให้แก่ฟาร์มที่ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จ พร้อมทั้งอบรมเจ้าหน้าที่ของฟาร์มในการดูแลระบบก๊าซชีวภาพให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งติดตามการทำงานของระบบเป็นระยะๆตลอดระยะเวลาหนึ่งปีนับตั้งแต่เริ่มต้นเดินระบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5.2 องค์ประกอบของระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ในฟาร์มต่าง ๆ

ระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ในโครงการนี้ จะใช้ส่งเสริมเผยแพร่ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดกลาง ประกอบขึ้นด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ :-

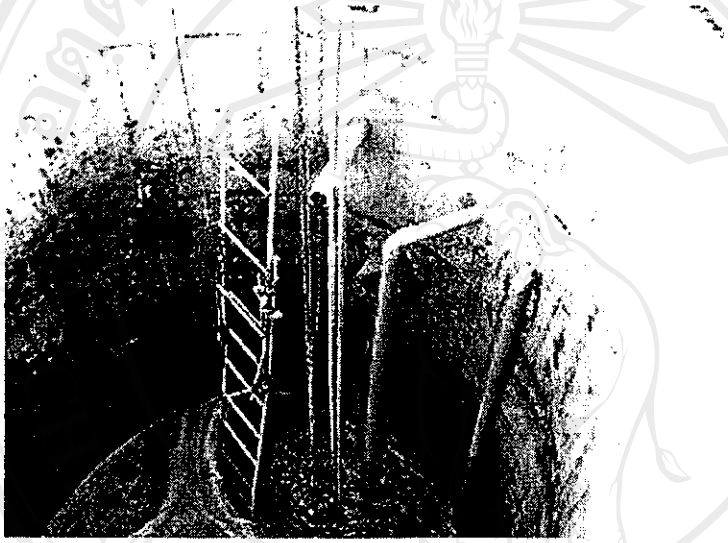
ระบบส่งลำเลียงน้ำเสีย ทำหน้าที่รองรับและลำเลียงน้ำเสียมูลสัตว์จากคอกและโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ต่างๆเข้าสู่ระบบจัดการน้ำเสีย โดยจะนำน้ำเสียทั้งหมดเข้าสู่บ่อรวบรวมน้ำเสียเพื่อนำไปบำบัดต่อไป



รูปที่ 2-5 แสดงลักษณะระบบส่งลำเลียงน้ำเสียของประเวศฟาร์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

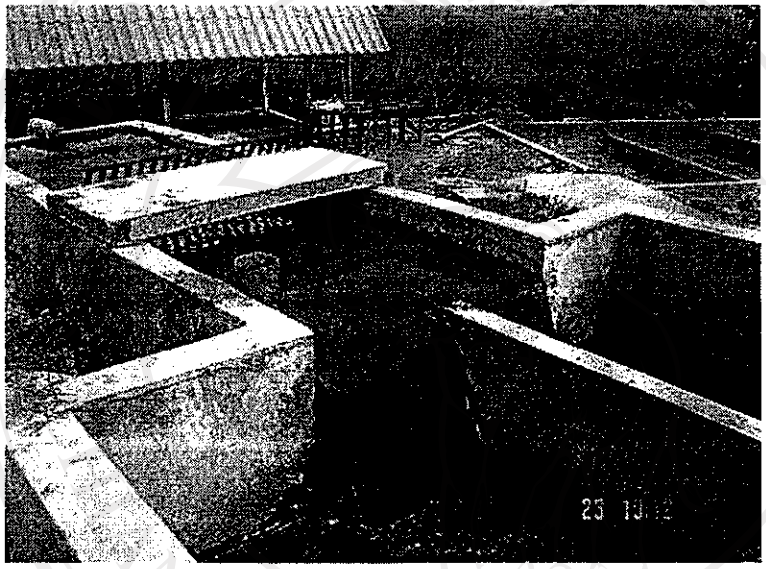
บ่อรวมน้ำเสีย ทำหน้าที่รวบรวมน้ำเสียจากทุกโรงเรือนในฟาร์มสุกรและจะใช้ปั๊มน้ำเสียสูบน้ำเสียที่รวบรวมได้เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อเริ่มต้นการบำบัดต่อไป



รูปที่ 2-6 แสดงลักษณะบ่อรวมน้ำเสียของประเวศฟาร์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บ่อเติมน้ำเสีย ทำหน้าที่ระบายน้ำเสียลงสู่บ่อหมักแบบรางอย่างต่อเนื่อง และตกตะกอนทรายที่ติดมากับน้ำเสียไม่ให้ไหลปนไปกับน้ำเสียเข้าสู่บ่อหมักแบบรางต่อไป



รูปที่ 2-7 แสดงลักษณะบ่อเติมน้ำเสียน้ำเสียของประเวศฟาร์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บ่อหมักช้าแบบราง ทำหน้าที่หมักย่อยสารอินทรีย์จากมูลสุกรที่อยู่ในรูปของแข็งให้มีความสะอาดมากขึ้นตามลำดับและเปลี่ยนสภาพสารอินทรีย์ดังกล่าวให้กลายเป็นปุ๋ยชีวภาพเพื่อสิ้นสุดขบวนการหมักย่อย ขบวนการหมักย่อยจะได้ก๊าซชีวภาพเป็นผลพลอยได้ ซึ่งจะถูกกักเก็บไว้ใต้ผืนพลาสติกเหนือบ่อหมักเพื่อรอการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

รูปที่ 2-8 แสดงลักษณะบ่อหมักช้าแบบรางของประเวศฟาร์ม

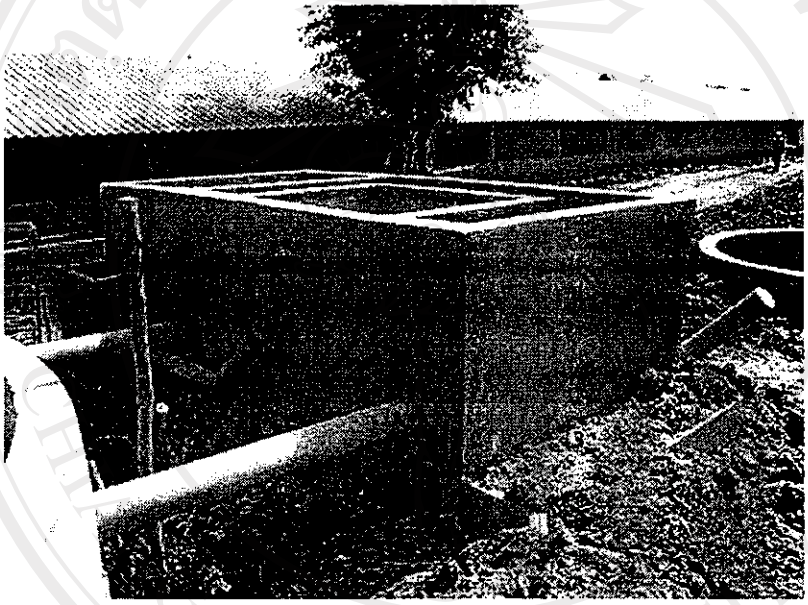
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บ่อหมักเร็วแบบ UASB (Upflow Anaerobic Sludge Bed) ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียส่วนใสที่มาจากน้ำเสียจากการเลี้ยงสุกรให้มีความสะอาดมากยิ่งขึ้น ขบวนการหมักย่อยจะได้ก๊าซชีวภาพเป็นผลพลอยได้ ซึ่งจะถูกส่งไปกักเก็บไว้ใต้ผืนพลาสติกเหนือบ่อหมักเพื่อรอการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปอีกเช่นกัน

รูปที่ 2-9 แสดงลักษณะบ่อหมักเร็วแบบ UASB ของประเวศฟาร์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บ่อดึงกาก ทำหน้าที่ระบายกากของแข็งที่ผ่านการหมักย่อยในบ่อหมักแบบรางที่มีสภาพคงตัวแล้ว เพื่อนำไปตากในลานตากตะกอนเพื่อเปลี่ยนสภาพเป็นปุ๋ยอินทรีย์แห้งที่คงสภาพไม่มีกลิ่นและสามารถนำไปขายได้ นอกจากนี้บ่อดึงกากยังทำหน้าที่เป็นบ่อระบายน้ำเสียส่วนใสเข้าสู่บ่อหมักเร็วแบบ UASB อย่างต่อเนื่องอีกด้วย



รูปที่ 2-10 แสดงลักษณะบ่อดึงกากของประเวศฟาร์ม

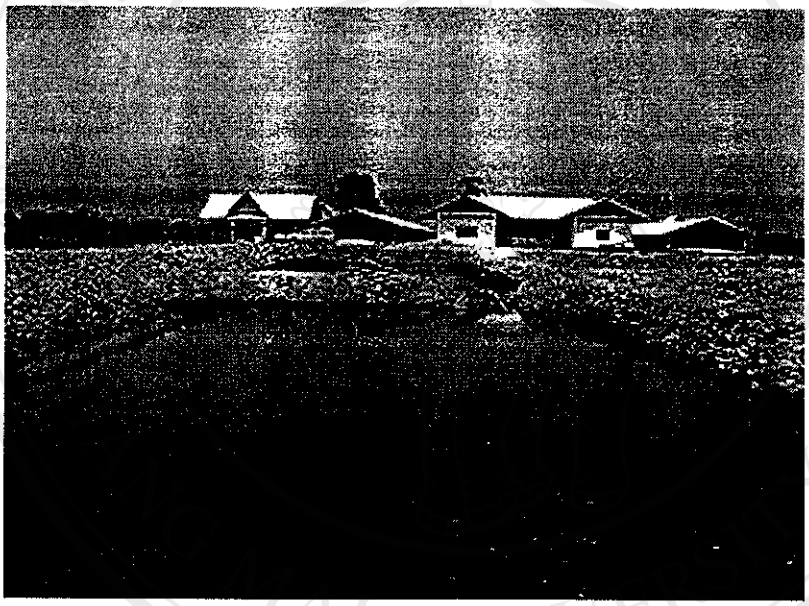
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลานตากตะกอน เพื่อแยกน้ำมูลหมักที่ผ่านการหมักแล้วจากบ่อหมักช้าแบบรางให้ได้ตะกอนหรือกากซึ่งแห้งเร็ว สะดวกในการเก็บและขนย้ายไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ อุปกรณ์ใช้ก๊าซชีวภาพ ได้แก่ เครื่องยนต์ชนิดต่าง ๆ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องกกลูกสุกร เครื่องทำน้ำร้อน เตาอบ เครื่องทำความเย็น ตะเกียง ฯลฯ

รูปที่ 2-11แสดงลักษณะลานตากตะกอนของประเวศฟาร์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

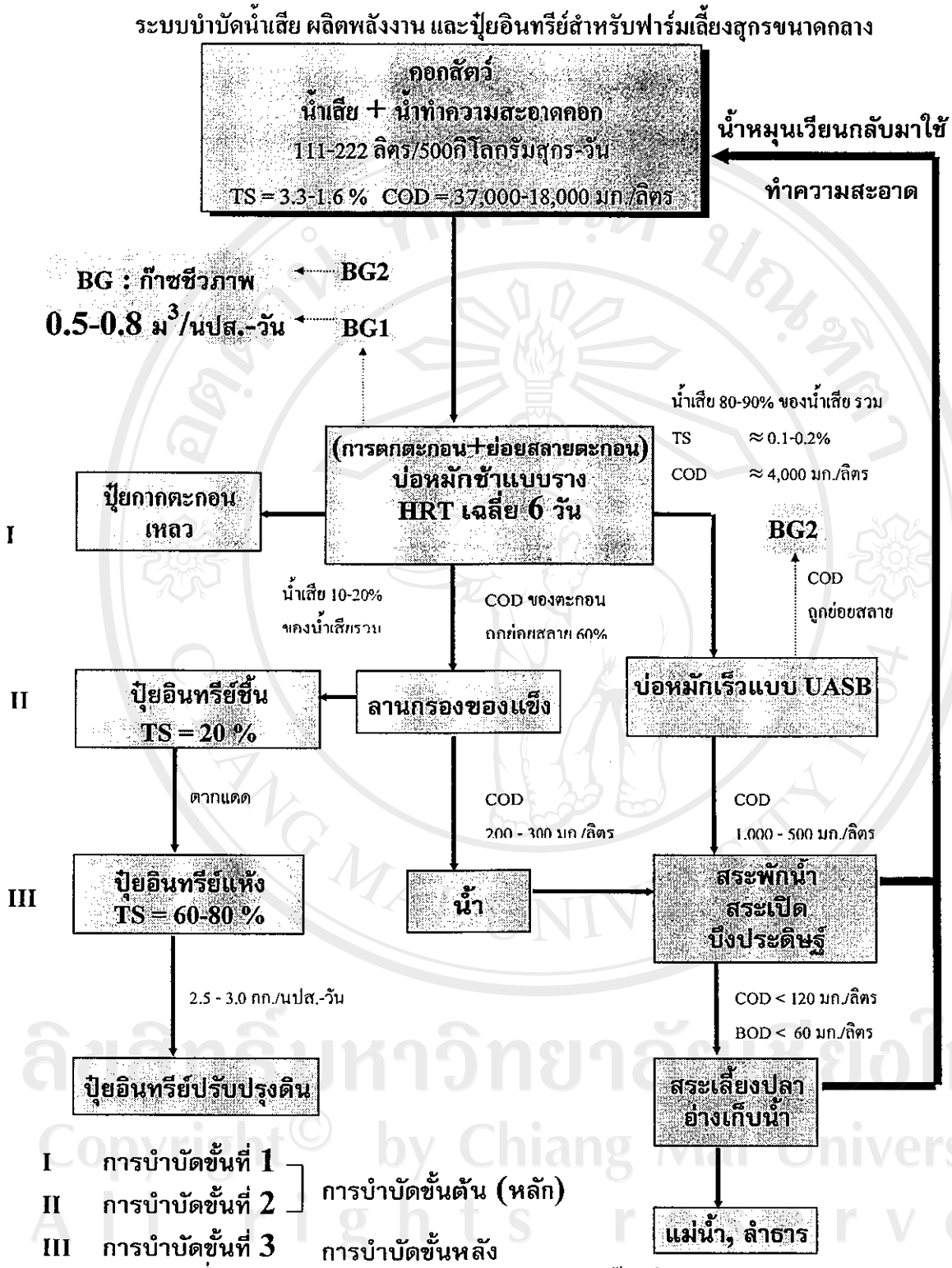
ระบบบำบัดขั้นหลัง (Post Treatment) ทำหน้าที่บำบัดสารอินทรีย์โดยเฉพาะที่อยู่ในรูปแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ที่ยังเหลืออยู่เล็กน้อยให้มีความสะอาดมากขึ้นและเพียงพอที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติในฤดูฝน หรือหมุนเวียนมาใช้ในการเกษตรหรือทำความสะอาดโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ได้อีกครั้ง โดยเลือกใช้ระบบบ่อบำบัดเรียงต่อเนื่องกันแบบอนุกรม ซึ่งแต่ละบ่อมีความลึกแตกต่างกันไป



รูปที่ 2-12 แสดงลักษณะระบบบำบัดขั้นหลังของประเวศฟาร์ม

การใช้องค์ประกอบต่าง ๆ ที่กล่าวขึ้นข้างบนนั้น ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์สภาพภายในฟาร์มของเจ้าหน้าที่หน่วยบริการก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และหน่วยงานสนับสนุน ตลอดจนภาคเอกชนที่ได้รับการฝึกอบรมเป็นอย่างดีแล้วว่า จะใช้องค์ประกอบเหล่านั้นอย่างไรและมีขนาดเท่าใด ผังขององค์ประกอบต่าง ๆ และขั้นตอนเหล่านั้น แสดงไว้ในแผนผังภาพที่ 2.13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.13 รูปแสดงแผนผังการทำงานของระบบก๊าซชีวภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทบทวนวรรณกรรม

ปรีชา ศิริชาญ (2544) ได้ศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนราคาไฟฟ้าที่ผลิตจากก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสุกรโดยวิธี energy costing ทั้งกรณีรวมและไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธี Numerical Environmental Total Standard (NETS) ร่วมกับ externality cost พบว่าต้นทุนราคาไฟฟ้าขึ้นกับปัจจัย 2 ประการคือ อัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (W/m^3) และจำนวนชั่วโมงเดินเครื่องต่อวัน ต้นทุนราคาไฟฟ้าจะมีค่าลดลงหากฟาร์มสุกรมีอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบก๊าซชีวภาพและจำนวนชั่วโมงเดินเครื่องต่อวันมากขึ้น กรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมฟาร์มมีอัตราส่วนขนาดระบบผลิตไฟฟ้าต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 75.0 W/m^3 และเดินเครื่อง 24 ชั่วโมงต่อวันจะมีต้นทุนราคาไฟฟ้าต่ำสุดเท่ากับ 3.62 บาท/kWh หรือ 1.005 บาท/MJ และการประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบสิ่งแวดล้อมพบว่า การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สู่สิ่งแวดล้อมทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีก 0.07 บาท/kWh ในขณะที่การลดปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากก๊าซมีเทนจะทำให้ค่าใช้จ่ายลดลง 0.37 บาท/kWh และเมื่อรวมผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนเข้าด้วยกันต้นทุนราคาไฟฟ้าจะมีค่าลดต่ำลงอีก 0.30 บาท/kWh ในกรณีได้รับเงินสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติพบว่า ฟาร์มที่เดินเครื่องผลิตไฟฟ้ามากกว่า 14 ชั่วโมงต่อวัน จะมีค่าอัตราผลตอบแทนการลงทุนมากกว่า 12% โดยมีระยะเวลาคืนทุนต่ำสุด 3.9 ปี แต่หากไม่ได้รับเงินสนับสนุนพบว่า ฟาร์มที่เดินเครื่องผลิตไฟฟ้า 24 ชั่วโมงต่อวันเท่านั้นที่มีค่าผลตอบแทนจากการลงทุนมากกว่า 12% โดยมีระยะเวลาคืนทุนต่ำสุด 4.4 ปี

ธีระวุฒิ สุวัธนะเชาว์ (2543) ได้ทำการสำรวจวิธีการบำบัดน้ำเสียในจังหวัดที่มีการเลี้ยงสุกรหนาแน่น 6 จังหวัดได้แก่ นครปฐม ราชบุรี ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง และนครราชสีมา จำนวน 100 ฟาร์ม พบว่าฟาร์มสุกรไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียร้อยละ 23 มีระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อร้อยละ 54 และมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบก๊าซชีวภาพร้อยละ 23 การศึกษาเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อและระบบบำบัดน้ำเสียแบบก๊าซชีวภาพชนิดละ 4 ฟาร์ม พบว่าทั้งสองระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ต่างๆที่แสดงโดยค่า BOD (Biological Oxygen Demand) และค่า COD (Chemical Oxygen Demand) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 94 การวิเคราะห์การลงทุนพบว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อบำบัด มีอัตราผลตอบแทนคืนทุน (Internal rate of return) สูงกว่าระบบบำบัดแบบก๊าซชีวภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากฟาร์มสุกรที่มีระบบบำบัดแบบก๊าซชีวภาพยังไม่สามารถนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด

จิราภรณ์ เชาว์แสงรัตน์ (2543) ได้ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการทำฟาร์มสุกร และศึกษาถึงความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการลงทุนทำฟาร์มสุกร โดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรในจังหวัดราชบุรีจำนวน 39 ตัวอย่าง และใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบ ชั้นภูมิ (Stratified Sampling) ผลการศึกษาพบว่าต้นทุนเฉลี่ย 3 ปีแรกของการลงทุนทำฟาร์มสุกรขนาดเล็กเท่ากับ 2,289,184.29 บาท/ฟาร์ม/ปี ฟาร์มขนาดกลางต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 12,249,305.47 บาท/ฟาร์ม/ปี และฟาร์มขนาดใหญ่ต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 42,255,476.96 บาท/ฟาร์ม/ปี ส่วนรายได้ของฟาร์ม ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ เท่ากับ 2,073,030.34 บาท 10,994,764.44 บาท และ 37,723,568.62 บาท ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาคืนทุน ฟาร์มขนาดเล็กและฟาร์มขนาดกลาง ระยะเวลาคืนทุน 5 ปี ฟาร์มขนาดใหญ่ระยะเวลาคืนทุน 4 ปี การวิเคราะห์ผลทางการเงินของ การลงทุนทำฟาร์มสุกร ณ อัตราคิดลดอัตรา 13.33 ต่อปี พบว่า โครงการทำฟาร์มสุกรทุกขนาด มีความเป็นไปได้ในการลงทุนในเชิงธุรกิจ แต่เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบการลงทุน โดยให้ราคา สุกรขุนลดลงเหลือ 18 บาท/กิโลกรัม ซึ่งเป็นราคาสุกรขุนที่ต่ำที่สุดช่วงปี พ.ศ.2536 ปรากฏว่า โครงการลงทุนทำฟาร์มสุกรทุกขนาดไม่สามารถยอมรับได้ และกรณีที่ราคาอาหารสำเร็จรูปสำหรับ สุกรใหญ่เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.34 โครงการลงทุนทำฟาร์มสุกรขนาดเล็กไม่สามารถยอมรับได้ ส่วน โครงการทำฟาร์มสุกรขนาดกลางและขนาดใหญ่สามารถยอมรับได้ หลังจากนั้นทำการทดสอบค่าความ แปรเปลี่ยนทางการเงิน เพื่อพิจารณาว่าราคาสุกรขุนสามารถลดลงต่ำสุดหรือราคาอาหารสำเร็จรูป สำหรับสุกรใหญ่สามารถเพิ่มขึ้นเท่าใด จึงจะทำให้ฟาร์มสุกรแต่ละขนาดสามารถยอมรับได้ สรุปได้ว่า ราคาสุกรขุนสำหรับฟาร์มสุกรขนาดเล็กขนาดกลางและขนาดใหญ่ ต้องไม่ต่ำกว่า 38.02 บาท/ กิโลกรัม 36.97 บาท/กิโลกรัม และ 33.44 บาท/กิโลกรัม ขณะที่ราคาอาหารสำเร็จรูปสำหรับ สุกรใหญ่เพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 10.83, 19.34 และ 53.89 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นิยามศัพท์

การประเมินผลการลงทุน หมายถึง การเปรียบเทียบผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงจากการประหยัดค่าใช้จ่ายโดยการนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มาใช้และรายได้จากการขายปุ๋ยชีวภาพกับผลตอบแทนที่เกิดขึ้นเมื่อซื้อพลังงานจากภายนอก

การผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกร หมายถึง ก๊าซชีวภาพที่มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลัก ซึ่งก๊าซดังกล่าวเกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับฟาร์มสุกรที่ออกแบบโดยสถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยหลักการทำงานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะอาศัยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระในการดำเนินชีวิต ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในมูลสุกรทำให้สารอินทรีย์ดังกล่าวเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซชีวภาพซึ่งก๊าซดังกล่าวสามารถนำมาเปลี่ยนรูปเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนได้

ระบบผลิตพลังงานทดแทน หมายถึง ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยนำก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบก๊าซชีวภาพมาเป็นเชื้อเพลิงพลังงาน และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะใช้ทดแทนพลังงานไฟฟ้าที่ฟาร์มเลี้ยงสุกรจะต้องซื้อจากการไฟฟ้าบางส่วนในการประกอบกิจการการเลี้ยงสุกร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved