ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ข้อมูลของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ CMU-CD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลทั่วไปของฟาร์มที่ติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

1. ข้อมูลทั่วไปของฟาร์มที่ติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 100 ลูกบาศก์เมตร

ขนาดระบบ 100 ลูกบาศก์เมตร

<u>ประเภทและจำนวนไก่ไข่</u>

ไก่ไข่	น้ำหนักเฉลี่ย	3	กิโลกรัม	จำนวน	8,400ตัว
จำนวนวันที่สัตว์อาศัยอยู่ในฟาร์มต่อปี			365 วัน		
จำนวนสัตว์ในฟาร์มต่อปี			8,400 ตัว		

<u>ประมาณการของเสีย</u>

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด	11	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
มูลไก่ไข่	840	กิโลกรัมต่อวัน

<u>ก๊าซชีวภาพ</u>

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้	42	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ปล่อยทิ้ง	10%	
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า	58.8	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

รูปที่ ก1 บ่อก๊าซชีวภาพขนาด 100 ลบ.ม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ข้อมูลทั่วไปของฟาร์มที่ติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 300 ลูกบาศก์เมตร

ขนาดระบบ 300 ลูกบาศก์เมตร

<u>ประเภทและจำนวนไก่ไข่</u>

ไก่ไข่	น้ำหนักเฉลี่ย	3	กิโลกรัม	จำนวน	24,000 ตัว

จำนวนวันที่สัตว์อาศัยอยู่ในฟาร์มต่อปี	365	วัน
จำนวนสัตว์ในฟาร์มต่อปี	24,000	ตัว

<u>ประมาณการของเสีย</u>

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด	30	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
มูลไก่ไข่	2,400	กิโลกรัมต่อวัน

<u>ก๊าซชีวภาพ</u>

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้	120	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ปล่อยทิ้ง	10%	
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า	168	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

รูปที่ ก2 บ่อก๊าซชีวภาพขนาด 300 ลบ.ม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.ข้อมูลทั่วไปของฟาร์มที่ติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 700 ลูกบาศก์เมตร

ขนาดระบบ 700 ลูกบาศก์เมตร

<u>ประเภทและจำนวนไก่ไข่</u>

ไก่ไข่	น้ำหนักเฉลี่ย	3	กิโลกรัม	จำนวน	56,000 ตัว
จำนวนวันที่สัตว์อาศัยอยู่ในฟาร์มต่อปี			365 วัน		
จำนวนสัตว์ในฟาร์มต่อปี			56,000 ตัว		

<u>ประมาณการของเสีย</u>

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด	60	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
มูลไก่ไข่	5,600	กิโลกรัมต่อวัน

<u>ก๊าซชีวภาพ</u>

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้	120	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ปล่อยทิ้ง	10%	
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า	168	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

รูปที่ ก3 บ่อก๊าซชีวภาพขนาด 700 ลบ.ม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4 .ข้อมูลทั่วไปของฟาร์มที่ติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร

ขนาดระบบ 1,000 ลูกบาศก์เมตร

<u>ประเภทและจำนวนไก่ไข่</u>

ไก่ไข่	น้ำหนักเฉลี่ย	3	กิโลกรัม	จำนวน	80,000 ตัว
จำนวนวันที่สัตว์อาศัยอยู่ในฟาร์มต่อปี			365 วัน		
จำนวนสัตว์ในฟาร์มต่อปี			80,000 ตัว		

<u>ประมาณการของเสีย</u>

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด	90	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
มูลไก่ไข่	8,000	กิโลกรัมต่อวัน

<u>ก๊าซชีวภาพ</u>

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้	400	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ปล่อยทิ้ง	10%	
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า	560	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

รูปที่ ก4 บ่อก๊าซชีวภาพขนาด 1,000 ลบ.ม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5 .ข้อมูลทั่วไปของฟาร์มที่ติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 3,000 ลูกบาศก์เมตร

ขนาดระบบ 3,000 ลูกบาศก์เมตร

<u>ประเภทและจำนวนไก่ไข่</u>

ไก่ไข่	น้ำหนักเฉลี่ย	3	กิโลกรัม	จำนวน	240,000 ตัว
จำนวนวันที่สัตว์อาศัยอยู่ในฟาร์มต่อปี			365 วัน		
จำนวนสัตว์ในฟาร์มต่อปี			240,000 ตัว		

<u>ประมาณการของเสีย</u>

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด	360	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
มูลไก่ไข่	24,000	กิโลกรัมต่อวัน

<u>ก๊าซชีวภาพ</u>

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้	1,200	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ปล่อยทิ้ง	10%	
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า	1,680	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

รูปที่ ก5 บ่อก๊าซชีวภาพขนาด 3,000 ลบ.ม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลของขั้นตอนการทำงานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ CMU-CD (Chiang Mai University Chanel Digester)

ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบ CMU-CD เป็นระบบการผลิตก๊าซชีวภาพที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการจัดการของเสียภายในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ซึ่งคิดค้นและพัฒนาโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

CMU-CD เป็นเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพที่ได้รับการยอมรับว่ามีราคาถูกในการก่อสร้าง ก่อสร้างได้ง่ายและรวดเร็วมีประสิทธิภาพสูงและง่ายต่อการดูแลรักษา โดยมีลักษณะเป็นบ่อคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีการบังคับการไหลของน้ำเสียให้ไหลตามแนวยาวของบ่อ (Plug flow) ด้านบนของบ่อจะติดตั้งแผ่นพลาสติก พีวีซี เพื่อทำหน้าที่เก็บกักก๊าซชีวภาพ สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนด้านล่างของบ่อจะมีท่อสำหรับดึงกากตะกอนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้หรือตะกอนส่วนเกินออกจากบ่อตลอดความยาวของบ่อ

ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้เทคโนโลยี บ่อหมักแบบ CMU-CD สำหรับของเสียในฟาร์มเลี้ยงไก่

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพประกอบด้วยสิ่งก่อสร้างหลายส่วน ซึ่งแต่ละส่วนทำหน้าที่แตกต่างกันไปส่วนประกอบต่างๆ ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีดังนี้

1. บ่อดักขน / กรวดทราย

ทำหน้าที่ในการแยกขนไก่อ่อน ตะกอนกรวดและทราย หรือสิ่งไม่พึงประสงค์อื่นๆ ที่ปนเปื้อนมากับมูลไก่ ภายในบ่อจะติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อกวนให้มูลไก่ผสมกับน้ำที่มาผสมให้เข้ากัน (มีขีดกำหนดปริมาณน้ำกำกับไว้ในบ่อ) แล้วปล่อยไว้ให้กรวดทรายตกตะกอนปล่อยเข้าบ่อสูบน้ำเสีย บ่อนี้จะมีการติดตั้งตะแกรงสำหรับดักขยะไว้อีกชั้นหนึ่งด้วยเพื่อป้องกันขยะต่างๆ ที่หลงเหลืออยู่หลุดรอดเข้าสู่บ่อสูบน้ำเสีย การแยกกรวดและทรายออกจากน้ำเสียจะช่วยยืดอายุการใช้งานของบ่อหมัก CMU-CD ให้ยาวนานขึ้นจากเดิมที่อาจจะต้องทำการขุดลอกตะกอนทุกๆ 3- 4 ปี เป็น 6 -7 ปีต่อครั้ง

2. บ่อสูบน้ำเสีย

เป็นบ่อรูปทรงกระบอกฝังในดินภายในบ่อติดตั้งเครื่องสูบน้ำเสียแบบจุ่ม (Submersible Pump) ที่มีขนาดเหมาะสมในการจ่ายน้ำเสียเข้าสู่บ่อเติมน้ำเสียซึ่งถูกสูงเหนือระดับดินเดิม นอกจากนี้เครื่องสูบน้ำดังกล่าวยังทำหน้าที่ในการกวนผสมน้ำภายในบ่อให้ทั่วถึงและสม่ำเสมอด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. บ่อเติมน้ำเสีย

ทำหน้าที่ดักทรายและกระจายน้ำเข้าบ่อหมัก ภายในบ่อจะมีพื้นที่ดักทรายอีกชั้นหนึ่งก่อนเข้าบ่อหมักและมีท่อดึงทรายที่ดักได้เพื่อนำออกไปทิ้ง บ่อนี้จะช่วยในการกระจายน้ำเสียเข้าบ่อหมักอย่างทั่วถึง ไม่ไหลเข้าเพียงจุดเดียวเพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพลดลง ส่วนกระจายน้ำนี้จะแบ่งน้ำเสียออกเป็น 2 ทาง และปล่อยให้กระจายเข้าบ่อหมักก๊าซชีวภาพได้อย่างทั่วถึง

4. บ่อหมัก CMU – CD (CMU Channel Digerter)

เป็นบ่อบำบัดหลักที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย รวมทั้งผลิตก๊าซภาพและกักเก็บไว้ด้านบนของบ่อเพื่อรอการนำไปใช้ประโยชน์ ลักษณะการทำงานของบ่อนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

ส่วนต้นของบ่อหมัก จะมีทิศทางการไหลของน้ำเสียเป็นแบบ Plug Flow ทำหน้าที่ย่อยสลายมูลสัตว์ซึ่งมีสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในบ่อจะใช้เวลาประมาณ 10 วัน กระบวนการย่อยสลายและผลิตก๊าซจะเป็นดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 โดยบ่อหมักรางนี้จะรักษาแบคทีเรียให้สารอินทรีย์และแบคทีเรียสามารถสัมผัสได้ และส่วนล่างของบ่อหมักจะถูกใช้เป็นที่เก็บตะกอนข้น ซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการหมักตะกอนส่วนนี้ประมาณ 40 -60 วัน หลังจากนั้นจะถูกดึงออกส่งไปยังลานตากตะกอนเพื่อตากให้แห้ง นอกจากนี้ตะกอนข้นบางส่วนต้องมีการหมุนเวียนเข้าสู่บ่อสูบน้ำเสียเพื่อรักษาปริมาณแบคทีเรียให้คงที่ เป็นการเพิ่มปริมาณก๊าซชีวภาพและเป็นการเตรียมความพร้อมของน้ำเสียให้สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะทำการดึงน้ำตะกอนจากบ่อ CUM – CD เข้าบ่อสูบน้ำเสียผ่านทางระบายตะกอนของลานตากตะกอน

ส่วนท้ายของบ่อหมัก จะมีทิศทางการไหลของน้ำเสียเป็นแบบ Upflow เพื่อให้น้ำเสียไหลผ่านชั้นตะกอนจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสสารอินทรีย์ เป็นการช่วยให้จุลินทรีย์มีโอกาสสัมผัสสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึง รวมทั้งทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ยังคงเหลือค้างอยู่ในน้ำส่วนในที่ไม่มีตะกอนเจือปนเพื่อให้มีน้ำมีความสะอาดมากขึ้น ไม่เป็นภาระต่อระบบบำบัดขั้นหลังมากนัก

5. บ่อดึงกาก

ทำหน้าที่เป็นเสมือนชักโครกในการดึงตะกอนที่อยู่ก้นบ่อหมักCMU – CDออกทิ้งไปยังลานตากตะกอน โดยใช้ความต่างระดับของน้ำและแรงดังชีวภาพ เป็นตัวดันให้ตะกอนไหลออกมา (จะมีท่อ PVC ไว้ให้คอยดึงออก)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. บ่อน้ำพักน้ำส่วนใส

ทำหน้าที่รับน้ำส่วนใสที่ผ่านการบำบัดแล้วจาก บ่อหมัก CMU – CD เพื่อส่งต่อไปยังบำบัดขั้นหลัง

7. ลานตากตะกอน

ทำหน้าที่ในการแยกน้ำและตะกอนอินทรีย์ที่ผ่านการหมักแล้วจากบ่อCMU – CD โดยวิธีกรองผ่านชั้นหินทรายและปล่อยให้น้ำบางส่วนระเหยไป ก็จะได้มาซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ที่มีความชื้นประมาณ 15 %โดยกากตะกอนนี้จะแห้งภายในเวลา 5 – 7 วัน (ที่ไม่มีฝนตก) กากของแข็งที่แห้งแล้วสามารถนำไปใช้ปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร หรือนำไปใช้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพื่อขายเป็นรายได้เสริมอีกทางหนึ่ง

8. ระบบบำบัดขั้นหลัง

น้ำที่ผ่านการย่อยสลายและหมักเป็นก๊าซชีวภาพแล้วจะมีสารอินทรีย์หลงเหลืออยู่น้อยมาก จึงทำให้มีความสะอาดมากขึ้นและไม่มีกลิ่น แต่ก็ยังไม่สามารถปล่อยลงสู่ลำน้ำสาธารณะหรือนำกลับมาใช้ใหม่ได้เนื่องจากยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ และระบบผลิตก๊าซชีวภาพยังไม่สามารถกำจัดไนโตรเจนและแอมโมเนียในน้ำได้ จึงต้องมีการจัดการให้สามารถปล่อยลงสู่ลำน้ำสาธารณะหรือนำกลับมาใช้ใหม่ได้

ระบบบำบัดขั้นหลังประกอบด้วย บ่อบำบัดแบบไร้อากาศ(Anaerobic Pond) ซึ่งเป็นบ่อขุดตามธรรมชาติ ลึกประมาณ 3.0 - 5.0 เมตร จำนวน 2 บ่อ ทำหน้าที่บำบัดสารอินทรีย์ที่ยังคงเหลืออยู่ให้ลดลงและเปลี่ยนไนโตรเจนและแอมโมเนียในน้ำให้อยู่ในรูปไนไตรทและไนเตรท (บ่อนี้มักจะมีกลิ่นของแอมโมเนียเล็กน้อย)

1) บ่อบำบัดแบบไร้อากาศ 1 (Anaerobic Pond 1) จะมีพลาสติกคลุมบ่อเพื่อเก็บรวบรวมก๊าซที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปกำจัดกลิ่นแอมโมเนีย ไม่ให้ส่งกลิ่นรบกวนเพื่อนบ้านข้างเคียง

2) บ่อบำบัดแบบไร้อากาศ 2 (Anaerobic Pond2) เป็นบ่อดกหลักของการบำบัดทำหน้าที่ลดค่าความสกปรกของน้ำในรูป COD, BOD และTKN ลง และเก็บสำรองน้ำไว้ใช้สำหรับการเพาะปลูกเพราะน้ำในบ่อมีปริมาณไนโตรเจนอยู่มาก เหมาะสำหรับนำไปใช้เพื่อการเกษตร

การทำงานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ มีลักษณะลำดับและขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

1. บ่อตักขน / กรวดทราย จำนวน 5 บ่อ สำหรับผสมมูลไก่เล้าละ 1 บ่อ

1.1 ขนมูลไก่จากประมาณ 1 /2 เล้า มาลงบ่อ

1.2 เติมน้ำในบ่อตามความสูงที่กำหนดไว้ให้ (72 เซนติเมตร)

1.3 เปิดเครื่องกวนผสมประมาณ 15 นาที ให้มูลไก่ละลายน้ำแล้วปิดเครื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.4 ตักขนไก่ที่ลอยอยู่ผิวน้ำออก

1.5 ดึงท่อ PVC 4 ที่ปิดไว้ออกให้น้ำเสียไหลไปยังบ่อสูบน้ำเสีย

1.6 เติมน้ำสะอาดให้ได้ตามขีดที่กำหนด อีกหนึ่งครั้ง

1.7 ดึงท่อ PVC 4 ที่ปิดไว้ออกให้น้ำเสียไหลไปยังบ่อสูบน้ำเสีย

1.8 ตักทรายที่ตกอยู่ก้นบ่อ และขนไก่ที่ติดตะแกรงออกทิ้ง

1.9 ทำแบบนี้วันละ 2 รอบ (เช้า - บ่าย)

2. บ่อเติมน้ำเสีย

รับน้ำเสียจากบ่อดักขน / กรวดทรายมาเพื่อสูบส่งเข้าบ่อเติมน้ำเสียด้วยเครื่องสูบน้ำ ซึ่งเครื่องสูบน้ำเสียนี้จะถูกกำหนดและสั่งการทำงานโดยตู้ควบคุมการทำงาน (Control Panel) ผู้ดูแลระบบจะต้องหมั่นสังเกตการณ์ทำงานว่าเครื่องสูบน้ำทำงานปกติหรือไม่ (ดูรายละเอียดการทำงานของตู้ควบคุมหน้า 17)

3. บ่อเติมน้ำเสีย จำนวน 2 บ่อ

รับน้ำที่มาจากบ่อสูบน้ำเสียเพื่อส่งเข้าบ่อหมัก CMU – CD ผู้ดูแลระบบมีหน้าที่ดึงท่อ PVC 4 เพื่อดึงทรายที่ดักไว้ในบ่อออกทิ้งทุกวัน เพื่อป้องกันไม่ให้ทรายที่ยังคงหลุดมากับน้ำหลุดรอดเข้าไปในบ่อหมัก

4. บ่อหมัก CMU - CD

ย่อยสลายสารอินทรีย์และกักเก็บก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ไว้ที่ส่วนบนของบ่อซึ่งคลุมปิดด้วย PVC ชนิด anti – UV

1) ผู้ดูแลต้องตรวจเช็คระดับน้ำในรางน้ำให้ท่วมพลาสติกอย่างสม่ำเสมอ หากน้ำแห้งหรือต่ำกว่าระดับที่กำหนด ก๊าซชีวภาพจะหลุดออกจากบ่อได้ และต้องเปลี่ยนนำให้สะอาดอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง

2) เติมน้ำในชุดควบคุมแรงดันให้เท่ากับปริมาตรที่กำหนดไว้ที่ตัวถังควบคุมแรงดัน เพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซหลุดออกได้ ทั้งนี้เพื่อให้ชุดควบคุมแรงดันอยู่ในสภาพร้อมทำงานเสมอ (จะควบคุมแรงดันไว้ที่ประมาณ 1 - 2 เซนติเมตรของน้ำ)

3) ตรวจสอบท่อน้ำส่วนใสและท่อดึงกากที่ออกจากบ่อหมักว่ามีการอุดตันหรือไม่ / อย่างไร หาก เกิดการอุดตันต้องทะลวงท่อจนสามารถใช้งานได้เป็นปกติ

5. บ่อดึงกาก

ทำหน้าที่ดึงกากตะกอนไปตากยังลานตากตะกอน และดึงตะกอนหมุนเวียนไปบ่อสูบน้ำเสีย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) เริ่มดึงกากหลังจากปล่อยน้ำเสียเข้าในบ่อหมักCMU – CDไปแล้วประมาณ 60 วัน โดยการดึงท่อ PVC 6 เพื่อปล่อยตะกอนออกไปยังลานตะกอน

2) หลังจากนั้นให้ดึงตะกอนไปยังลานตากตะกอนทุกวัน

3) ดึงกากตะกอนหมุนเวียนกลับไปสู่บ่อน้ำเสีย (ผ่านรางลำเลียงตะกอนลานตากตะกอน) สัปดาห์ละ 2 -3 ครั้ง โดยดึงท่อ PVC 6 ออกครั้งละประมาณ 10 ลบ.ม.

หมายเหตุจะมีขีดกำหนดปริมาตรดึงตะกอนหมุนเวียนไว้ที่บ่อดึงกาก

6. ลานตะกอน

รับตะกอนจากบ่อดึงกากปล่อยเข้าลานตาก โดยให้ได้ความสูงช่องละ 10 -15 เซนติเมตร สลับกัน วันละ 1 ช่อง ตากตะกอนให้แห้งแล้วเก็บออกเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับรองตะกอนใหม่ต่อไประยะเวลาในการตากแห้งประมาณ 5 -7 วัน หากบางช่วงตะกอนแห้งช้าอาจใช้วิธีพลิกกลับตะกอนด้านล่างขึ้นด้านบนเพื่อช่วยให้แห้งเร็วขึ้น

คู่มือการเดินระบบเพิ่มเติม (บ่อผสมมูลไก่)

<u>วิธีการผสมมูลไก่</u>

- นำ มูลไก่ที่ตักใส่กระสอบปุ๋ย หรือ กระบุง ที่เตรียมไว้ไปที่จุดผสมมูลไก่ จากนั้นนำมูลไก่เทลงที่จุดผสมมูลไก่ พร้อมกับผสมน้ำ (โดยทั่วไปจะผสมในอัตราส่วนมูลไก่ 1 กิโลกรัม: น้ำ 10 ลิตร) ทั้งนี้อาจจะใช้ไม้กวนเพิ่ม เพื่อเป็นการกวนผสมมูลกับน้ำให้คลุกเคล้ากันในปริมาณที่เหมาะสม (ตามจำนวนปริมาณน้ำเสียที่ออกแบบ) หลังจากนั้นน้ำเสียที่ผ่านการผสมก็จะผ่านรางระบายลำเลียง และเข้าสู่กระบวนการต่อไป

<u>หน้าที่บ่อผสมมูลไก่</u>

แบ่งย่อย ๆ ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- **จุดผสมมูลไก่** ทำหน้าที่ผสมระหว่างมูลไก่กับน้ำ เนื่องจากมูลไก่เป็นของเสียที่แห้ง ต้องมีน้ำเป็นตัวทำละลายนำก่อนเข้าสู่ระบบ หลังจากนั้นก็จะผ่านรางระบายลำเลียง เข้าสู่จุดดักทรายต่อไป
- **จุดดักทราย** มีหน้าที่ดักทรายหรือหินเกล็ดออก เนื่องจากมูลไก่มีหินเกล็ดมาก หากมีการนำตะกอนในส่วนนี้ออก จะทำให้เกิดปัญหากับตัวระบบในอนาคต
- **ตะแกรง** ในชุดบ่อผสมมูลไก่ทำมีหน้าที่ดักขยะและขนไก่ที่หลุดเข้ามากับมูลไก่ก่อนไปยังบ่อรวบรวมน้ำเสีย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียมความพร้อมก่อนเดินระบบฯ

1. ตรวจสอบการรั่วซึมของบ่อ
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของตะแกรงดักขยะ

การเดินระบบ

นำมูลไก่จากโรงเรือน ผสมกับน้ำที่บริเวณจุดผสมมูลไก่ น้ำเสียที่ผ่านการผสมแล้วจะไหลตามรางระบายเข้าสู่จุดดักทราย หลังจากนั้นน้ำเสียจะผ่านตะแกรงดักขนไก่ ก่อนที่จะเข้าสู่บ่อรวบรวมน้ำเสียต่อไป

การดูแลรักษาระบบ

- **จุดผสมมูลไก่ และรางระบายลำเลียง** ควรมีการทำความสะอาดทุกครั้งหลังจากมีการใช้งาน และควรตรวจสอบการรั่วซึมของบ่อทุกครั้ง หากมีการชำรุดเสียหายควรซ่อมแซมปรับปรุงก่อนการใช้งาน
- **จุดดักทราย** ควรตรวจสอบการรั่วซึมของบ่อทุกครั้ง และมีการนำทรายหรือหินเกล็ดออกเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง (อย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง) สำหรับทรายหรือหินเกล็ดที่ออกสามารถนำออกไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นต่อไป
- **ตะแกรง** ในชุดบ่อผสมมูลไก่ต้องอยู่ในสภาพดี สามารถดักขยะหรือขนไก่ที่ติดมากับน้ำได้ และควรทำความสะอาด นำขยะออกจากตะแกรงทุกวัน

ก.3 การประยุกต์ใช้ก๊าซชีวภาพในประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการนำเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย และผลิตพลังงานเป็นเวลานานกว่า 15 ปี แต่เนื่องจากในอดีต ราคาน้ำมันยังไม่สูงมากเมื่อเทียบกับในปัจจุบัน ทำให้ทั้งภาครัฐและเอกชน ไม่ให้ความสำคัญกับพลังงานทดแทนจากก๊าซชีวภาพ แต่ในสภาวะปัจจุบันที่ภาระราคาน้ำมันผันผวน ทำให้ความต้องการพลังงานทดแทนราคาถูกมีมากขึ้น โดยตั้งแต่ในปี 2548 เป็นต้นมาธุรกิจพลังงานทดแทนและการผลิตก๊าซชีวภาพได้มีการเติบโตขึ้นอย่างมาก โดยจะเห็นได้จากมีการประยุกต์ใช้ก๊าซชีวภาพในอุตสาหกรรมการผลิตแป้งมันสำปะหลัง อุตสาหกรรมผลิตกระดาษ อุตสาหกรรมผลิตอาหาร ฟาร์มปศุสัตว์ รวมไปถึงระบบบำบัดขยะอินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งนอกจากประโยชน์ที่ได้จากก๊าซชีวภาพในรูปของพลังงานทดแทน การประยุกต์ใช้ระบบก๊าซชีวภาพยังมีผลดีด้านอื่น ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

1) ปุ๋ยอินทรีย์จากตะกอนที่ผ่านการหมักย่อยและตากแห้งแล้ว
2) สามารถลดพลังงานที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้ 30-50% เมื่อเทียบกับระบบใช้อากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) ลดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นและแมลงวัน

4) ลดความขัดแย้งระหว่างชุมชนกับโรงงานหรือฟาร์ม

5) ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

อย่างไรก็ตามระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีข้อจำกัดของระบบซึ่งผู้ออกแบบและผู้ควบคุมระบบรวมไปถึงเจ้าของกิจการพึงทราบไว้ดังนี้

1) ความสม่ำเสมอของปริมาณและคุณภาพของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะและปริมาณน้ำเสีย รวมไปถึงประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรีย

2) การเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมของการหมักแบบไม่ใช้อากาศ มีผลต่ออัตราการเกิดก๊าซชีวภาพและปริมาณสัดส่วนของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ เช่นการเปลี่ยนแปลงพีเอช อุณหภูมิ สารพิษ ออกซิเจน เป็นต้น

3) เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบผลิตก๊าซชีวภาพ มีส่วนสำคัญอย่างมากในป้องกันและแก้ไขปัญหา รวมไปถึงอาจจะเป็นผู้สร้างปัญหาขึ้นแก่ระบบ ซึ่งสาเหตุของการเกิดปัญหาต่าง ๆ มักมาจากการที่ผู้ควบคุมระบบขาดความเข้าใจและสนใจดูแลระบบ จึงปล่อยปละละเลยและไม่สามารถที่จะตรวจพบปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบได้ตั้งแต่ต้น

รูปแบบของการใช้ก๊าซชีวภาพในประเทศไทยอาจแบ่งออกได้เป็น 3 แบบได้แก่

- การใช้ในรูปแบบของพลังงานความร้อนโดยตรง เป็นการใช้ก๊าซชีวภาพแบบง่ายที่สุดและไม่มีความสลับซับซ้อนในการใช้งาน กล่าวคือสามารถเปลี่ยนหัวเผาเดิมซึ่งปกติอาจใช้น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ หรือก๊าซหุงต้มในการเผาไหม้ ให้สามารถที่จะใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงได้ทันที
- การใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน เป็นการปรับปรุงเครื่องจักรจากเดิมซึ่งปกติจะใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงมาเป็นการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงสามารถทำได้กับเครื่องจักรหลายประเภท ทั้งเครื่องยนต์ดีเซลและเบนซิน
- การใช้ระบบพลังงานร่วม (Cogeneration) เป็นการใช้พลังงานชนิดหนึ่งให้สามารถผลิตหรือเปลี่ยนให้กลายเป็นพลังงานชนิดอื่น ๆ ได้มากกว่าสองชนิด เพื่อเป็นการใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่า โดยส่วนมากนิยมที่จะใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อนร่วมกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประโยชน์จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

นอกเหนือจากพลังงานที่จะได้จากก๊าซชีวภาพ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพยังมีผลพลอยได้อื่น ๆ ตามมาอีกมากมายเช่นลดการเน่าเสียของแหล่งน้ำตามธรรมชาติ แม่น้ำลำคลอง กลิ่นเหม็นแมลงวัน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะทำให้ผู้ประกอบการอยู่ร่วมกับชุมชนได้อย่างสงบ ไม่มีปัญหากับชุมชน ส่วนประโยชน์อื่น ๆ ที่ทางผู้ประกอบการจะได้รับได้แก่ การลดค่าใช้จ่าย ลดพื้นที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเมื่อเทียบกับการใช้ระบบบ่อเปิดหรือระบบเติมอากาศอย่างเดียว รวมถึงได้ผลตอบแทนจากการขายปุ๋ยอินทรีย์จากการตากแห้งตะกอนจากระบบนอกจากนี้ยังมีผลดีต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวโดยการลดการปล่อยก๊าซมีเทนสู่ธรรมชาติ เป็นการลดปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อีกทางหนึ่งด้วย

ในปัจจุบันได้มีผู้ให้ความสนใจในเรื่องของปัญหาสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะปัญหาที่อาจจะกระทบถึงประชากรโลกโดยรวม เช่นปัญหาสภาวะโลกร้อนหรือสภาวะเรือนกระจก ซึ่งกล่าวกันว่ามีสาเหตุมาจากก๊าซเรือนกระจก ทั้งนี้ก๊าซเรือนกระจกมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดโดยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ได้แก่

- คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แหล่งกำเนิดทั่วไป เช่นการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง
- มีเทน (CH_4) แหล่งกำเนิดทั่วไป เช่น ปศุสัตว์ นาข้าว ขยะ
- ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) แหล่งกำเนิดทั่วไป เช่น การเกษตร ปุ๋ย
- คลอโรฟลูออโรคาร์บอนหรือ CFC แหล่งกำเนิดทั่วไป เช่น โฟม พลาสติก สารทำความเย็น

นอกจากนี้ยังมีก๊าซอื่น ๆ ซึ่งจัดเป็นก๊าซเรือนกระจกแบบรุนแรงสูงแต่มีการใช้กันน้อยเช่น Hydrofluorocarbons (HFC_s) Perfluorocarbons (PFC_s) และ Sulfur Hexafluoride (SF_6) เป็นต้น

สำหรับกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพเรือนกระจกที่เกิดขึ้น มีอยู่ด้วยกันสองชนิดคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน ซึ่งปกติก๊าซทั้งสองชนิดสามารถเกิดได้เองในธรรมชาติ ก๊าซมีเทนสามารถเกิดขึ้นจากการหมักย่อยสลายสารอินทรีย์ในภาวะไร้อากาศ อาจเกิดจากแบคทีเรียในนาข้าว การเน่าเปื่อยของขยะ การทำปศุสัตว์ เป็นต้น และสามารถคงอยู่ในบรรยากาศได้ 11 ปี จากนั้นจะเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนมอนออกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ ปัจจุบันก๊าซมีเทนในบรรยากาศมีมากกว่าในศตวรรษที่ 18 ประมาณ 0.5 เท่า ในขณะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถเกิดได้จากการย่อยสลาย การหัก หรือกระบวนการเผาไหม้

การสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพเป็นการช่วยควบคุมการเกิดและการแพร่กระจายของก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศได้ส่วนหนึ่ง ถึงแม้ว่าการนำก๊าซมีเทนมาใช้งานไม่ว่าจะใช้งานในรูปแบบใด ย่อมจะต้องมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งถือว่าเป็นก๊าซเรือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระจกชนิดหนึ่งสู่บรรยากาศ แต่เมื่อเปรียบเทียบระดับความรุนแรงของการก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก ความรุนแรงของก๊าซมีเทนจะสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 21 เท่า ดังนั้นการสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ แม้ไม่อาจช่วยหยุดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ แต่สามารถชะลอหรือลดความรุนแรงของการเกิดสภาวะเรือนกระจกลงได้บ้าง

สำหรับก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ที่เป็นสารสามารถทำลายชั้นโอโซนได้อย่างรุนแรง เช่น CFC ปัจจุบันได้ถูกห้ามใช้โดยสนธิสัญญาระหว่างประเทศ จึงทำให้มีการลดการใช้สาร CFC และในการควบคุมการเกิดสภาวะเรือนกระจกประเทศต่าง ๆ จึงได้ร่วมกันจัดทำอนุสัญญาการป้องกันชั้นโอโซนในปี ค.ศ. 1985 เรียกว่าอนุสัญญาเวียนนาและพิธีสารว่าด้วยการใช้สารทำลายชั้นโอโซน และในปี ค.ศ. 1987 เรียกว่าพิธีสารมอลทรีออล รวมถึงข้อตกลงต่าง ๆ ตามมาอีกเช่น พิธีสารเกียวโตเป็นต้น

สำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2541 แยกตามสาขาและประเภทของก๊าซเรือนกระจก แสดงได้ดังตารางที่ 1.3 และตารางที่ 1.4 ตามลำดับ ซึ่งก๊าซเรือนกระจกส่วนที่ปล่อยสู่บรรยากาศคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสัดส่วนที่สูงที่สุด เนื่องจากเกิดได้ง่ายจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์และสัตว์

ในปัจจุบันได้มีการจัดตั้งโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM) โดยเป็นกระบวนการที่ช่วยควบคุมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมในโลกให้มีค่าที่คงที่ ไม่เพิ่มสูงจากในปัจจุบัน ด้วยการกำหนดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่แต่ละประเทศสามารถปล่อยสู่บรรยากาศ ทำให้ประเทศในกลุ่ม Annex-1 ซึ่งเป็นกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วหรือกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมต้องดำเนินการที่จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแก่ประเทศในกลุ่ม Non Annex-1 ด้วยการสนับสนุนและร่วมมือกับประเทศในกลุ่ม Non Annex-1 ในการพัฒนาเพื่อให้ประเทศที่อยู่ในกลุ่ม Non Annex-1 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง โดยประเทศในกลุ่ม Annex-1 ที่เข้ามาดำเนินการตามโครงการ CDM สามารถนำปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของพันธะกรณีที่จะต้องลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกของประเทศตน ซึ่งหมายความว่าจะทำให้ประเทศที่ให้ความช่วยเหลือสามารถปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เพิ่มขึ้นตามปริมาณของก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการปล่อยโดยประเทศในกลุ่ม NonAnnex-1 ซึ่งเหมือนกับเป็นการให้การซื้อขายสิทธิในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการให้เงินทุนสนับสนุนการพัฒนาแก่ประเทศอื่น เพื่อให้ประเทศของตนสามารถปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลเสียเมื่อปล่อยก๊าซชีวภาพทิ้งลงสู่บรรยากาศ

เนื่องจากก๊าซชีวภาพมีส่วนประกอบหลักเป็นก๊าซมีเทนซึ่งที่ร่วมก่อภาวะเรือนกระจกที่ให้ผลรุนแรงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ 25 เท่า ดังนั้น หากปล่อยก๊าซชีวภาพทิ้งสู่บรรยากาศจะเป็นการเพิ่มอัตราการเกิดภาวะเรือนกระจกหรือเร่งให้โลกมีอุณหภูมิสูงมากขึ้น

ขั้นตอนการย่อยสลายอินทรีย์ (ขั้นตอนการเกิดก๊าซชีวภาพ)

ขั้นตอนการย่อยสลายอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศหรือขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพ สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และ ไขมัน จะถูกย่อยสลายโดยเอมไซม์ (น้ำย่อย) ที่แบคทีเรียชนิดสร้างกรดหลั่งออกมานอกเซลล์ ผลที่ได้จะทำให้สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ถูกย่อยสลายกลายเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก เช่นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กรดอะมิโน และกรดไขมัน เป็นต้น หลังจากนั้น สารอินทรีย์โมเลกุลเล็กจะถูกแบคทีเรียดังกล่าวดูดซึมสู่เซลล์และหลั่งเอนไซม์เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ภายในเซลล์ ให้กลายเป็นกรดอะซิติกและก๊าซไฮโดรเจนแล้วขับออกมานอกเซลล์ ต่อจากนั้นแบคทีเรียชนิดสร้างมีเทนจะย่อยสลายแล้วเปลี่ยนกรดอะซิติกและไฮโดรเจน ให้กลายเป็นก๊าซมีเทนคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่ง ก๊าซต่างๆ ที่เกิดขึ้น (ก๊าซชีวภาพ)จะลอยตัวขึ้นเหนือผิวน้ำ และกระจายสู่บรรยากาศหรือถูกรวบรวมนำไปใช้ผลิตพลังงานทดแทนต่อไปจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม จะต้องมีปริมาณที่สัมพันธ์กันเพราะหากจุลินทรีย์กลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 ผลิตกรดออกมามากจนกระทั่งจุลินทรีย์กลุ่มที่ 3 หยุดทำงาน จะทำให้ไม่เกิดก๊าซชีวภาพ แต่หากสารอาหารมีน้อยเกินไป จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตช้า ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพน้อย

กล่าวโดยสรุปคือ การย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไร้อากาศโดยอาศัยการทำงานของกลุ่มจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic bacteria)ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ขนาดใหญ่เปลี่ยนเป็นกรดอินทรีย์ขนาดเล็กลงเรื่อยๆ ในที่สุดสารอินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนรูปกลายเป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีส่วนประกอบของก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก ก๊าซชีวภาพมีคุณสมบัติจุดไฟติดได้ จึงสามารถนำไปทดแทนพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ขั้นตอนการย่อยสลายอินทรีย์ดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 1

ผลิตพลังงานทดแทน

การใช้พลังงานจากก๊าซชีวภาพที่สามารถผลิตขึ้นใช้เองได้อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ จะสามารถชดเชยหรือทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากแหล่งต่างๆกับอุปกรณ์ที่ต้องการความร้อนจากเชื้อเพลิงได้เป็นอย่างดี เช่น ทดแทนก๊าซ (LPG) ในครัวเรือน หรือใช้กับเครื่องกกไก่ เครื่องอบแห้ง หม้อต้มไอน้ำระบบทำความเย็นแบบดูดซึม ฯลฯ รวมถึงการใช้พลังงานในรูปของแสงสว่างกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตะเกียง และทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อใช้กับเครื่องยนต์สำหรับสูบน้ำหรือผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

อัตราการทดแทนใช้พลังงานต่างๆ ของก๊าซชีวภาพ สามารถสรุปเป็นตัวเลขได้ดังนี้ ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม ที่ CH_4 60 %Vol. สามารถทดแทน LPG 0.46 กิโลกรัม

น้ำมันดีเซล	0.67	ลิตร
น้ำมันเบนซิน	0.60	ลิตร
ฟืนไม้	1.50	กิโลกรัม
ผลิตกระไฟฟ้า	1.2 -1.4	กิโลวัตต์ - ชั่วโมง

อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

การประยุกต์ระบบผลิตก๊าซชีวภาพในระบบการจัดการน้ำเสียของฟาร์ม จะช่วยลดและแก้ไขปัญหาเรื่องมลภาวะที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมในฟาร์มและชุมชนโดยรวม โดยจะสามารถลดปัญหาต่างๆ ได้ดังนี้กลิ่นระบบผลิตก๊าซชีวภาพ จะช่วยลดกลิ่นรบกวนของเสียที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงสัตว์ของฟาร์มลงได้เป็นอย่างดี เนื่องจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพเป็นระบบปิดและก๊าซชีวภาพที่จุดไฟติดแล้วจะไม่มีกลิ่น รวมทั้งกากตะกอนและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่นรบกวน

แมลงวัน เนื่องจากของเสียและน้ำเสียจากฟาร์ม ถูกส่งลำเลียงเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซภาพทุกวัน จึงทำให้แมลงวันไม่สามารถใช้ของเสียเหล่านั้นเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และแพร่ขยายพันธุ์ได้และซึ่งจะเป็นการตัดวงจรชีวิตของแมลงวัน ทำให้ปริมาณของแมลงวันที่สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวันภายในฟาร์มลดลงเป็นอย่างมาก

น้ำเสีย ระบบก๊าซชีวภาพและระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด ซึ่งน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะสามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ประโยชน์ในการทำความสะอาดโรงเรือนเลี้ยงสัตว์และใช้เพื่อการเพาะปลูกได้ ในฤดูฝนน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วนี้จะถูกปล่อยออกสู่น้ำภายนอกโดยไม่มีปัญหาต่อสภาพแวดล้อมอีกต่อไป

การแพร่กระจายของก๊าซมีเทน ก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศโลก เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจกซึ่งทำให้โลกมีสภาพร้อนขึ้นดังนั้น การใช้ก๊าซมีเทนที่ผลิตได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานทดแทนอย่างเต็มที่จะสามารถลดปริมาณก๊าซมีเทนถูกปล่อยทิ้งในบรรยากาศได้อีกทางหนึ่งด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการเกษตร

กากมูลสัตว์ที่ผ่านการหมักย่อยในระบบผลิตก๊าซชีวภาพแล้ว จะเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพ เพราะยังคงมีสารอาหารซึ่งมีธาตุหลักสำคัญต่างๆ อยู่ ได้แก่ ไนโตรเจน (ประมาณ 0.6 %) ฟอสฟอรัสประมาณ 0.4 %) โปรแตสเซียม(ประมาณ 0.1 %)ซึ่งสามารถนำไปใช้เพาะปลูกพืชและปรับปรุงบำรุงดินได้เป็นอย่างดี และจะช่วยส่งเสริมทำให้เกิดหมุนเวียนเอามวลชีวภาพกลับมาใช้อย่างคุ้มค่า ทั้งยังปลอดภัยจากโรคพยาธิต่างๆ อีกด้วย

การหมุนเวียนน้ำบำบัดกลับมาใช้เพื่อการเกษตร

น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วในสระพักเก็บน้ำ สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ภายในฟาร์มสำหรับการเกษตร ช่วยลดปริมาณการใช้น้ำและลดต้นทุนการใช้ปุ๋ย

พัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคม

เนื่องจากปัญหามลภาวะต่างๆ ที่เกิดจากธรรมชาติการเลี้ยงสัตว์และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบนั้น ได้ถูกจัดการและบำบัดอย่างยั่งยืนโดยระบบการผลิตก๊าซชีวภาพและระบบบำบัดขั้นหลัง จึงทำให้ปัญหาเรื่องกลิ่น แมลงวัน และน้ำเสีย ลดลงเป็นอย่างมาก ส่งผลให้สภาพการจัดการภายในฟาร์มสะอาดสุขอนามัยของสัตว์เลี้ยงและผู้เลี้ยงสัตว์ดีขึ้น ซึ่งเป็นผลประโยชน์โดยตรงต่อฟาร์มเองและส่งผลทำให้ฟาร์มสามารถประกอบกิจการการเลี้ยงสัตว์โดยไม่มีผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบ ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจะช่วยก่อให้เกิดความร่วมมือและพึ่งพาอาศัยระหว่างฟาร์มกับชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

รายละเอียดข้อมูลที่ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายละเอียดเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1kWh โดยวิธี IPCC 2007 GWP 100a version 1.01 พบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นดังตาราง ข1

ตารางที่ ข1 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย 1kWh

มลพิษ	ปริมาณ	หน่วย
การผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย	0.5610	kg CO_2/ kWh

ในส่วนของฐานข้อมูลวัสดุต่างๆ ในการก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ที่นำมาใช้ในการคิดคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกนั้นแสดงดังตาราง ค2 ซึ่งจะแสดงมลพิษในส่วนที่เป็นก๊าซเรือนกระจกเท่านั้น เนื่องจากในงานวิจัยใช้เฉพาะค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นเท่านั้น

ตารางที่ ข2 ปริมาณมลพิษประเภทก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตวัสดุประเภทต่างๆ 1 กิโลกรัม

รายการ	Emission Factor		อ้างอิง
	หน่วย	ปริมาณ	
เหล็ก	kg CO_2/kg	1.7600	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007
อิฐ	kg CO_2/kg	0.2391	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007
คอนกรีต	kg CO_2/ m^3	261.0000	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007
PVC	kg CO_2/kg	1.1983	Convert data from JAMAI Pro using Thai Electricity Grid
สแตนเลส	kg CO_2/kg	5.3360	Convert data from JAMAI Pro using Thai Electricity Grid
ลวด	kg CO_2/kg	1.6878	Convert data from JAMAI Pro using Thai Electricity Grid
พลาสติก PE	kg CO_2/kg	2.6360	Convert data from JAMAI Pro using Thai Electricity Grid
ตะปู	kg CO_2/kg	1.7600	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007
การบำบัดน้ำเสีย	kg CO_2/L	0.0012	JEMAI

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ข2 ปริมาณมลพิษประเภทก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตวัสดุประเภทต่างๆ (ต่อ)

รายการ	Emission Factor		อ้างอิง
	หน่วย	ปริมาณ	
ปุ๋ยอินทรีย์ (ขี้ไก่แห้ง) -การผลิต	kg CO_2/kg	0.1097	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007
การผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย	kg CO_2/ kWh	0.5610	การผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย

ที่มา:องค์การบริหารการจัดการก๊าซเรือนกระจก(Thailand Greenhouse Gas Management Organization), 2011

การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases)

ก๊าซที่มีผลต่อภาวะเรือนกระจก หรือภาวะโลกร้อนประกอบด้วยก๊าซ 6 ประเภท ซึ่งจะมีผลต่อภาวะโลกร้อน Global Warming Potential (GWP) ในขนาดที่แตกต่างกัน จึงมีการกำหนดปริมาณวัดเทียบเป็นกี่เท่าของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หนึ่งตันแสดงดังตารางค.3

ตารางที่ ข3 ศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก	ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (เทียบเท่ากับคาร์บอนไดออกไซด์) (Global Warming Potential: GWP)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	1
มีเทน (CH_4)	21
ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	310
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	140 - 11,700
เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)	6,500 - 9,200
ซัลเฟอร์เฮกซาฟลูโอไรด์(SF_6)	23,900

ที่มา: IPCC Working Group I Report Climate Change, 1995

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลที่ใช้ในการคิดคำนวณต่างๆ

ตารางที่ ข4 รายละเอียดและขนาด ท่อ PVC แข็งสีฟ้าแบบปลายเรียบ

ชื่อขนาด	ชั้นคุณภาพ 5		ชั้นคุณภาพ 8.5		ชั้นคุณภาพ 13.5	
	ความหนา และเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก-ใน	น้ำหนัก (กก.)	ความหนา และเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก-ใน	น้ำหนัก (กก.)	ความหนา และเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก-ใน	น้ำหนัก (กก.)
18 (1/2")			2.0 มม. (22 * 18.0)	0.72	2.5 มม. (22 * 17.0)	0.88
20 (3/4")			2.0 มม. (26 * 22.0)	0.86	2.5 มม. (26 * 21.0)	1.06
25 (1")			2.0 มม. (34 * 30.0)	1.15	3.0 มม. (34 * 28.0)	1.67
35 (1 1/4")	1.5 มม. (42 * 39.0)	1.09	2.0 มม. (42 * 38.0)	1.44	3.1 มม. (42 * 35.8)	2.17
40 (1 1/2")	1.5 มม. (48 * 45.0)	1.25	2.3 มม. (48 * 43.4)	1.89	3.5 มม. (48 * 41.0)	2.80
55 (2")	1.8 มม. (60 * 56.4)	1.88	2.9 มม. (60 * 54.2)	2.98	4.3 มม. (60 * 51.4)	4.30
65 (2 1/2")	2.2 มม. (76 * 71.6)	2.92	3.5 มม. (76 * 69.0)	4.56	5.4 มม. (76 * 65.2)	6.85
80 (3")	2.5 มม. (89 * 84.0)	3.89	4.1 มม. (89 * 80.8)	6.26	6.4 มม. (89 * 76.2)	9.50
100 (4")	3.2 มม. (114 * 107.6)	6.37	5.2 มม. (114 * 103.6)	10.17	8.1 มม. (114 * 97.8)	15.41
125 (5")	3.9 มม. (140 * 132.2)	9.55	6.4 มม. (140 * 127.2)	15.40	9.9 มม. (140 * 120.2)	23.23
150 (6")	4.6 มม.	13.28	7.5 มม.	21.29	11.7 มม.	32.37

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	(165 * 155.8)		(165 * 150.0)		(165 * 141.6)	
200 (8")	5.4 มม. (216 * 205.2)	20.48	8.8 มม. (216 * 198.4)	32.87	13.7 มม. (216 * 188.6)	50.06
250 (10")	6.6 มม. (267 * 253.8)	30.96	10.9 มม. (267 * 245.2)	50.37	16.9 มม. (267 * 233.2)	76.43
300 (12")	7.8 มม. (318 * 302.4)	43.61	12.9 มม. (318 * 292.2)	71.07	20.1 มม. (318 * 277.8)	108.40
350 (14")	9.1 มม. (370 * 351.8)	59.22	15.0 มม. (370 * 340.0)	96.22	23.4 มม. (370 * 232.2)	147.01
400 (16")	10.3 มม. (420 * 399.4)	76..12	17.0 มม. (420 * 386.0)	123.89	26.5 มม. (420 * 367.0)	189.23
450 (18")	11.6 มม. (470 * 446.8)	95.16	19.0 มม. (470 * 432.0)	155.07	29.7 มม. (470 * 410.6)	237.58
500 (20")	12.7 มม. (520 * 494.6)	116.32	21.0 มม. (520 * 478.0)	189.78	32.8 มม. (520 * 454.4)	290.65
600 (24")	15.3 มม. (630 * 599.4)	169.97	25.4 มม. (630 * 579.2)	278.57	39.7 มม. (630 * 550.6)	427.32

หมายเหตุ: 1. ท่อ PVC แข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ผลิตตามมาตรฐานมอก.17-2532

2. มาตรฐานความยาวท่อ PVC แข็ง ยาวท่อนละ 4 เมตร

3. ตัวเลขที่ระบุชั้นคุณภาพท่อ PVC 5 , PVC 8.5 และ PVC 13.5 เป็นความดันใช้งาน (Working Pressure) หมายถึงความดันสูงสุดที่กำหนดให้สำหรับใช้งานได้ติดต่อเป็นเวลานาน ที่อุณหภูมิ 27 °C มีหน่วยเป็นกิโลกรัม แรงต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm^2)

4. น้ำหนักท่อต่อท่อน เป็นน้ำหนักโดยประมาณ

ที่มา: H.T. (BANGKOK) TRADING Ltd., PART, 2011

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เหล็กเส้นก่อสร้าง # CONSTRUCTION STEEL ROUND BAR

ขนาด mm		น้ำหนัก kg		
		1 m	10 m	12 m
เหล็กเส้นกลม ROUND BAR SR - 24	6	0.222	2.220	2.660
	9	0.499	4.990	5.990
	12	0.888	8.880	10.660
	15	1.387	13.870	16.640
	19	2.226	22.260	26.710
	25	3.853	38.530	46.240
เหล็กข้ออ้อย DEFORMED BAR SD – 30	10	0.617	6.170	7.400
	12	0.888	8.880	10.660
	16	1.578	15.780	18.940
	20	2.466	24.660	29.590
	25	3.853	38.530	46.240
	28	4.834	48.340	58.010
	32	6.313	63.130	75.760
เหล็กข้ออ้อย DEFORMED BAR SD - 40	10	0.617	6.170	7.400
	12	0.888	8.880	10.660
	16	1.578	15.780	18.940
	20	2.466	24.660	29.590
	25	3.853	38.530	46.240
	28	4.834	48.340	58.010
	32	6.313	63.130	75.760

รูป ข1 รายละเอียดเหล็กเส้นก่อสร้างเหล็กเส้นกลม และเหล็กข้ออ้อย

ที่มา: ศูนย์รวมข่าวสารข้อมูลวัสดุก่อสร้าง E-build, 2011

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพลาสแตนเลสเส้นหกเหลี่ยม 304

SIZE	น้ำหนัก
1/2'	4.50
5/8'	10.30
3/4'	14.80
1'	26.70
1 1/4'	40.20
1 1/2'	58.50

เพลาสแตนเลสเส้นสี่เหลี่ยม 304

SIZE	น้ำหนัก
1/2'	15.00
5/8'	16.20
3/4'	17.30
1'	30.20
1 1/4'	48.00
1 1/2'	70.00

เพลาสแตนเลส316L

SIZE	น้ำหนัก
1/2'	6.00
5/8'	9.60
3/4'	13.60
1'	24.20
1 1/4'	37.10
1 1/2'	54.20
1 3/4'	-
2'	96.30
2 1/4'	121.80

เพลาสแตนเลสเส้นกลม 304

SIZE	น้ำหนัก
1/8'	0.38
3/16'	0.86
1/4'	1.50
5/16'	2.30
3/8'	3.30
1/2'	6.00
5/8'	9.60
3/4'	13.60
7/8'	18.40
20 MM	15.00
1'	24.20
1 1/8'	30.70
1 1/4'	37.10
1 3/8'	46.00
1 1/2 '	54.20
1 5/8'	63.60
1 3/4'	73.70
2'	96.30
2 1/4'	121.80
2 1/2'	151.00
2 3/4'	183.00
3'	216.67
3 1/4'	254.00
3 1/2'	298.00
4'	388.00
4 1/2'	490.50
5'	605.00

รูป ข2 รายละเอียดเพลาสเตนเลส

ที่มา:http://www.ohkgroup.com/stainless_axle.html

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ข5 อัตราค่าน้ำ ตั้งแต่ ธันวาคม 2554

ประเภทที่ 1 ที่พักอาศัย Residence		**ประเภทที่ 2** ธุรกิจ ราชการ รัฐวิสาหกิจ อุตสาหกรรม และอื่นๆ Commerce, Government Agency, State Enterprise and Industry	
ปริมาณน้ำใช้ ลูกบาศก์เมตร Volume (cu.m.)	ราคาค่าน้ำ บาท/ลูกบาศก์เมตร Baht/cu.m.	ปริมาณน้ำใช้ ลูกบาศก์เมตร Volume(cu.m.)	ราคาค่าน้ำ บาท/ลูกบาศก์เมตร Baht/cu.m.
31-40	10.03	11-20	10.70
41-50	10.35	21-30	10.95
51-60	10.68	31-40	13.21
61-70	11.00	41-50	13.54
71-80	11.33	51-60	13.86
81-90	12.50	61-80	14.19
91-100	12.82	81-100	14.51
101-120	13.15	101-120	14.84
121-160	13.47	121-160	15.16
161-200	13.80	161-200	15.49
มากกว่า 200 (over 200)	14.45	มากกว่า 200 (over 200)	15.81

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

รายละเอียดการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในภาคผนวก ค นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการคำนวณของงานวิจัย ได้แก่ การหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกระบวนการ แสดงดังนี้

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 100 ลบ.ม.

ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ กระบวนการจัดหาวัตถุดิบ, กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ และกระบวนการนำไปใช้งาน ซึ่งผลการคำนวณ แสดงดังนี้

1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการจัดหาวัตถุดิบของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 100 ลบ.ม.

กระบวนการจัดหาวัตถุดิบของระบบก๊าซชีวภาพ สามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซชีวภาพจากการใช้วัสดุ ได้แก่ เหล็ก อิฐ คอนกรีต PVC ลวด พลาสติกPE และสแตนเลส

การใช้วัสดุที่ผลิตจากเหล็กดังนี้

เหล็ก RB 6มม. จำนวน	61	เส้น	หนัก	61 x 0.222 = 13.542	กิโลกรัม
เหล็ก RB 9 มม. จำนวน	136	เส้น	หนัก	136 x 0.499 = 67.864	กิโลกรัม
เหล็ก RB 12 มม. จำนวน	91	เส้น	หนัก	91 x 0.888 = 80.808	กิโลกรัม
ตะปู			หนัก	36.5	กิโลกรัม
รวมน้ำหนักเหล็กทั้งหมด			หนัก	198.71	กิโลกรัม
ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเหล็กคือ				1.7600	kg CO_2/kg
ระยะเวลาโครงการ คือ			15	ปี	

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของของเหล็ก คือ

$(198.71 \times 1.7600) / (15 \times 1{,}000) = 2.33 \times 10^{-2}$ ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากอิฐ ดังนี้

ใช้อิฐทั้งหมด	จำนวน	53.7	ตารางเมตร
อิฐ 1 ตารางเมตร	หนัก	93.75	กิโลกรัม

อิฐจำนวน 53.7ตารางเมตร หนัก 53.7x 93.75 = 5,034.375 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของอิฐ คือ 0.2391 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอิฐ ต่อปีได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(5,034.375x0.2391) / (15 x 1,000)= 8.02x 10^{-2} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากคอนกรีตดังนี้

ใช้คอนกรีตทั้งหมด จำนวน 29.60 ตารางเมตร

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคอนกรีต คือ 261 kg CO_2/ m^3

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคอนกรีต ต่อปีได้ดังนี้

(29.60 x 261) / (15 x 1,000) = 0.515 หรือ5.15x 10^{-1} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจาก PVC ดังนี้

ท่อ PVC 1" c 8.5 จำนวน 4 ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 4 x 1.15 = 4.6 kg

ท่อ PVC 2" c 8.5 จำนวน 3 ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 3 x 2.98 = 8.94 kg

ท่อ PVC 4" c 8.5 จำนวน 16 ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 16 x 10.17 = 162.72kg

ท่อ PVC 6" c 8.5 จำนวน 4 ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 4 x 21.29 = 85.16 kg

รวมน้ำหนักท่อ PVC ทั้งหมดได้ 261.42 kg

ค่าสัมประสิทธิ์ ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ PVC คือ 1.1983kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของท่อ PVC ต่อปีได้ดังนี้

(261.42 x 1.1983) / (15 x 1,000) =2.09 x 10^{-2} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากลวด ดังนี้

ใช้ลวดทั้งหมด จำนวน 40.30 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของลวด คือ 1.6878kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของลวดต่อปี ได้ดังนี้

(40.30 x 1.6878) / (15 x 1,000) = 4.53x10^{-3} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากพลาสติกPE ดังนี้

ใช้พลาสติก PE ทั้งหมด จำนวน 119.6 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพลาสติก คือ 2.6360 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคอนกรีต ต่อปีได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(119.6 x 2.6360) / (15 x 1,000) = 2.10x 10^{-2} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากสเตนเลสดังนี้

ใช้สเตนเลสทั้งหมด จำนวน 27.52 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสเตนแลส คือ 5.3360 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสเตนเลส ต่อปีได้ดังนี้

(27.52 x 5.3360) / (15 x 1,000) = 9.79 x 10^{-3} ton CO_2-eqต่อปี

2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 100 ลบ.ม.

ตารางที่ ค1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในบ่อดักขน/กรวดทราย ของระบบบ่อ 100 ลบ.ม.

อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	ค่าเฉลี่ยต่อปีชั่วโมงต่อวัน	รวมต่อปี
เครื่องสูบน้ำ	0.75	8	2190
เครื่องกวนส่วนผสม	1.1	6	2409
รวม			4,599

หมายเหตุ ระยะเวลาของการใช้งานของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพของงานวิจัยใช้ 365 วัน

การใช้ไฟฟ้ารวม 4,599 x 0.561 = 2,580.04 kg CO_2-eqต่อปี หรือ 2.58 tonCO_2-eqต่อปี

บ่อรวมน้ำเสีย

มีน้ำเสียเข้าระบบ วันละ 11 ลบ.ม.

จะมีน้ำเสียเข้าระบบ 365 x 11 = 4,015 ลบ.ม./ปี

ค่าสัมประสิทธิ์ ของการบำบัดน้ำเสีย คือ 0.0012 kg CO_2/L

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งหมดคือ (4,015x 0.0012)/1000 = 4.82 x 10^{-3} tonCO_2-eq ต่อปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การรั่วไหลของก๊าซมีเทน

ไก่ไข่ 1 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ 5 ลิตร

ไก่ไข่ 8,400 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ $8,400 \times 5 = 42,000$ ลิตร

หรือ 42 ลบ.ม.

ประมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่ได้ทั้งปี 15,330 ลบ.ม./ปี

ปริมาณมีเทนรั่วไหล 10 % ของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้

ดังนั้นปริมาณมีเทนรั่วไหลในหนึ่งปี เท่ากับ $15,330 \times 10\% = 1,533$ ลบ.ม. / ปี

ความหนาแน่นของมีเทน 0.668 kg / ลบ.ม.

ดังนั้นความหนาแน่นของมีเทนในหนึ่งปีเท่ากับ $15,330 \times 0.668 = 1,024.044$ kg CH_4 / ปี

หรือ $\frac{1,024.44}{1,000} = 1.02$ tonCH_4 / ปี

ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปีคำนวณได้ดังนี้

ไก่จำนวน 8,400 ตัวปล่อยก๊าซเรือนกระจก $1.02 \times 25 = 25.50$ ton CO2-eqต่อปี

ถ้าไก่ 1 ตัว คำนวณได้ดังนี้ $\frac{25.5}{8,400} = 3.04 \times 10^{-3}$ ton CO_2-eqต่อปี

3) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการนำไปใช้งานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 100 ลบ.ม.

ในกระบวนการนำไปใช้งานแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำไปใช้งาน และส่วนของการทดแทนการปล่อยก๊าซเรือนกรจกจากการนำไปใช้งาน

การปล่อยก๊าซจากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

จากสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยมีเทน 65 % ที่ความหนาแน่น 0.668 kg อัตราการผลิตไฟฟ้า อยู่ที่ 1.4 kWh ต่อ ลบ.ม. และไก่ 1 ตัว เกิดก๊าซชีวภาพ5 ลิตร / วัน

ตัวอย่าง การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำก๊าซชีวภาพไปเผาไหม้เพื่อการผลิตไฟฟ้าของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 100 ลบ.ม.

ไก่ไข่ 8,400 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ $8,400 \times 5 = 42,000$ ลิตรหรือ 42 ลบ.ม. /วัน งานวิจัยนี้นำก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนการผลิตไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้น 42×365 = 15,330 ลบ.ม. /ปี

$65\% \times 15,330$ = 9,964.5

$9,964.5 \times 0.668$ = 6,656.286 kg CH_4 / ปี

$\frac{6,656.268}{1,000}$ = 6.66 tonCH_4 / ปี

ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต่อปี คือ $6.66 \times \frac{16}{44}$ = 2.42 ton CO_2-eqต่อปี

จะได้ไก่ 1 ตัว จะปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้ $\frac{2.42}{8,400}$ = 2.88 x 10^{-4} ton CO_2-eqต่อปี

การทดแทนการปล่อยก๊าซจากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

ไก่ไข่ 8,400 ตัว เกิดก๊าซชีวภาพ 42 ลบ.ม. /วัน

ดังนั้น 42x 1.4 = 58.8 kWh/วัน หรือ 21,462 kWh/ปี

ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1kWh โดยวิธี IPCC 2007 GWP 100a version 1.01 พบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น 0.5610kg CO_2/ kWh

ดังนั้น 21,462 x 0.5610 = 12,040.18kg CO_2-eqต่อปี หรือ 12.04 tonCO_2-eqต่อปี

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 300 ลบ.ม.

ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ กระบวนการจัดหาวัตถุดิบ, กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ และกระบวนการนำไปใช้งาน ซึ่งผลการคำนวณ แสดงดังนี้

1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการจัดหาวัตถุดิบของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 300 ลบ.ม.

กระบวนการจัดหาวัตถุดิบของระบบก๊าซชีวภาพ สามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซชีวภาพจากการใช้วัสดุ ได้แก่ เหล็ก อิฐ คอนกรีต PVC ลวด พลาสติกPE และสแตนเลส

การใช้วัสดุที่ผลิตจากเหล็กดังนี้

เหล็ก RB 6มม. จำนวน	155	เส้น	หนัก	155 x 0.222 = 34.41กิโลกรัม
เหล็ก RB 9 มม. จำนวน	211	เส้น	หนัก	211 x 0.499 = 105.29 กิโลกรัม
เหล็ก RB 12 มม. จำนวน	200	เส้น	หนัก	200 x 0.888 = 177.60 กิโลกรัม
ตะปู			หนัก	104กิโลกรัม
รวมน้ำหนักเหล็กทั้งหมด			หนัก	421.30 กิโลกรัม
ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเหล็กคือ				1.7600 kg CO_2/kg

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของของเหล็ก คือ

$(421.30 \times 1.7600) / (15 \times 1,000) = 4.94 \times 10^{-2}$ ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากอิฐ ดังนี้

ใช้อิฐทั้งหมด จำนวน 85 ตารางเมตร

อิฐ 1 ตารางเมตร หนัก 93.75 กิโลกรัม

อิฐจำนวน 85 ตารางเมตร หนัก 85x 93.75 = 7968.75 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของอิฐ คือ 0.2391 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอิฐ ต่อปีได้ดังนี้

$(7968.75 \times 0.2391) / (15 \times 1,000) = 1.27 \times 10^{-1}$ ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากคอนกรีตดังนี้

ใช้คอนกรีตทั้งหมด จำนวน 62.50 ตารางเมตร

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคอนกรีต คือ 261 kg CO_2/ m^3

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคอนกรีต ต่อปีได้ดังนี้

$(62.50 \times 261) / (15 \times 1,000) = 1.09$ ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจาก PVC ดังนี้

ท่อ PVC 1" c 8.5	จำนวน 2ท่อ	น้ำหนักทั้งหมด	2 x 1.15	= 2.30 kg
ท่อ PVC 2" c 8.5	จำนวน 6ท่อ	น้ำหนักทั้งหมด	6 x 2.98	= 17.88 kg
ท่อ PVC 4" c 8.5	จำนวน 38ท่อ	น้ำหนักทั้งหมด	38 x 10.17	= 386.46kg
ท่อ PVC 6" c 8.5	จำนวน 21ท่อ	น้ำหนักทั้งหมด	21 x 21.29	=447.09 kg

รวมน้ำหนักท่อ PVC ทั้งหมดได้ 853.73 kg

ค่าสัมประสิทธิ์ ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ PVC คือ 1.1983kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของท่อ PVC ต่อปีได้ดังนี้

$(853.73 \times 1.1983) / (15 \times 1,000) = 6.82 \times 10^{-2}$ ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากลวด ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้ลวดทั้งหมด จำนวน 105 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของลวด คือ 1.6878kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของลวดต่อปี ได้ดังนี้

$(105 \times 1.6878) / (15 \times 1{,}000) = 1.18 \times 10^{-2}$ ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากพลาสติกPE ดังนี้

ใช้พลาสติก PE ทั้งหมด จำนวน 156.40 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพลาสติก คือ 2.6360 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพลาสติก PE ต่อปีได้ดังนี้

$(156.40 \times 2.6360) / (15 \times 1{,}000) = 2.75 \times 10^{-2}$ ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากสเตนเลสดังนี้

สเตนเลสขนาด 3/16 นิ้วจำนวน 35 เมตร หนัก $0.86 \times 35 =$ 30.1 กิโลกรัม

ใช้สเตนเลสทั้งหมด จำนวน 30.1 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสเตนแลส คือ 5.3360 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสเตนเลส ต่อปีได้ดังนี้

$(30.1 \times 5.3360) / (15 \times 1{,}000) = 1.07 \times 10^{-2}$ ton CO_2-eqต่อปี

2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 300 ลบ.ม.

ตารางที่ ค2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในบ่อดักขน/กรวดทราย ของระบบบ่อ 300 ลบ.ม.

อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	ค่าเฉลี่ยต่อปีชั่วโมงต่อวัน	รวมต่อปี
เครื่องสูบน้ำ	1	10	3,650
เครื่องกวนส่วนผสม	1.1	6	2,409
รวม			6,059

หมายเหตุ ระยะเวลาของการใช้งานของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพของงานวิจัยใช้ 365 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้ไฟฟ้ารวม 6,059 x 0.561 = 3,399.10kg CO_2-eqต่อปี หรือ 3.40 tonCO_2-eqต่อปี

บ่อรวมน้ำเสีย

มีน้ำเสียเข้าระบบ วันละ 30 ลบ.ม.

จะมีน้ำเสียเข้าระบบ 365 x 30 = 10,950 ลบ.ม./ปี

ค่าสัมประสิทธิ์ ของการบำบัดน้ำเสีย คือ 0.0012 kg CO_2/L

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งหมดคือ (10,950x 0.0012)/1000 = 0.01 tonCO_2-eqต่อปี

การรั่วไหลของก๊าซมีเทน

ไก่ไข่ 1 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ 5 ลิตร

ไก่ไข่ 24,000 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ 24,000 $\times$ 5 = 120,000 ลิตร

หรือ 120ลบ.ม.

ประมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่ได้เฉลี่ยทั้งปี 43,800 ลบ.ม./ปี

ปริมาณมีเทนรั่วไหล 10 % ของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้

ดังนั้นปริมาณมีเทนรั่วไหลในหนึ่งปี เท่ากับ 43,8000 $\times$ 10% = 4,380ลบ.ม. / ปี

ความหนาแน่นของมีเทน 0.668 kg / ลบ.ม.

ดังนั้นความหนาแน่นของมีเทนในหนึ่งปีเท่ากับ 4,380 $\times$ 0.668 =2,925.84 kg CH_4/ปี

หรือ $\frac{2,925.84}{1,000}$ = 2.93 tonCH_4 / ปี

ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปีคำนวณได้ดังนี้

ไก่จำนวน 24,000ตัวปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2.93 $\times$ 25 = 73.25 ton CO_2-eqต่อปี

ถ้าไก่ 1 ตัว คำนวณได้ดังนี้ $\frac{73.25}{24,000}$ = 3.05 x 10^{-3}ton CO_2-eqต่อปี

3) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการนำไปใช้งานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 300 ลบ.ม.

ในกระบวนการนำไปใช้งานแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำไปใช้งาน และส่วนของการทดแทนการปล่อยก๊าซเรือนกรจกจากการนำไปใช้งาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การปล่อยก๊าซจากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

จากสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยมีเทน 65 % ที่ความหนาแน่น 0.668 kg อัตราการผลิตไฟฟ้า อยู่ที่ 1.4 kWh ต่อ ลบ.ม. และไก่ 1 ตัว เกิดก๊าซชีวภาพ5 ลิตร / วัน

ตัวอย่าง การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำก๊าซชีวภาพไปเผาไหม้เพื่อการผลิตไฟฟ้าของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 100 ลบ.ม.

ไก่ไข่ 8,400 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ 24,000 $\times$ 5= 120,000ลิตรหรือ 120 ลบ.ม. /วัน

งานวิจัยนี้นำก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนการผลิตไฟฟ้า

ดังนั้น 120×365 = 43,800ลบ.ม. / ปี

$65\% \times 43,800$ = 28,470

$928,470 \times 0.668$ = 19,017.96 kg CH_4 / ปี

$\frac{19,017.96}{1,000}$ = 19.02 tonCH_4 / ปี

ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต่อปี คือ $19.02 \times \frac{16}{44}$ = 6.92 ton CO_2-eqต่อปี

จะได้ไก่ 1 ตัว จะปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้ $\frac{6.92}{24,000}$ = 2.88 x 10^{-4} ton CO_2-eqต่อปี

การทดแทนการปล่อยก๊าซจากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

ไก่ไข่ 24,000 ตัว เกิดก๊าซชีวภาพ 120ลบ.ม. /วัน

ดังนั้น 120x 1.4 = 168 kWh/วัน หรือ 61,320 kWh/ปี

ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1kWh โดยวิธี IPCC 2007 GWP 100a version 1.01 พบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น 0.5610 kg CO_2/ kWh

ดังนั้น 61,320x 0.5610 = 34,400.52 kg CO_2-eqต่อปี หรือ 34.40ton CO_2-eqต่อปี

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 700 ลบ.ม.

ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ กระบวนการจัดหาวัตถุดิบ, กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ และกระบวนการนำไปใช้งาน ซึ่งผลการคำนวณ แสดงดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการจัดหาวัตถุดิบของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 700 ลบ.ม.

กระบวนการจัดหาวัตถุดิบของระบบก๊าซชีวภาพ สามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซชีวภาพจากการใช้วัสดุ ได้แก่ เหล็ก อิฐ คอนกรีต PVC ลวด พลาสติกPE และสแตนเลส

การใช้วัสดุที่ผลิตจากเหล็กดังนี้

เหล็ก RB 6มม. จำนวน	309 เส้น	หนัก 309x 0.222 = 68.60		กิโลกรัม
เหล็ก RB 9 มม. จำนวน	407	เส้น	หนัก 407x 0.499 = 203.00	กิโลกรัม
เหล็ก RB 12 มม. จำนวน	462	เส้น	หนัก 462 x 0.888 = 410.25	กิโลกรัม
ตะปู		หนัก	238.70	กิโลกรัม
รวมน้ำหนักเหล็กทั้งหมด		หนัก	920.03	กิโลกรัม
ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเหล็กคือ			1.7600	kg CO_2/kg
ระยะเวลาโครงการ คือ	15	ปี		

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของของเหล็ก คือ

(920.03x 1.7600) / (15 x 1,000) = 1.08×10^{-1} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากอิฐ ดังนี้

ใช้อิฐทั้งหมด	จำนวน	332.20	ตารางเมตร
อิฐ 1 ตารางเมตร	หนัก	93.75	กิโลกรัม
อิฐจำนวน 332.20 ตารางเมตร	หนัก	332.20x 93.75 = 31,143.75	กิโลกรัม
ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของอิฐ คือ		0.2391	kg CO_2/kg
ระยะเวลาโครงการ คือ	15	ปี	

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอิฐ ต่อปีได้ดังนี้

(31,143.75x0.2391) /(15 x 1,000)= 4.96×10^{-1} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากคอนกรีตดังนี้

ใช้คอนกรีตทั้งหมด	จำนวน	139.90	ตารางเมตร
ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคอนกรีต คือ		261	kg CO_2/ m^3
ระยะเวลาโครงการ คือ	15	ปี	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคอนกรีต ต่อปีได้ดังนี้

(139.90x 261) / (15 x 1,000) = 2.43 ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากPVC ดังนี้

ท่อ PVC 2" c 8.5 จำนวน 1ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 1 x 2.98 = 2.98 kg

ท่อ PVC 4" c 8.5 จำนวน 32ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 32 x 10.17 = 325.44 kg

ท่อ PVC 6" c 8.5 จำนวน 24ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 24 x 21.29 = 510.96kg

ท่อ PVC 8" c 8.5 จำนวน 3ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 3 x 32.87 =98.61 kg

รวมน้ำหนักท่อ PVC ทั้งหมดได้ 937.99 kg

ค่าสัมประสิทธิ์ ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ PVC คือ 1.1983kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของท่อ PVC ต่อปีได้ดังนี้

(937.99 x 1.1983) / (15 x 1,000) =7.49 x 10^{-2} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากลวด ดังนี้

ใช้ลวดทั้งหมด จำนวน 168.20 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของลวด คือ 1.6878kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของลวดต่อปี ได้ดังนี้

(168.20 x 1.6878) / (15 x 1,000) = 1.89 x 10^{-2} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากพลาสติกPE ดังนี้

ใช้พลาสติก PE ทั้งหมด จำนวน 469.20 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพลาสติก คือ 2.6360 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพลาสติก PE ต่อปีได้ดังนี้

(469.20 x 2.6360) / (15 x 1,000) = 8.25 x 10^{-2} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากสเตนเลสดังนี้

สเตนเลสขนาด 3/16 นิ้วจำนวน 80 เมตร หนัก 0.86 x 80 = 68.80 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้สเตนเลสทั้งหมด จำนวน 68.80 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสเตนแลส คือ 5.3360 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสเตนเลส ต่อปีได้ดังนี้

$(68.80 \times 5.3360) / (15 \times 1,000) = 2.45 \times 10^{-2}$ ton CO_2-eqต่อปี

2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 700 ลบ.ม.

ตารางที่ ค3 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในบ่อดักขน/กรวดทราย ของระบบบ่อ 700 ลบ.ม.

อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	ค่าเฉลี่ยต่อปีชั่วโมงต่อวัน	รวมต่อปี
เครื่องสูบน้ำ	1.5	8	4,380
เครื่องกวนส่วนผสม 2 เครื่อง	1.1	3	2,409
รวม			6,789

หมายเหตุ ระยะเวลาของการใช้งานของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพของงานวิจัยใช้ 365 วัน

การใช้ไฟฟ้ารวม 6,789 x 0.561 = 3,808.63 kg CO_2-eqต่อปี หรือ 3.81 tonCO_2-eqต่อปี

บ่อรวมน้ำเสีย

มีน้ำเสียเข้าระบบ วันละ 60 ลบ.ม.

จะมีน้ำเสียเข้าระบบ 365 x 60 = 21,900 ลบ.ม./ปี

ค่าสัมประสิทธิ์ ของการบำบัดน้ำเสีย คือ 0.0012 kg CO_2/L

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งหมดคือ (21,900x 0.0012)/1000 = 0.03 tonCO_2-eqต่อปี

การรั่วไหลของก๊าซมีเทน

ไก่ไข่ 1 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ 5 ลิตร

ไก่ไข่ 56,000 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ $56,000 \times 5 = 280,000$ ลิตร

หรือ 280 ลบ.ม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่ได้ทั้งปี 102,200 ลบ.ม./ปี

ปริมาณมีเทนรั่วไหล 10 % ของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้

ดังนั้นปริมาณมีเทนรั่วไหลในหนึ่งปี เท่ากับ $102,200 \times 10\% = 10,220$ ลบ.ม./ปี

ความหนาแน่นของมีเทน 0.668 kg / ลบ.ม.

ดังนั้นความหนาแน่นของมีเทนในหนึ่งปีเท่ากับ $10,220 \times 0.668 = 6,826.96$ kg CH_4 / ปี

หรือ $\frac{6,826.96}{1,000} = 6.83$ tonCH_4 / ปี

ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปีคำนวณได้ดังนี้

ไก่จำนวน 56,000 ตัวปล่อยก๊าซเรือนกระจก $6.83 \times 25 = 170.75$ton CO2-eqต่อปี

ถ้าไก่ 1 ตัว คำนวณได้ดังนี้ $\frac{170.75}{56,000} = 3.05 \times 10^{-3}$ton CO_2-eqต่อปี

3) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการนำไปใช้งานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 100 ลบ.ม.

ในกระบวนการนำไปใช้งานแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำไปใช้งาน และส่วนของการทดแทนการปล่อยก๊าซเรือนกรจกจากการนำไปใช้งาน

การปล่อยก๊าซจากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

จากสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยมีเทน 65 % ที่ความหนาแน่น 0.668 kg อัตราการผลิตไฟฟ้า อยู่ที่ 1.4 kWh ต่อ ลบ.ม. และไก่ 1 ตัว เกิดก๊าซชีวภาพ5 ลิตร / วัน

ตัวอย่าง การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำก๊าซชีวภาพไปเผาไหม้เพื่อการผลิตไฟฟ้าของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 700 ลบ.ม.

ไก่ไข่ 56,000 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ $56,000 \times 5 = 280,000$ ลิตรหรือ 280ลบ.ม. / วันงานวิจัยนี้นำก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนการผลิตไฟฟ้า

ดังนั้น $280 \times 365 = 102,200$ลบ.ม. /ปี

$65\% \times 102,200 = 66,430$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$66,430 \times 0.668$ = 44,375.24 CH_4 / ปี

$\frac{44,375.24}{1,000}$ = 44.37 tonCH_4 / ปี

ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต่อปี คือ $44.37 \times \frac{16}{44}$ = 16.14 ton CO_2-eqต่อปี

จะได้ไก่ 1 ตัว จะปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้ $\frac{16.14}{56,000}$ = 2.88 x 10^{-4} ton CO_2-eqต่อปี

การทดแทนการปล่อยก๊าซจากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

ไก่ไข่ 56,000 ตัว เกิดก๊าซชีวภาพ 280ลบ.ม. /วัน

ดังนั้น 280x 1.4 = 392 kWh/วัน หรือ 143,080 kWh/ปี

ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1kWh โดยวิธี IPCC 2007 GWP 100a version 1.01 พบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น 0.5610 kg CO_2/ kWh

ดังนั้น 143,080x 0.5610 = 80,267.88 kg CO_2-eqต่อปี หรือ 80.27 ton CO_2-eqต่อปี

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 1,000 ลบ.ม.

ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ กระบวนการจัดหาวัตถุดิบ, กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ และกระบวนการนำไปใช้งาน ซึ่งผลการคำนวณ แสดงดังนี้

1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการจัดหาวัตถุดิบของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 1,000 ลบ.ม.

กระบวนการจัดหาวัตถุดิบของระบบก๊าซชีวภาพ สามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซชีวภาพจากการใช้วัสดุ ได้แก่ เหล็ก อิฐ คอนกรีต PVC ลวด พลาสติกPE และสแตนเลส

การใช้วัสดุที่ผลิตจากเหล็กดังนี้

เหล็ก RB 6มม. จำนวน	392	เส้น	หนัก 392x 0.222 = 87.02	กิโลกรัม
เหล็ก RB 9 มม. จำนวน	431	เส้น	หนัก 431x 0.499 = 215.07	กิโลกรัม
เหล็ก RB 12 มม. จำนวน	485	เส้น	หนัก 485 x 0.888 = 430.68	กิโลกรัม
ตะปู			หนัก	267.00 กิโลกรัม
รวมน้ำหนักเหล็กทั้งหมด			หนัก	999.77กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเหล็กคือ 1.7600 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของของเหล็ก คือ

(999.77x 1.7600) / (15 x 1,000) = 1.17×10^{-1} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากอิฐ ดังนี้

ใช้อิฐทั้งหมด จำนวน 1,175 ตารางเมตร

อิฐ 1 ตารางเมตร หนัก 93.75 กิโลกรัม

อิฐจำนวน 332.20 ตารางเมตร หนัก 1,175x 93.75 = 110,156.25 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของอิฐ คือ 0.2391 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอิฐ ต่อปีได้ดังนี้

(110,156.25x0.2391) /(15 x 1,000)= 1.76 ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากคอนกรีตดังนี้

ใช้คอนกรีตทั้งหมด จำนวน 238.75 ตารางเมตร

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคอนกรีต คือ 261 kg CO_2/ m^3

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคอนกรีต ต่อปีได้ดังนี้

(238.75x 261) / (15 x 1,000) = 4.15 ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจาก PVC ดังนี้

ท่อ PVC 3" c 8.5 จำนวน 5ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 5 x 6.26 = 31.30 kg

ท่อ PVC 4" c 8.5 จำนวน 8ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 8 x 10.17 = 81.36 kg

ท่อ PVC 6" c 8.5 จำนวน 26ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 26 x 21.29 = 553.54 kg

ท่อ PVC 8" c 8.5 จำนวน 7ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 7 x 32.87 =230.09 kg

รวมน้ำหนักท่อ PVC ทั้งหมดได้ 896.29 kg

ค่าสัมประสิทธิ์ ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ PVC คือ 1.1983kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของท่อ PVC ต่อปีได้ดังนี้

(896.29 x 1.1983) / (15 x 1,000) =7.16 x 10^{-2} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากลวด ดังนี้

ใช้ลวดทั้งหมด จำนวน 265.80 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของลวด คือ 1.6878kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของลวดต่อปี ได้ดังนี้

(265.80x 1.6878) / (15 x 1,000) = 2.99 x 10^{-2} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากพลาสติกPE ดังนี้

ใช้พลาสติก PE ทั้งหมด จำนวน 1,251.2 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพลาสติก คือ 2.6360 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพลาสติก PE ต่อปีได้ดังนี้

(1,251.2x 2.6360) / (15 x 1,000) = 2.20 x 10^{-1} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากสเตนเลสดังนี้

สเตนเลสขนาด 3/16 นิ้วจำนวน 114 เมตรหนัก 0.86 x 114 = 98.04 กิโลกรัม

ใช้สเตนเลสทั้งหมด จำนวน 98.04 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสเตนแลส คือ 5.3360 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสเตนเลส ต่อปีได้ดังนี้

(98.04x 5.3360) / (15 x 1,000) = 3.49 x 10^{-2} ton CO_2-eqต่อปี

2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 1,000 ลบ.ม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ค4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในบ่อดักขน/กรวดทราย ของระบบบ่อ 1,000 ลบ.ม.

อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	ค่าเฉลี่ยต่อปีชั่วโมงต่อวัน	รวมต่อปี
เครื่องสูบน้ำ	1.5	8	4,380.00
เครื่องกวนส่วนผสม	1.1	1.25	501.88
รวม			4,881.88

หมายเหตุ ระยะเวลาของการใช้งานของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพของงานวิจัยใช้ 365 วัน

การใช้ไฟฟ้ารวม 4,881.88 x 0.561 = 2,738.73 kg CO_2-eqต่อปี หรือ 2.74tonCO_2-eqต่อปี

บ่อรวมน้ำเสีย

มีน้ำเสียเข้าระบบ วันละ 90 ลบ.ม.

จะมีน้ำเสียเข้าระบบ 365 x 90 = 32,850 ลบ.ม./ปี

ค่าสัมประสิทธิ์ ของการบำบัดน้ำเสีย คือ 0.0012 kg CO_2/L

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งหมดคือ (32,850x 0.0012)/1000 = 0.04 tonCO_2-eqต่อปี

การรั่วไหลของก๊าซมีเทน

ไก่ไข่ 1 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ 5 ลิตร

ไก่ไข่ 80,000 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ 80,000 × 5 = 400,000 ลิตร

หรือ 400 ลบ.ม.

ประมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่ได้ทั้งปี 146,000 ลบ.ม./ปี

ปริมาณมีเทนรั่วไหล 10 % ของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้

ดังนั้นปริมาณมีเทนรั่วไหลในหนึ่งปี เท่ากับ 146,000 × 10% = 14,600ลบ.ม. / ปี

ความหนาแน่นของมีเทน 0.668 kg / ลบ.ม.

ดังนั้นความหนาแน่นของมีเทนในหนึ่งปีเท่ากับ 14,600 × 0.668 =9,752.80 kg CH_4 / ปี

หรือ $\frac{9,752.80}{1,000}$ = 9.75 tonCH_4 / ปี

ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปีคำนวณได้ดังนี้

ไก่จำนวน 80,000 ตัวปล่อยก๊าซเรือนกระจก 9.75 × 25 = 243.75ton CO2-eqต่อปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าไก่ 1 ตัว คำนวณได้ดังนี้ $\frac{243.75}{80,000}$ = 3.05 x 10^{-3} ton CO_2-eqต่อปี

3) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการนำไปใช้งานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 700 ลบ.ม.

ในกระบวนการนำไปใช้งานแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำไปใช้งาน และส่วนของการทดแทนการปล่อยก๊าซเรือนกรจกจากการนำไปใช้งาน

การปล่อยก๊าซจากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

จากสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยมีเทน 65 % ที่ความหนาแน่น 0.668 kg อัตราการผลิตไฟฟ้า อยู่ที่ 1.4 kWh ต่อ ลบ.ม. และไก่ 1 ตัว เกิดก๊าซชีวภาพ5 ลิตร / วัน

ตัวอย่าง การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำก๊าซชีวภาพไปเผาไหม้เพื่อการผลิตไฟฟ้าของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 1,000 ลบ.ม.

ไก่ไข่ 80,000 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ $80,000 \times 5 =$ 400,000 ลิตรหรือ 400ลบ.ม. / วันงานวิจัยนี้นำก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนการผลิตไฟฟ้า

ดังนั้น 400×365 = 146,000ลบ.ม. /ปี

$65\% \times 146,000$ = 94,900

$94,900 \times 0.668$ = 63,393.20 kg CH_4 / ปี

$\frac{63,393.20}{1,000}$ = 63.39 tonCH_4 / ปี

ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต่อปี คือ $63.39 \times \frac{16}{44}$ = 23.05 ton CO_2-eqต่อปี

จะได้ไก่ 1 ตัว จะปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้ $\frac{23.05}{80,000}$ = 2.88 x 10^{-4} ton CO_2-eqต่อปี

การทดแทนการปล่อยก๊าซจากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

ไก่ไข่ 80,000 ตัว เกิดก๊าซชีวภาพ 400ลบ.ม. /วัน

ดังนั้น 400x 1.4 = 560 kWh/วัน หรือ 204,400 kWh/ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1kWh โดยวิธี IPCC 2007 GWP 100a version 1.01 พบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น 0.5610 kg CO_2/ kWh

ดังนั้น 204,400x 0.5610 = 114,668.40 kg CO_2-eqต่อปี หรือ 114.67 ton CO_2-eqต่อปี

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 3,000 ลบ.ม.

ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ กระบวนการจัดหาวัตถุดิบ, กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ และกระบวนการนำไปใช้งาน ซึ่งผลการคำนวณ แสดงดังนี้

1) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการจัดหาวัตถุดิบของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 100 ลบ.ม.

กระบวนการจัดหาวัตถุดิบของระบบก๊าซชีวภาพ สามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซชีวภาพจากการใช้วัสดุ ได้แก่ เหล็ก อิฐ คอนกรีต PVC ลวด พลาสติกPE และสแตนเลส

การใช้วัสดุที่ผลิตจากเหล็กดังนี้

เหล็ก RB 6มม. จำนวน	3,204 เส้น	หนัก 3,204x 0.222 =711.29	กิโลกรัม
เหล็ก RB 9 มม. จำนวน	707	เส้นหนัก 707x 0.499 = 352.80	กิโลกรัม
เหล็ก RB 12 มม. จำนวน	2055	เส้นหนัก 2,055x 0.888 =1,824.84	กิโลกรัม
เหล็กกลม 48.60x2.30mmจำนวน	8	เส้นหนัก 8 x 2.63 = 21.04	กิโลกรัม
เหล็กกลม 48.60x3.20mm จำนวน	2	เส้นหนัก 2 x 3.58 = 7.16	กิโลกรัม
ตะปู		หนัก	433.50 กิโลกรัม
รวมน้ำหนักเหล็กทั้งหมด		หนัก	3,364.09กิโลกรัม
ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเหล็กคือ			1.7600 kg CO_2/kg
ระยะเวลาโครงการ คือ	15	ปี	

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของของเหล็ก คือ

(3,364.09x 1.7600) / (15 x 1,000) = 3.95 x 10^{-1} ton CO_2-eqต่อปี **การ**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้วัสดุที่ผลิตจากอิฐ ดังนี้

ใช้อิฐทั้งหมด จำนวน 1,484.18 ตารางเมตร

อิฐ 1 ตารางเมตร หนัก 93.75 กิโลกรัม

อิฐจำนวน 1,484.18 ตารางเมตร หนัก 1,484.18x 93.75 = 139,141.63กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของอิฐ คือ 0.2391 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอิฐ ต่อปีได้ดังนี้

(139,141.63x0.2391) /(15 x 1,000)= 2.22 ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากคอนกรีต ดังนี้

ใช้คอนกรีตทั้งหมด จำนวน 751 ตารางเมตร

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคอนกรีต คือ 261 kg CO_2/ m^3

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคอนกรีต ต่อปีได้ดังนี้

(751x 261) / (15 x 1,000) = 13.07 ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจาก PVC ดังนี้

ท่อ PVC 1.5" c 8.5 จำนวน 255 เมตร น้ำหนักทั้งหมด 255 x 1.89 = 481.95 kg

ท่อ PVC 2" c 8.5จำนวน 7 ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 7 x 2.98 = 20.86 kg

ท่อ PVC 4" c 8.5จำนวน 21ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 21 x 10.17 = 213.57 kg

ท่อ PVC 6" c 8.5จำนวน 53ท่อ น้ำหนักทั้งหมด 53 x 21.29 = 1,128.37 kg

รวมน้ำหนักท่อ PVC ทั้งหมดได้ 1829.85 kg

ค่าสัมประสิทธิ์ ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ PVC คือ 1.1983kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของท่อ PVC ต่อปีได้ดังนี้

(1,829.85 x 1.1983) / (15 x 1,000) =1.46×10^{-1} ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากลวด ดังนี้

ใช้ลวดทั้งหมด จำนวน 467.00 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของลวด คือ 1.6878kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของลวดต่อปี ได้ดังนี้

$(467 \times 1.6878) / (15 \times 1,000) = 5.25 \times 10^{-2}$ ton CO_2-eqต่อปี

การใช้วัสดุที่ผลิตจากพลาสติก PE ดังนี้

ใช้พลาสติก PE ทั้งหมด จำนวน 1600.80 กิโลกรัม

ค่าสัมประสิทธิ์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพลาสติก คือ 2.6360 kg CO_2/kg

ระยะเวลาโครงการ คือ 15 ปี

ดังนั้นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพลาสติก PE ต่อปีได้ดังนี้

$(1,600.80 \times 2.6360) / (15 \times 1,000) = 2.81 \times 10^{-1}$ ton CO_2-eqต่อปี

2) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 3,000 ลบ.ม.

ตารางที่ ค5 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในบ่อดักขน/กรวดทราย ของระบบบ่อ 3,000 ลบ.ม.

อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	ค่าเฉลี่ยต่อปีชั่วโมงต่อวัน	รวมต่อปี
เครื่องสูบน้ำ 2 เครื่อง	2	8	11,680
เครื่องกวนส่วนผสม 4 เครื่อง	1.5	3.5	7,665
รวม			19,345

หมายเหตุ ระยะเวลาของการใช้งานของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพของงานวิจัยใช้ 365 วัน

การใช้ไฟฟ้ารวม19,345 x 0.561 = 10,852.55 kg CO_2-eqต่อปี หรือ 10.85tonCO_2-eqต่อปี

บ่อรวมน้ำเสีย

มีน้ำเสียเข้าระบบ วันละ 360 ลบ.ม.

จะมีน้ำเสียเข้าระบบ 365 x 360 = 131,400 ลบ.ม./ปี

ค่าสัมประสิทธิ์ ของการบำบัดน้ำเสีย คือ 0.0012 kg CO_2/L

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้น การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งหมดคือ (131,400x 0.0012)/1000 =0.16 tonCO_2-eqต่อปี

การรั่วไหลของก๊าซมีเทน

ไก่ไข่ 1 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ 5 ลิตร

ไก่ไข่ 240,000 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ $240,000 \times 5 =$ 1,200,000 ลิตร

หรือ 1,200 ลบ.ม.

ประมาณการเกิดก๊าซชีวภาพที่ได้ทั้งปี 438,000 ลบ.ม./ปี

ปริมาณมีเทนรั่วไหล 10 % ของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้

ดังนั้นปริมาณมีเทนรั่วไหลในหนึ่งปี เท่ากับ $438,000 \times 10\% = 43,800$ ลบ.ม. / ปี

ความหนาแน่นของมีเทน 0.668 kg / ลบ.ม.

ดังนั้นความหนาแน่นของมีเทนในหนึ่งปีเท่ากับ $43,800 \times 0.668 = 29,258.40$ kg CH_4 / ปี

หรือ $\frac{29,258.40}{1,000} = 29.26$ tonCH_4 / ปี

ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปีคำนวณได้ดังนี้

ไก่จำนวน 80,000 ตัวปล่อยก๊าซเรือนกระจก $29.26 \times 25 = 731.46$ton CO2-eqต่อปี

ถ้าไก่ 1 ตัว คำนวณได้ดังนี้ $\frac{731.46}{240,000} = 3.05 \times 10^{-3}$ ton CO_2-eqต่อปี

3) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการนำไปใช้งานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 100 ลบ.ม.

ในกระบวนการนำไปใช้งานแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำไปใช้งาน และส่วนของการทดแทนการปล่อยก๊าซเรือนกรจกจากการนำไปใช้งาน

การปล่อยก๊าซจากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

จากสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยมีเทน 65 % ที่ความหนาแน่น 0.668 kg อัตราการผลิตไฟฟ้า อยู่ที่ 1.4 kWh ต่อ ลบ.ม. และไก่ 1 ตัว เกิดก๊าซชีวภาพ5 ลิตร / วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่าง การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการนำก๊าซชีวภาพไปเผาไหม้เพื่อการผลิตไฟฟ้าของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 1,000 ลบ.ม.

ไก่ไข่ 240,000 ตัว ให้อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ 240,000 × 5 = 1,200,000 ลิตรหรือ1,200 ลบ.ม. /วัน งานวิจัยนี้นำก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนการผลิตไฟฟ้า

ดังนั้น $1,200 \times 365 = 438,000$ ลบ.ม. /ปี

$65\% \times 438,000 = 284,700$

$284,700 \times 0.668 = 190,179.60$ kg CH_4 / ปี

$\frac{190,179.60}{1,000} = 190.18$ tonCH_4 / ปี

ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต่อปี คือ $190.18 \times \frac{16}{44} = 69.16$ ton CO_2-eqต่อปี

จะได้ไก่ 1 ตัว จะปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้ $\frac{69.16}{240,000} = 2.88 \times 10^{-4}$ ton CO_2-eqต่อปี

การทดแทนการปล่อยก๊าซจากการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน

ไก่ไข่ 240,000 ตัว เกิดก๊าซชีวภาพ 1,200ลบ.ม. /วัน

ดังนั้น 1,200x 1.4 = 1,680 kWh/วัน หรือ 613,200 kWh/ปี

ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1kWh โดยวิธี IPCC 2007 GWP 100a version 1.01 พบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น 0.5610 kg CO_2/ kWh

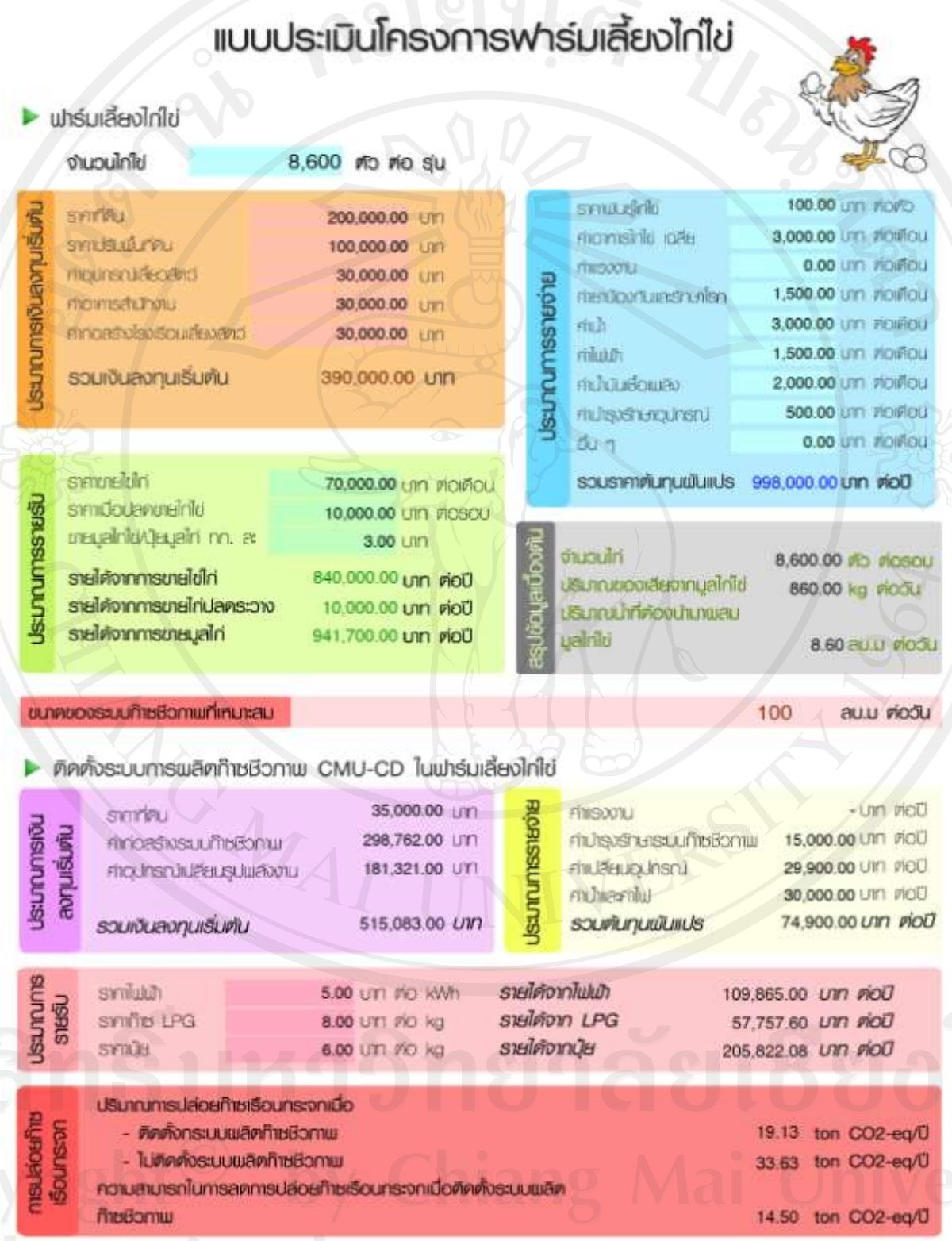
ดังนั้น 613,200 x 0.5610 = 344,005.20 kg CO_2-eqต่อปี หรือ 344.01 ton CO_2-eqต่อปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

แบบประเมินโครงการฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ ง1 แบบประเมินโครงการฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ หน้าที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระแสเงินสด

กระแสเงินสดของการติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

กระแสเงินสด (บาท)

ปี	เมื่อผลิตไฟฟ้าและปุ๋ย	เมื่อผลิตก๊าซ LPG และ ปุ๋ย
0	-515,083.00	-515,083.00
1	270,687.08	218,579.68
2	284,221.43	229,508.66
3	298,432.51	240,984.10
4	313,354.13	253,033.30
5	299,121.84	254,321.43
6	345,472.93	278,969.22
7	362,746.58	292,917.68
8	380,883.90	307,563.56
9	399,928.10	322,941.74
10	390,024.50	263,017.68
11	440,920.73	356,043.27
12	462,966.77	373,845.43
13	486,115.11	392,537.70
14	510,420.86	412,164.59
15	535,941.90	432,772.82
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	1,767,658.37	1,321,646.19
อัตราผลตอบแทนการลงทุน	57.08%	46.75%
ระยะเวลาคืนทุน	0.95	1.18

กระแสเงินสดของระบบผลิตก๊าซชีวภาพและฟาร์มไก่ไข่

กระแสเงินสด (บาท)

ปี	เมื่อผลิตไฟฟ้าและปุ๋ย	เมื่อผลิตก๊าซ LPG และ ปุ๋ย
0	-905,083.00	-905,083.00
1	122,687.08	70,579.68
2	128,821.43	74,108.66
3	135,262.51	77,814.10
4	142,025.63	81,704.80
5	119,226.91	55,890.04
6	156,583.26	90,079.54
7	164,412.42	94,583.52
8	172,633.04	99,312.70
9	181,264.69	104,278.33
10	160,427.93	79,592.25
11	199,844.33	114,966.86
12	209,836.54	120,715.20
13	220,328.37	126,750.96
14	231,344.79	133,088.51
15	242,912.03	139,742.94
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	10,590,247.66	10,144,235.48
อัตราผลตอบแทนการลงทุน	14.73%	0.00%
ระยะเวลาคืนทุน	5.28	9.17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ง2 แบบประเมินโครงการฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ หน้าที่ 2

บทความงานวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

International Journal of Environmental Engineering and Management
ISSN 2231-1319 Volume 3, Number 2 (2012), pp. 89-96
© Research India Publications
http://www.ripublication.com

Life Cycle Greenhouse Gas Assessment of Biogas System for Layer Chicken Farms

***Sasirinna Chomchuen and Pruk Aggarangsi**

Department of Mechanical Engineering,
Faculty of Engineering, Chiang Mai University,
Chiang Mai, 50200 Thailand.
**Corresponding Author E-mail: Sasirinna_eng@hotmail.com*

Abstract

Currently, the increasing number of layers farms in Thailand has been affecting the increasing of environmental situations as well as pollution both in farms and in neighboring community. Those problems include odour pollution and larger number of flies resulting from the chicken daily manure which is the primary cause of carbon dioxide and methane emission. Chicken manure converted into organic fertilizer before an implementation of biogas technology system will generate approximately 4 kilograms CO_2-eq of greenhouse gas per layer per year. The biogas technology system is considered useful as its treatment system can reduce such problems including methane emission. Moreover, methane gas can be used as an effective renewable energy. This research study conducted the assessment of greenhouse gas emission throughout life cycle of Chiang Mai University Channel Digester (CMU-CD) with the capacity of 1, 000 $m^3$and the ability to handle 80, 000 layers. It was found that biogas technology system could reduce greenhouse gas emission at 1.96 kilograms CO_2-eq per layer per year.

Keywords: Life cycle assessment, Greenhouse gas, Chiang Mai University-Channel Digester (CMU-CD)

Introduction

At present, there are only a few number of layer farms in Thailand where biogas technology system is installed. Chicken manure as raw material has a good potential for the production of biogas anaerobically. (See table 1) Primary compositions of biogas comprise of Methane gas (50%), Carbon Dioxide (30-40%) and other gases.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 1: Potentiality of Biogas Production from animal manure [1].

Types of Animal Manure	Volumetric Biogas (m^3) per one kilogram of animal manure
Cattle Manure	0.023-0.040
Swine Manure	0.040-0.059
Poultry Manure	0.065-0.116

The biogas technology system is considered an effective option since Thailand has been an agricultural country where number of layer farms has been increasing rapidly. Larger amounts of chicken manure could be a main cause of carbon dioxide and methane emission; therefore, the biogas technology system can help to reduce such pollutions as chicken manure can be a primary output to produce biogas as a renewable energy such as generate electricity using in the farm.

Owing to the layer farms potential survey in Thailand, it was founded that there were a total number of 280 million layers and broilers which maximun capacity to produce biogas is aggregated 462 million cubic meters (m^3) per year. This amount of biogas is able to generate 554.4 million units of electricity per year which is equivalent to 1, 663.2 million baht.[3]

At present, most of the poultry farm owners pay lots of interest in biogas technology system due to the epidemic diseases such as bird flu causing difficulty in selling chicken manure. The biogas technology system, anerobic digestion is the best as animal waste will be treated and be converted into renewable energy using in farms. (Table 1) However, there is no official analytical data for the total amount of carbon dioxide emission from biogas technology system. This research project is an initiative idea to evaluate greenhouse gas emission throughout the life cycle of biogas technology system for layer farms.

Methodology

The CMU-CD assessment was conducted by utilizing the International Organisation for Standardisation (ISO) which provides guidelines for conducting Life Cycle Assessment (LCA) within the series ISO 14040. The calculation was carried out in the form of carbon dioxide equivalent (kg CO_2-eq).The main phases of an LCA are as follows:

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

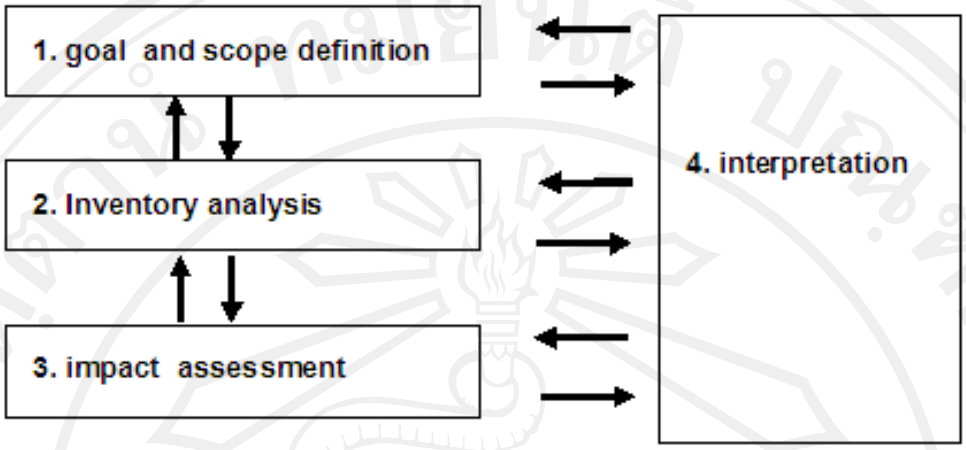


Figure 1: LCA Assessment Phases

Goal and Scope Definition

Goal Definition

Assessment on the environmental impact throughout the life cycle of the biogas system for the laying farms.

Perform the environmental impact assessment (EIA) throughout life cycle of biogas technology system for layer farm

Knowledge on the impact reduction towards environment that received the impact from the Chiangmai University Climatic Digester Draft (CMU-CD) biogas production system.

Perceive the guideline to reduce environmental impact towards CMU-CD biogas technology system

Functional Unit

The functional unit is used to quantify reference unit for all data in the study. In this research, functional unit is the biogas technology system CMU-CD with the total capacity 1, 000 m^3 that can be used for 15 years maximum. [5]

Scope of the study

LCA is conducted by collecting all data and evaluate the greenhouse gas emission obtained from the life cycle of biogas system excluding other environmental impacts. Life cycle of biogas technology system from chicken manureis divided into 3 processes: Providing raw materials for biogas system, biogas production process and application as illustrated in figure 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

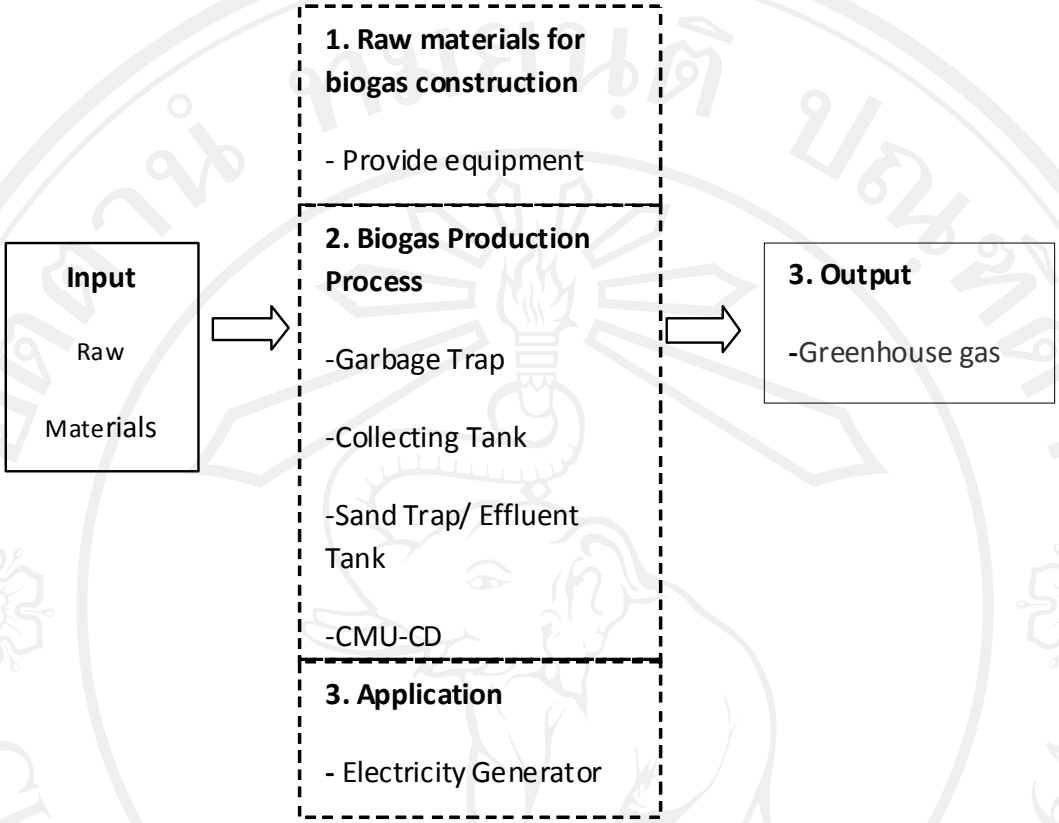


Figure 2: Scope of the study-Assessment of Greenhouse Gas Emission throughout Life Cycle of Biogas Technology System

Inventory Analysis

In this research, inventory analysis means collecting all relevant data involving environmental circumstances from all various processes as determined in the goal and scope definitionas well as calculating quantity of inputs and outputs of the product system. [6] Details of each step are as follows:

Inventory of raw materials providing process for biogas system construction

Inventory of raw materials providing and using process for biogas system applied database from abroad. Primary raw materials for biogas production process is Steel, Brick, Concrete, PVC, Aluminium, Plastic PE and Stainless.

Inventory of biogas production process from layers manure

Table 2 indicated the data collection and the entire process of biogas technology system.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Table 2: Data collection inventory for the study of LCA of biogas technology system

Main Process	**Minor Process**	**Collected Data**
Biogas Production process fromlayers manure	Garbage Trap -Wastewater is forced through multiple garbage traps to prevent clogging before entering the Collecting Tank	Raw Materials, water resource, electrical power
	Collecting Tank - Wastewater is forced to flow to the Sand Trap using electronic pump	Raw Materials, water resource, electrical power
	Effluent Tank / Sand Trap - Trap out non organic materials before entering into the system	Raw Materials, water resource
	CMU-CD -Treated wastewater - Organic sludge	Raw Materials, water resource, electrical power
	Sludge Drainage - Drain sludge at the bottom of the CD and UASB	Raw Materials, water resource
	Sludge Drying Bed - Indigestible sludge acquired from CD will be forced out to the Sludge Drying Bed and require 5-7 days to dry before saleable	Raw Materials, water resource, and pollution
	Treated wastewater -Treated wastewater obtained from CD can be used for agricultural purpose	Water, resource and pollution etc
	Post-Treatment Pond - Post treatment facility for farms intended to release wastewater to public reservoir	Water, resource and pollution etc

Inventory of biogas application to generate electricity

The equation for use in the calculation of electricity production using the biogas.

The equation for use in the combustion of methane gas.

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O \quad (1)$$

This research is used for the environmental impact assessment in terms of global warming. In order to generate electricity, 65% of Methane (CH_4) which is the main composition of biogas and is a good source of renewable energy could run 100 kw electrical generator in Thai Rungrueng Farm. (figure 3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Figure 3: Generator size 100kw[7]

Impact Assessment

Impact Assessment means environmental impact assessment of biogas technology system utilizing data of resources exploitation and waste (inputs and outputs) obtained from an environmental inventory analysis by comparison of all effects in order to prepare data for interpretation of environmental impacts of product system.

In this research project, the result from raw materials, energy usage and waste during the life cycle of biogas technology system was calculated to evaluate environmental impacts in terms of global warming.

Interpretation

Interpretation of environmental impacts assessment process enabled us to perceive the road map to reduce environmental effects. Moreover, it enabled us to realize other factors causing environmental impacts as well as an improvement for better environment.

Results and Discussion

The environmental impact assessment result throughout the life cycle of biogas technology system from chicken manure revealed the amount of greenhouse gas (the main cause of global warming crisis) emission at 1.63×10^2 ton CO_2-eq per year. It was founded that biogas production process released most greenhouse gas which is 2.46×10^2 ton CO_2-eq per year while raw materials for biogas construction released greenhouse gas at 8.66 ton CO_2-eq per year.

Biogas which is used to generate electricity was able to replace greenhouse gas emission from transmission line at 91.62ton CO_2-eq per year. As a result, the overall process could decrease the amount of greenhouse gas emission to the atmosphere.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

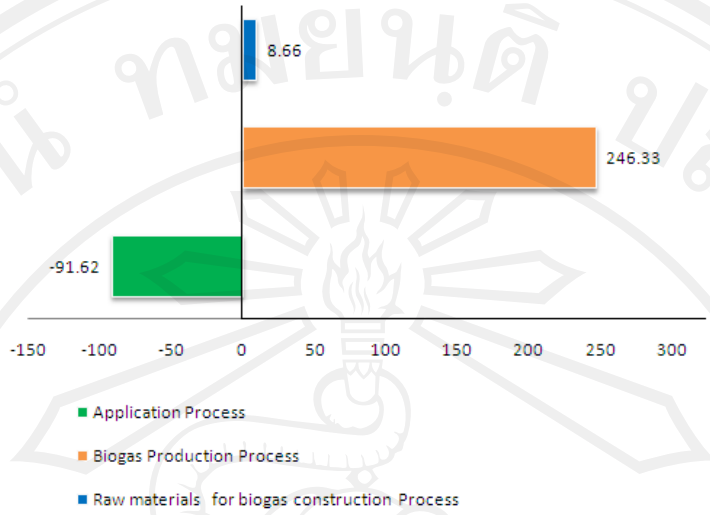


Figure 4: The result of environmental impact assessment throughout life cycle of biogas technology system from layers manure

In comparison between before and after the implementation of biogas technology system in layer farms with 80, 000 layers, the research resulted indicated that the amount of greenhouse gas emission in layers farms without an implementation of biogas system was 0.1097 kg CO_2-eq, meaning that fertilizer production process caused 8.77 X 10^2 kg CO_2-eq of greenhouse gas emission per day or 3.20 X 10^2ton CO_2-eq per year.

It could be said that one layer released 4 kg CO_2-eq per year. For layer farms after an implementation of biogas technology system, the assessment of greenhouse gas emission throughout life cycle of biogas technology system from layers manure revealed that one layer released 2.04 kg CO_2-eq per year; therefore, one layer (after an implementation of biogas technology system) reduced 1.96 X 10^{-3} ton CO_2-eq per year.

Table 3: The result of greenhouse gas assessment in biogas technology system

Impact Assessment	**Volumetric Biogas (kg CO_2-eq)**
Before biogas technology system installation	4.00
After biogas technology system installation	2.04

Concluding Remarks

According to the life cycle assessment of biogas technology system, it was founded that greenhouse gas emission, the main cause of global warming and the main impact on environment was aggregated 1.63 X 10^2ton CO_2-eq per year. The biogas

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

production process released most greenhouse gas which is 2.46 X 10^2 ton CO_2-eq per year due to the fact that methane leakage in the biogas plant. Considering layer farms without biogas technology system, one layer released greenhouse gas at 4 kg CO_2-eq per year while one layer with an implementation of biogas technology system released 2.04 kg CO_2-eq of greenhouse gas per year; therefore, after the implementation of biogas technology system, one layer could reduce the amount of greenhouse gas emission at 1.96 kg CO_2-eq per year.

Acknowledgement

I would like to express my gratitude to my advisor, Dr. Pruk Aggarangsi for his valued advice during the revision of this manuscript. Also, my deep appreciation goes to the Energy Research and Development Institute-Nakornping, Chiang Mai University where I could get some necessary information and data. Without this organization, it would have been difficult for me to carry this project to completion.

Special thanks are also extended to Thai Rungrueng Farm and senior students who are working for the Energy Research and Development Institute-Nakornping, Chiang Mai University for their help and great support.

References

[1] United Nations. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Energy resources development series.(1984), New York.

[2] The Ministry of Agriculture and Cooperative. Department of Animal Husbandry.2010 Statistical Collection, the Ministry of Agriculture and Cooperative.

[3] Department of Alternative Energy Resources and Energy Preservation. 2010 Annual Report 2010. Ministry of Energy

[4] Technical Committee for the Carbon Footprint of products. 2011 Methods to estimate the carbon footprints of products. The management Organization of Greenhouse Products. Ministry of Environment and Natural Resources.

[5] The Energy Research and Development Institute-Nakornping. 2010 Chiangmai Biogas Technology, Chiangmai University

[6] Jakkraphong Yamyim 2010 Comparison on Green gas assessment, biogas technology through the mechanism of clean development and life cycle assessment. Master Degree Thesis of Engineering, Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Chiangmai University

[7] The Thai Ruing Rueng Farm (2011/17/ December) Electrical System (online) source www. Trrfarm.in.th

[8] The Nakhornphing Institute for research and development. 2011 Chiangmai Biogas Technology, Chiangmai University

[9] Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. Working Group I Report Climate. Change, 2007

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล นางสาวศศิรินนา ชมชื่น

วัน เดือน ปีเกิด 18 มกราคม 2529

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2547
สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved