บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นับตั้งแต่โลกประสบปัญหาด้านน้ำมันดิบที่มีราคาสูงขึ้นตลอดเวลา อีกทั้งปริมาณการผลิตลดน้อยลงโดยกลุ่มประเทศโอเปค จึงทำให้ประเทศต่าง ๆ ต้องพยายามที่จะหาพลังงานด้านอื่น ๆ มาดทดแทน เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในพืชบางชนิด อันได้แก่ การผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังและอ้อย ที่ทำอย่างกว้างขวางในบราซิล การผลิตแอลกอฮอล์จากข้าวโพดในประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ประเทศไทยก็มีความเคลื่อนไหวทางด้านพลังงานทดแทนเช่นกัน เช่น การผลิตน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ การผลิตน้ำมันจากมะพร้าวหรือปาล์ม

ก๊าซชีวภาพ (Biogas) ที่ได้จากการหมักมูลสัตว์ต่าง ๆ จากสารอินทรีย์ที่เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นก๊าซที่ใช้พลังงานทดแทนชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางทั่วโลกมาช้านาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศกสิกรรม เช่น ไทย จีน อินเดีย ไต้หวัน เป็นต้น ซึ่งผลที่ได้จากก๊าซที่สามารถใช้จุดไฟเป็นเชื้อเพลิง หรือให้แสงสว่างแล้ว ยังก่อให้เกิดการกำจัดของเสียสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ อย่างเหมาะสมและถูกสุขาภิบาล อีกทั้งอินทรีย์วัตถุที่ได้หลังจากการหมักยังใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม เพื่อใช้ทำปุ๋ยสำหรับพืชผลต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีด้วย

ในประเทศไทยได้เริ่มมีความสนใจในด้านก๊าซชีวภาพประมาณ ปี พ.ศ. 2508 โดยศูนย์สุขาภิบาล เขต 1 กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งมีที่ทำการอยู่ที่อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี ได้เป็นผู้ริเริ่มงานด้านก๊าซชีวภาพโดยได้จัดสร้างชุดหมักก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ขึ้นเป็นครั้งแรกที่ตำบลบ้านหมี่ อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี จำนวน 2 ชุด เพื่อทำการหมักก๊าซชีวภาพสำหรับการหุงต้ม และเพื่อใช้ให้แสงสว่างในครัวเรือน นอกจากนี้ยังได้ปุ๋ยสำหรับการเกษตรกรรมอีกด้วย ชุดหมักก๊าซชีวภาพดังกล่าวได้รับผลเป็นอย่างดี จึงได้มีการขยายไปตามศูนย์สุขาภิบาลต่าง ๆ ทั่วประเทศ อุดม (2526) ต่อมาหน่วยงานราชการต่าง ๆ ก็ได้มีการส่งเสริมและเผยแพร่ความรู้ด้านการผลิตก๊าซชีวภาพ เช่น กรมพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย สถาบันการศึกษาระดับสูง เช่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน และสถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เป็นต้น หน่วยงานดังกล่าวได้พยายามค้นคว้าวิจัยเพื่อจะให้การผลิตก๊าซชีวภาพมีประสิทธิภาพสูงขึ้นตามลำดับ โดยได้มีการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขแบบชุดหมักต่าง ๆ ที่ใช้กันในประเทศอินเดีย และไต้หวัน เพื่อให้เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในประเทศไทยให้มากที่สุด

ก๊าซชีวภาพคืออะไร ก๊าซชีวภาพเป็นก๊าซธรรมชาติที่เกิดจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ เช่น พืช มูลสัตว์ โดยที่ปฏิกิริยาการย่อยสลายต้องอาศัยจุลินทรีย์บางชนิดที่มีอยู่ในธรรมชาติ

ก๊าซชีวภาพที่ได้เป็นก๊าซที่สามารถติดไฟได้ มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ก๊าซมีเทน (CH4) ในความเข้มข้นค่อนข้างสูงกว่าก๊าซอื่น ๆ ที่ปนอยู่

สุรพล (2526) อธิบายขบวนการและปฏิกิริยาการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพ แสดงด้วยปฏิกิริยาง่าย ๆ ดังนี้

อินทรีย์วัตถุ —(การย่อยสลายโดย แบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ)→ ก๊าซชีวภาพ + กาก จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นใหม่

องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยองค์ประกอบของก๊าซต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ก๊าซมีเทน	ประมาณ 54-70%
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	ประมาณ 27-45%
ก๊าซออกซิเจน	
ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	ปริมาณน้อยมาก
ไอน้ำ	

วัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ

ในการหมักเพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพจะต้องอาศัยองค์ประกอบต่าง ๆ อันเป็นวัตถุจำเป็นสำหรับการหมักดังต่อไปนี้

1. อินทรีย์วัตถุ
2. แบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobic bacteria)
3. น้ำ

อินทรีย์วัตถุ เป็นวัตถุดิบในการหมักก๊าซชีวภาพ มีมากมายหลายชนิดได้แก่

1. มูลสัตว์ เช่น มูลวัว มูลกระบือ มูลสุกร มูลเป็ด มูลไก่
2. พืชต่าง ๆ เช่น หญ้า ฟาง ผักตบชวา เปลือกถั่วลิสง
3. ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (Waste) เช่น น้ำทิ้งจากโรงงานสุรา โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

สำหรับมูลสัตว์ต่าง ๆ ถ้าใช้มูลสด เช่น มูลโคสด มูลกระบือสด จะทำให้เกิดประสิทธิภาพของก๊าซเกิดขึ้นเร็วกว่าการใช้มูลแห้ง เพราะแบคทีเรียที่อยู่ในมูลสัตว์จะไม่ถูกทำลายไปโดยความร้อนหรือเชื้อราจากภายนอกได้

มูลสัตว์ที่จะนำมาใช้ทำการหมัก จะต้องนำมาผสมน้ำในอัตราส่วนที่พอเหมาะ โดยทั่วไปใช้อัตราส่วน 1 : 1 (1 : 2) ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่นิยมใช้กันมาก เพราะทำให้ประสิทธิภาพของการหมักค่อนข้างสูง นอกจากนี้ถ้าได้มีการนำมูลสัตว์ที่ผสมน้ำในอัตราส่วนดังกล่าวแล้วมาทำการกรองเอากากชิ้นใหญ่ ๆ เช่น เศษหญ้า ฟาง ที่ติดปนมากับมูลสัตว์ ก่อนที่จะระบายลงถังหมักจะช่วยลดปัญหาการอุดตันของระบบต่าง ๆ ในถังหมัก ส่วนพืชที่ใช้ในการหมัก ถ้ามีการสับหรือบดให้มีขนาดเล็ก จะช่วยให้การหมักเกิดขึ้นได้เร็ว ช่วยประหยัดเวลาที่ใช้ในการหมักด้วย

แบคทีเรีย แบคทีเรียที่ใช้ในการหมักเพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ เป็นแบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) แบคทีเรียจำพวกนี้เรียกชื่อกันทั่ว ๆ ไปว่า Methanogenic Bacterien ซึ่งมีมากมายหลายชนิด ส่วนมากจะพบแบคทีเรียชนิดนี้ในโคลนสีดำ กองขยะ มูลสัตว์ที่กินหญ้าหรือฟางเป็นอาหารในทะเลสาบ และในโคลนที่ทับถมก้นของทะเลสาป เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งแบคทีเรียออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ตามรูปร่างของแบคทีเรีย (Morphological) ดังนี้

1. แบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นท่อน (Rod-shaped Bacteria)

แบคทีเรียชนิดนี้ทั้งที่ขยายพันธ์โดยการสร้างสปอร์ (Sporulating) และชนิดไม่สร้างสปอร์ (Non-sporulating) แต่ละชนิดมีสมบัติในการสลายอินทรีย์ให้เกิดก๊าซมีเทนได้ดีแตกต่างกัน Methanogenic Bacteria ที่มีรูปร่างเป็นท่อนมีชนิด m ที่สำคัญดังนี้

1.1 ชนิดไม่สร้างสปอร์

Methanobacterium solmgenli

Methanobacterium formicicum

Methanobacterium propionicum

1.2 ชนิดสร้างสปอร์

Methanobacillus omelianskii

2. แบคทีเรียที่มีรูปร่างกลม (Spherical-shaped Bacteria)

แบคทีเรียที่มีรูปร่างกลมมีหลายชนิดดังนี้

2.1 Bacteria not in sarcina arragement

Methanococcus vaniellii

Methanococcus mazei

2.2 Bacterias in sarcina arrangement

Methanosarcina methanica

Methanesarcina Barkerii

องค์ประกอบที่มีผลต่อขบวนการหมักก๊าซชีวภาพ

ในการหมักก๊าซชีวภาพ โดย Methanogenic Bacteria ให้ได้ประสิทธิภาพสูง จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อขบวนการหมักดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิ เนื่องจากขบวนการหมักต้องอาศัยแบคทีเรียซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิต อุณหภูมิที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อที่จะทำให้แบคทีเรียเหล่านี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีและรวดเร็ว

โดยทั่วไปที่อุณหภูมิปานกลาง (mesophilic) 30-35°C และที่อุณหภูมิสูง (thermophilic) ระหว่าง 50-60°C Bacteria ในกลุ่ม Methane former ก็จะมีทั้ง 2 ชนิดที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิดังกล่าว ในการสร้างถังหมักจึงมักฝังถังหมักไว้ในดิน เพื่อที่จะทำให้อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในเวลากลางวัน และ กลางคืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาว และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกระทันหันมีผลต่อการชะงักของแบคทีเรียและมีผลต่อปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดเป็นอย่างมากต่อไป

2. ความเป็นกรดด่างของสารวัตถุในถังหมัก จากกลไกของขบวนการหมักซึ่งจะต้องเกิดกรดอินทรีย์ขึ้น เพื่อสลายตัวให้ก๊าซมีเทน ดังนั้น ความเป็นกรดของมูลสัตว์ในถังจะมากขึ้นหรือ pH จะมีค่าลดลง และขณะเดียวกันจะต้องมีการสลายตัวให้ก๊าซมีเทน ปฏิกิริยาการเกิดกรดอินทรีย์และการสลายตัวของกรดอินทรีย์ให้ก๊าซมีเทน ควรเกิดขึ้นในอัตราที่เท่า ๆ กัน เพื่อรักษาสมดุลของปฏิกิริยา

มูลสัตว์ $\longrightarrow$ กรดอินทรีย์ $\longrightarrow$ ก๊าซมีเทน + CO_2

ดังนั้น ถ้า pH ของมูลสัตว์ในถังหมักต่ำลง ประสิทธิภาพของการหมักจะลดลงด้วย จึงต้องมีการตรวจ pH ของมูลสัตว์ในถังหมักอยู่เป็นประจำ การปรับ pH ให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ อาจใช้สารละลาย $NaHCO_3$ ในการปรับ pH จะช่วยทำให้เป็น Buffer ของระบบเพื่อป้องกันมิให้มี pH ที่ลดต่ำลงเกินความต้องการหรือควบคุมระดับ pH ด้วยการปรับความเข้มข้นของมูลสัตว์ที่เติมไม่ให้สูงเกินไป

3. ระยะเวลาในการเกิดก๊าซ (Retension times) คือระยะเวลาที่ให้มูลสัตว์ที่ถูกผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำการหมักแล้วเกิดก๊าซอยู่ในบ่อก่อนถึงเวลาถ่ายออกเพื่อให้จุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพ ได้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากพอ ก่อนที่มูลสัตว์จะถูกถ่ายเทออก ปกติควรจะอยู่ในช่วงประมาณ 20-50 วัน ขึ้นอยู่กับขนาดของถังหมัก

4. สารพิษจุลินทรีย์ในถังหมักอาจถูกทำลายได้โดยสารพิษต่าง ๆ เช่น ยาปฏิชีวนะ ซึ่งเกิดจากการขับออกปนกับมูลสัตว์ที่ป่วยและได้รับการรักษาด้วยยาปฏิชีวนะ หรือเกิดจากความไม่ระมัดระวังในการใช้ยาปฏิชีวนะต่าง ๆ ที่เกิดกรดราดมูลสัตว์ นอกจากนี้ยาฆ่าแมลงต่าง ๆ ผงซักฟอก สิ่งเหล่านี้ถ้าปนไปกับมูลสัตว์ เมื่อนำมาเติมลงไปในถังหมักจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียดังกล่าวได้ ทำให้ประสิทธิภาพการหมักลดลง เกิดการชะงักของการเกิดก๊าซชีวภาพ ดังนั้นจึงควรต้องมีการระมัดระวังมูลสัตว์ที่จะถูกแปดเปื้อนด้วยสารพิษดังกล่าวได้ มูลสัตว์ที่มีสิ่งดังกล่าวปนอยู่ ควรแยกไว้สำหรับใช้ในการทำปุ๋ยคอกดีกว่าที่จะนำก๊าซชีวภาพ

5. อาหารเสริม (Supplementary)

ในการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และในการสร้างเซลใหม่ของแบคทีเรีย ต้องการธาตุ C N H และ P สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในมูลสัตว์มีธาตุต่าง ๆ ดังกล่าวครบถ้วนแต่อาจมีธาตุ N ค่อนข้างต่ำ ดังนั้น ถ้าได้มีการเติม Urea หรือเกลือ Ammonium ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มธาตุ N ดังกล่าว ในการเติมจะต้องเติมในปริมาณที่ระดับความเข้มข้นไม่เป็นพิษต่อความเจริญเติบโตของแบคทีเรียดังกล่าว

จากปัจจัยต่าง ๆ ดังที่กล่าวไปซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพของการหมักก๊าซชีวภาพแล้ว ยังมีสิ่งอื่น ๆ ที่มีส่วนในการเพิ่มประสิทธิภาพของการหมักให้สูงขึ้น คือ การกวน (Stirring) มูลสัตว์ในถังหมัก เพื่อให้อุณหภูมิในถังหมักกระจายอย่างสม่ำเสมอ ในปัจจุบันถังหมักก๊าซชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูง ๆ มักมีการสร้างที่กวน (Stirrer) ติดอยู่ในถังหมัก (Builtin) เพื่อกวนมูลสัตว์ในถังหมักตลอดเวลา

ระบบของการหมักก๊าซชีวภาพ

การหมักก๊าซชีวภาพมีระบบการหมักได้หลายแบบ แต่ละแบบเหมาะสมกับทุนทรัพย์ในการสร้าง งานที่ใช้ และปริมาณของมูลสัตว์ที่จำเป็นต้องใช้ในการหมัก ระบบการหมักก๊าซชีวภาพที่นิยมใช้ปฏิบัติกันโดยทั่วไปมี 3 แบบดังนี้ คือ

1. แบบเติมครั้งเดียว (Batch operation) เป็นระบบการหมักที่เติมมูลสัตว์ให้เต็มในบ่อหมักหรือถังหมัก แล้วทำการหมักจนสารอินทรีย์สลายตัวให้ก๊าซจนหมด แล้วทำการสูบหรือตัก

ตะกอนและกากของสารที่เหลือจากการหมักออก แล้วเติมมูลสัตว์ลงไปใหม่แล้วทำการหมักอีกเช่นนี้เรื่อย ๆ ไประบบการหมักแบบเติมครั้งเดียวนี้เหมาะสำหรับกรณีที่มีมูลสัตว์ปริมาณมาก แต่ไม่มีตลอดระยะเวลาอันสั้น ๆ หรือมีประจำ ประสิทธิภาพของการหมักในระบบนี้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากปริมาณก๊าซที่เกิดไม่ค่อยจะคงที่ ในช่วงต้น ๆ และท้าย ๆ ของการหมักจะได้ก๊าซชีวภาพที่องค์ประกอบของมีเทนค่อนข้างต่ำ

2. แบบกึ่งต่อเนื่อง (Semi-Centinuou Operation) เป็นระบบการหมักที่มีท่อสำหรับเติมมูลสัตว์ลงในถังหมัก แล้วขับมูลเก่าในถังหมักให้ล้นออกมา การเติมมูลสัตว์จะเติมในปริมาณที่คงที่ในระยะเวลาที่กำหนดไว้เช่น เติมทุกวัน เติมวันเว้นวัน หรือเติมวันเว้น 2 วัน ขึ้นอยู่กับขนาดของถังหมัก ระบบการหมักแบบนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแรก ปริมาณก๊าซที่เกิดค่อนข้างคงที่ ส่วนมากระบบการหมักแบบนี้ใช้สำหรับกรณีที่มีลูกสัตว์ปริมาณน้อยแต่เป็นประจำในปริมาณที่ไม่มากนัก

3. แบบต่อเนื่อง (Continuous Operation) เป็นระบบการหมักที่มีการเติมมูลสัตว์และระบบมูลสัตว์ออกตลอดเวลา ด้วยอัตราการไหลของมูลสัตว์เข้า และออกคงที่ ระบบการหมักแบบนี้มีประสิทธิภาพสูง แต่การควบคุมค่อนข้างจะยุ่งยากลำบาก เพราะจะต้องควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ไปพร้อมกับควบคุมการไหลเข้าออกของมูลสัตว์ให้สมดุลกันตลอดเวลา ระบบการหมักแบบนี้เหมาะสำหรับกิจการใหญ่ ๆ ที่ต้องการก๊าซชีวภาพปริมาณมากและมีมูลสัตว์ปริมาณมาก ๆ และมีเป็นประจำสม่ำเสมอในปริมาณที่คงที่

จากการศึกษาทดลองในปัจจุบัน ในระบบการหมักแบบต่าง ๆ ดังได้กล่าวไป ถ้าได้มีการเพิ่มตัวกลางในถังหมัก (Anaerobic Packed-Bed Digestor) โดยมีหลักการเพื่อเพิ่มปริมาณ Bacteria ในถังหมักเพราะจากการทดลองพบว่าปริมาณของแบคทีเรีย เป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ผิวของตัวกลาง ถ้ามีการเพิ่มพื้นที่ผิวในถังหมักให้มาก ๆ ปริมาณของแบคทีเรียที่เกิดก็จะสูงตามด้วย ขบวนการเกิดก๊าซมีเทน (Methanlogenesis) จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ก็จะสูงตามด้วย นอกจากนี้ควรจะมีช่องว่างของตัวกลางค่อนข้างสูงด้วย เพื่อที่จะให้แบคทีเรีย สะสมอยู่ในช่วงว่างของตัวกลางได้นานขึ้นก่อนที่จะถูกสกัดออกไปจากถังหมัก

ได้มีการศึกษาการใช้ตัวกลางต่าง ๆ บรรจุในถังหมักเช่น ใช้ไม้ไผ่รวกตัดเป็นวงแหวนหรือเป็นท่อนสั้น ๆ ใช้ท่อพลาสติกจำพวก Polyethylene หรือใช้ลำหวายตัดเป็นท่อน ๆ เป็นต้น แต่ตัวกลางที่เหมาะสมและหาได้ง่าย ราคาถูก และเป็นที่นิยมกันก็คือไม่ไผ่รวก เพราะนอกจากจะเพิ่มคุณสมบัติดังกล่าวแล้ว ไม่ไผ่รวกที่อยู่ในถังหมักเมื่อเกิดการผุพัง เน่าเปื่อย จะเป็นแหล่งของคาร์บอน (Carbon-Source) เพิ่มปริมาณของธาตุคาร์บอนในเซลลูโลสเป็นประโยชน์สำหรับการหมักอีกด้วย

บ่อเกิดก๊าซแบบใหม่ ที่กรมพัฒนาชุมชนได้ออกแบบไว้มีส่วนต่าง ๆ ของการก่อสร้างดังนี้

บ่อหมักมูลสัตว์ ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก หรืออิฐปูน หรือท่อน้ำเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.20 เมตร - 2.0 เมตร แล้วแต่ความสะดวก ความลึกของบ่อในดินประมาณ 3.0 เมตร ใช้หินลูกรัง หรือทรายหยาบ หรืออิฐหักรองพื้นหลุมอัดให้แน่นหนาประมาณ 20 เซนติเมตร ก่อนที่จะมีการฉาบก้นบ่อเพื่อกันการรั่วซึมปากบ่อสูงจากพื้นดินประมาณ 20 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการถูกชะล้างของดินที่จะไหลลงบ่อ

ถังเก็บก๊าซเป็นถังทรงกระบอก สูงประมาณ 1.20 เมตร ทำด้วยโลหะ ทาด้วยสีกันสนิม แล้วทาด้วยฟลิ้นโค้ต หรือยางมะตอย ทำหูหิ้ว 2 ข้าง เพื่อความสะดวกในการนำถังขึ้นลงจากบ่อเมื่อจำเป็น บ่อหมักแบบนี้เหมาะสำหรับครอบครัวไทย ที่มีสมาชิกประมาณ 5-6 คน

บ่อผลิตก๊าซแบบไต้หวัน เป็นบ่อผลิตก๊าซแบบรูปสี่เหลี่ยมทำด้วยอิฐถือปูน ประกอบด้วยบ่อหมักก๊าซถึง 3 บ่อ เป็นบ่อหมักขนาดใหญ่เหมาะสำหรับการหมักที่มีมูลสัตว์ปริมาณมาก เช่น ฟาร์มต่าง ๆ

บ่อหมักที่ 1 (บ่อใน) เป็นบ่อรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง ยาว 3 ฟุต 8 นิ้ว สูง 6 ฟุต ก่อด้วยอิฐฉาบปูนอย่างดีเพื่อกันการรั่วซึม เป็นบ่อที่มการเติมมูลสัตว์ลงไปให้เกิดการย่อยสลาย และมีถังเก็บก๊าซครอบอยู่ปากบ่อ

บ่อหมักที่ 2 เป็นบ่อสี่เหลี่ยม กว้าง 4 ฟุต 10 นิ้ว ยาว 8 ฟุต 2 นิ้ว สูง 6 ฟุต เชื่อมต่อกับบ่อที่ 1 โดยท่อ บ่อที่ 2 นี้มีฝาทำด้วยไม้เข้าลิ่นอย่างดีกันรั่วด้วยการใช้ชันหรือซีเมนต์ มีขนาดของฝาประมาณ 4×8 ฟุต ยึดฝาด้วยเหล็กฉาก ปิดปากบ่อหมักที่ 2 ให้แน่น บ่อหมักที่ 2 นี้จะมีเครื่องกวนทำด้วยไม้ตีไขว้กันไว้ผูกด้วยเชือกพลาสติก ร้อยกับห่วงที่ยึดไว้กับบ่อ แล้วผ่านท่อไปสู่บ่อที่ 3 แล้ว ยึดไว้กับทุ่นลอยในบ่อที่ 3

บ่อที่ 2 นี้จะมีการเกิดก๊าซเช่นกัน แต่ภาชนะจะไหลไปรวมในบ่อที่ 1

บ่อหมักที่ 3 เป็นบ่อเก็บมูลสัตว์ที่ย่อยสลายแล้ว ไหลล้นมาเก็บในบ่อนี้ มีขนาดไม่จำกัดเพื่อใช้ส่วนที่ล้นออกมานี้ทำปุ๋ยต่อไป ถังเก็บก๊าซ

การสร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพ

แบบต่าง ๆ ของบ่อหมักก๊าซชีวภาพ ดังที่กล่าวไปแล้ว ถ้าจะทำการสร้างขึ้น จำเป็นต้องศึกษาถึงส่วนต่าง ๆ ของชุดประกอบการหมักก๊าซชีวภาพอันประกอบด้วย

1. บ่อผลิตก๊าซ
2. ที่เติมมูลสัตว์
3. ท่อมูลล้น
4. ถังเก็บก๊าซ

1. บ่อผลิตก๊าซ

เป็นบ่อที่ทำให้เกิดการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้เกิดก๊าซ ทำการเลือกเอาแบบหนึ่งของบ่อหมักที่เห็นว่าเหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว การสร้างบ่อหมักควรจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ คือ

1.1 ทำเลที่จะสร้าง ควรสร้างใกล้กับคอกปศุสัตว์ เพื่อความสะดวกในการตักหรือระบายมูลสัตว์ลงสู่บ่อหมัก พื้นดินบริเวณนั้นไม่ควรเป็นที่ลุ่มที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง เพื่อกันการซึมเข้าของน้ำใต้ดินสู่ถังหมัก ทำให้ความเข้มข้นของมูลสัตว์ลดลงไม่อยู่ในอัตราที่เหมาะสมสำหรับประสิทธิภาพของการหมัก หรือไม่ควรอยู่ในที่ดอน ซึ่งอาจเกิดการซึมออกของน้ำจากบ่อหมัก ทำให้ความเข้มข้นของมูลสัตว์มากขึ้นหรือข้นเกินไป

นอกจากนี้ควรสร้างบ่อหมักในบริเวณที่แสงแดดส่องถึงสม่ำเสมอ เพื่ออุณหภูมิที่คงที่สำหรับการหมัก

1.2 วัสดุที่ใช้ เลือกใช้วัสดุในการก่อสร้างให้เหมาะสม เช่น อาจใช้ท่อซีเมนต์ขนาดใหญ่แทนการใช้การก่ออิฐถือปูน ถ้าบริเวณที่ก่อสร้างมีระดับน้ำในดินสูง การฉาบปูนต้องทำอย่างดี และใช้ยาที่สามารถกันการซึมของน้ำเคลือบทาทับผิวซีเมนต์อีกครั้งหนึ่ง

2. ที่เติมมูลสัตว์

มีลักษณะคล้ายกรวยหรือกะบะ ขนาดประมาณ 50×50 เซนติเมตร ก่อด้วยอิฐถือปูนให้อยู่ในระดับกับขอบของบ่อหมัก มีท่อต่อลงสู่ถังหมักตอนล่างสูงจากก้นบ่อ ประมาณ 0.5-1.0 เมตร ท่อที่ใช้เป็นท่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ4-5 นิ้ว ถ้าเล็กกว่านี้การเติมมูลสัตว์จะทำลำบาก อาจเกิดการอุดตัน หรือการระบายของมูลสัตว์ที่ไม่สะดวก ปัจจุบันมีท่อพลาสติกจำพวก Polyethylene ซึ่งอาจใช้แทนท่อซีเมนต์ได้ แต่การเชื่อมรอยต่อต่าง ๆ อาจเกิดการรั่วซึมได้ถ้าไม่มีการระวัง

3. ท่อมูลล้น

เป็นท่อที่ต่อจากบ่อหมัก สูงจากก้นบ่อประมาณ 2 เมตร หรือต่ำกว่านั้น ใช้ท่อซีเมนต์ขนาดเท่ากับที่เติมมูลสัตว์เชื่อมกับบ่อสำหรับเก็บมูลสัตว์ที่ล้นออกมา ขนาดของบ่อ กว้างประมาณ 70 เซนติเมตร ลึกประมาณ 1 เมตร ฝังอยู่ในดินประมาณ 0.5 เมตร ขนาดของบ่อมูลล้นอาจใหญ่ หรือเล็กกว่านี้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการนำมูลล้นไปใช้ประโยชน์ ถ้าต้องการเก็บไว้ทำปุ๋ยหมักอาจสร้างบ่อเก็บมูลล้นขนาดใหญ่ แต่ถ้ามูลล้นมีการระบายออกทำปุ๋ยเป็นประจำอาจสร้างให้มีขนาดเล็กได้

4. ถังเก็บก๊าซ

ถังเก็บก๊าซมักสร้างด้วยเหล็กแผ่นเรียบ หรือสังกะสีเบอร์ 26 ใช้เหล็กแบนขนาดประมาณ ½ นิ้ว ทำโครงความสูงที่ใช้ประมาณ 1.20 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของถังเก็บก๊าซควรเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของบ่อหมักประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อสวมกับถังหมักซึ่งใช้ระบบกันการรั่วของก๊าซโดยใช้น้ำ ซึ่งการทำถังครอบก๊าซที่ทำด้วยไม้เข้าลิ้นอย่างดีแล้วยาด้วยชันหรือกาวกันรั่ว พบว่าได้ผลดีกว่าถังก๊าซที่ทำด้วยโลหะคือ มีอายุการใช้งานนานกว่าโลหะซึ่งผุกร่อนได้ง่าย แต่การสร้างอาจยุ่งยากเสียเวลานานกว่า การใช้ถังเก็บก๊าซที่ทำด้วยโลหะการผุกร่อนเกิดน้อยมาก ถ้าได้มีการใช้สีกันสนิมทาผิวโลหะด้านในและนอกเป็นอย่างดี โดยเฉพาะด้านในถ้าเคลือบด้วยยางแอสฟัลต์ หรือสารพวกฟลิ้นโค้ตที่ใช้ทาหลังคาบ้านกันการรั่วซึมก่อนที่จะนำมาใช้งานก็สามารถที่จะเพิ่มอายุการใช้งานได้มากขึ้น

นอกจากนี้การหาวัตถุที่มีน้ำหนักมาก ๆ เช่น อิฐยางรถยนต์เก่า ๆ ไม้ วางทับถังครอบก๊าซ หรือการใช้ที่ยึดถังครอบก๊าซไม่ให้ลอยสูงเกินไป เป็นการเพิ่มความดันของก๊าซในถังให้สูงขึ้นได้ ทำให้สามารถส่งก๊าซไปตามท่อได้ไกลขึ้น ซึ่งการเก็บก๊าซชีวภาพที่หมักได้โดยใช้ยางในรถยนต์มาซ้อนทับกันหลาย ๆ เส้น ยึดเข้ากับที่ยึดแล้วเชื่อมต่อยางในแต่ละเส้นด้วยท่อ ก๊าซที่เกิดเก็บสะสมในยางรถยนต์จนมีความดันสูงมาก ๆ แล้วจึงต่อท่อจากยางในรถยนต์นำไปใช้ประยุกต์ต่อไป ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยเพิ่มความดันของก๊าซที่หมักได้เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์

การใช้น้ำมูลหมักจากบ่อก๊าซชีวภาพเป็นปุ๋ย

1. คุณสมบัติของน้ำมูลหมัก

ผลพลอยได้นอกเหนือจากพลังงานในรูปก๊าซชีวภาพแล้ว มูลเหลวที่ผ่านเข้าบ่อหมักรางหรือแบบโดมคงที่ จะถูกหมักย่อยในระยะเวลาหนึ่งแล้วเปลี่ยนรูปน้ำมูลหมักที่ล้นออกมา น้ำมูลหมักนี้มีคุณสมบัติที่สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ทันที หากมีแปลงเพาะปลูกอยู่ในบริเวณ เช่น ในฟาร์มโคนม (นิรันดร และคณะ, 2538)

น้ำมูลหมักที่ล้นออกมาจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพนี้เป็นของเหลวที่เกือบจะไม่มีกลิ่น ธาตุคาร์บอน ในสารอินทรีย์ถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายตัวเปลี่ยนรูปไปเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ทำให้สัดส่วนของ C:N แคบลงกว่าที่อยู่เดิมในมูลสัตว์

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่พืชต้องการเพื่อการเจริญเติบโต ในมูลสัตว์ธาตุไนโตรเจนในรูปสารอินทรีย์ แต่เมื่อมูลสัตว์ถูกหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ในบ่อหมักก๊าซชีวภาพแล้ว ก็จะถูกแปรรูปไปเป็นสารประกอบไนโตรเจนอนินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปแอมโมเนีย ซึ่งยึดเกาะกับดินหรือสารอินทรีย์ในดินดีกว่าที่อยู่ในรูปไนเตรด แต่ยังละลายได้ในน้ำ และพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย มานัส และคณะ (2535) วิเคราะห์พบว่า ส่วนข้นของน้ำมูลหมักที่นำไปใส่ในแปลงพืชทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.8 และมีสารประกอบต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ ดังนี้

น้ำ	86.2
วัตถุแห้ง	13.8
ไนโตรเจน(N)	0.373
ฟอสฟอรัส(P)	0.347
โปรแตสเซียม(K)	0.208

ในน้ำมูลหมักยังมีสารอินทรีย์ส่วนที่ละลายตัวต่อไปได้ในดิน และค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารอื่น ๆ ได้แก่พืชในระยะยาว และช่วยให้ดินมีความร่วนซุยกว่าเดิมได้

2. กากมูลหมัก

ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่เน้นการผลิตเพื่อการค้าและไม่มีที่ดินสำหรับการเพาะปลูก อย่างเช่นฟาร์มสุกรส่วนใหญ่มีข้อจำกัดที่จะใช้ประโยชน์จากน้ำมูลหมักในกิจการของตัวเอง จึงต้องอาศัยลานแยกตะกอนเพื่อแยกส่วนที่เป็นกากออกจากน้ำมูลหมัก กากมูลหมักที่แยกได้นี้ เมื่อแห้งอยู่ในลานแยกตะกอนแล้ว มีส่วนประกอบทางเคมีที่มีการวิเคราะห์ไว้เบื้องต้นดังนี้

คุณสมบัติบางประการของปุ๋ยจากลานแยกตะกอน ฟาร์มสุกร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (รุ่งนภา, 2537)

ธาตุวิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้
ไนโตรเจนรวม (ppm)	2.95
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	327.12
โปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	1610.00
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)	2744.00
เหล็กที่สกัดได้ (mg/kg)	0.63
ทองแดงที่สกัดได้ (mg/kg)	45.70

ผลการวิเคราะห์ของมูลหมักจากระบบก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (มานัส,2537)

ธาตุวิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้ (%)
ไนโตรเจนอนินทรีย์	2.6
P_2O_5	0.49
K_2O	0.25
Fe	0.18
Zn	0.21
Cu	0.15
Mn	0.06

กากมูลหมักที่ผ่านการตากแห้งเก็บสะสมไว้ เพื่อจำหน่ายเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ขนย้ายไปใช้ในที่ต่าง ๆ ได้สะดวก และเป็นที่ต้องการของชาวสวนชาวไร่ทั่วไป กากมูลหมักจึงกลายเป็นแหล่งรายได้ของฟาร์มสุกรที่พอเพียงเป็นค่าจ้างคนดู และระบบก๊าซชีวภาพในฟาร์ม รายได้อาจมีเหลือพอเป็นส่วนคืนทุนค่าก่อสร้างระบบก๊าซชีวภาพให้แก่เจ้าของฟาร์มอีกทางหนึ่ง

ในขณะนี้การใช้กากมูลหมักอยู่ในระหว่างการศึกษาทดลอง และยังไม่ทราบว่าจะใช้ให้เหมาะสมกับพืชต่าง ๆ อย่างไร แต่เกษตรกรที่นำไปใช้ในระยะนี้ต่างก็ใช้ประสบการณ์ของตนเองไปพราง ๆ ก่อน โดยยึดถือเอาผลตอบแทนด้านผลผลิต และการสังเกตต่าง ๆ ของตนเองเป็นหลักในการปรับแก้ในด้านปริมาณต่อพื้นที่สำหรับปลูกพืช ในการใช้ครั้งถัด ๆ ไป บางรายกล่าวว่าใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับพืชผัก

สำหรับน้ำที่ไหลซึมออกลานแยกตะกอนนั้น ยังคงมีธาตุไนโตรเจน ซึ่งอยู่ในรูปของแอมโมเนียที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ละลายอยู่และดินสามารถซึมซับเอาไว้ได้ดี น้ำส่วนนี้สามารถนำไปรดราดให้ความชื้น และเติมไนโตรเจนแก่กองปุ๋ยหมักที่ทำขึ้นจากเศษพืชหรืออินทรีย์วัตถุอื่น ๆ ได้ หรือสามารถใช้หมุนเวียนเป็นน้ำฉีดล้างพื้นคอกสุกรต่อไปได้ ถ้ามีที่พักไว้ในปริมาณมากพอ น้ำใสที่ซึมออกจากลานถือว่าปลอดเชื้อโรคต่าง ๆ ถ้าระยะการหมักในระบบก๊าซชีวภาพยาวนานกว่า 3 สัปดาห์

การดำเนินงานผลิตก๊าซชีวภาพ

เมื่อได้ทำการก่อสร้างบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ เรียบร้อยแล้ว การดำเนินงานผลิตก๊าซชีวภาพสามารถเริ่มได้ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การสะสมมูลสัตว์ ควรสะสมล่วงหน้าก่อนสร้างบ่อผลิตก๊าซไม่เกิน 10 วัน การเก็บควรเก็บที่ชื้นในสภาพปิดสนิทไร้ออกซิเจน การหมักอาจเกิดขึ้นบ้าง ซึ่งให้ผลดีคือย่นระยะเวลาในการเกิดก๊าซได้

2. การติดตั้งท่อนำก๊าซ ควรทำการเดินท่อพร้อม ๆ ไปกับการก่อสร้างบ่อผลิตก๊าซชีวภาพวัสดุใช้เป็นท่อนำก๊าซนอกอาคารควรเป็นท่อเหล็กอาบสังกะสี ปัจจุบันมีท่อพลาสติกใสที่มีความหนาของผนังท่อประมาณ 4.7 ม.ม. สำหรับต่อจากท่อเหล็กเข้าสู่อุปกรณ์ที่ต้องการใช้ ข้อสำคัญที่สุดคือ ความยาวของท่อจากถังก๊าซจนถึงอุปกรณ์ให้ความร้อนหรือหัวเตา ไม่ควรเกิน 30 เมตร สำหรับบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบไทย ฝาครอบก๊าซอยู่เหนือบ่อหมัก การใช้ท่อพลาสติกสะดวกกว่าเพราะฝาครอบก๊าซมีการเคลื่อนขึ้นลงอยู่ประจำ

3. การผสมมูลสัตว์ การผสมมูลสัตว์เพื่อเติมในบ่อหมัก ควรต้องระมัดระวังในเรื่องเศษหิน , เศษหญ้า , ฟาง ควรให้ส่วนผสมมูลสัตว์ ผ่านตะแกรงต่าง ๆ ก่อนลงสู่บ่อหมัก เพื่อป้องกันปัญหาการอุดตันของท่ออันอาจเกิดขึ้นได้ การผสมมูลสัตว์ควรผสมในอัตราที่เหมาะสมกับน้ำ คือ 1: 1 ควรคนไม่ให้มูลสัตว์จับกันเป็นก้อนก่อนเติมลงไป และถ้ามูลสัตว์ในถังหมักข้นเกินไปควรแก้ไขทันที โดยการเติมน้ำลงไป และควรมีการตรวจส่วนผสมมูลสัตว์ทุก ๆ 2 สัปดาห์

4. การเติมมูลสัตว์ครั้งแรกในบ่อหมัก ต้องเติมมูลสัตว์ในอัตราส่วนที่กำหนดจนเต็มบ่อและส่วนผสมเริ่มไหลออกจากท่อระบายมูล ยกเว้น บ่อหมักแบบโดมหวันต้องเติมถึงระดับที่บอกไว้ในแบบ

การเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงในบ่อหมักอาจช่วยให้การเกิดก๊าซเร็วขึ้น เชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจได้จาก มูลวัว มูลสุกร มูลม้า ที่สด ๆ หรืออาจดินและ ๆ ก้นสระ

5. การติดตั้งฝาครอบก๊าซและการตรวจก๊าซที่เกิดครั้งแรก เมื่อครอบถังเก็บก๊าซลงบนบ่อหมักแล้ว ต้องตรวจความเรียบร้อยรั่วซึมต่าง ๆ เปิดท่อนำก๊าซที่อยู่ใกล้บ่อหมัก และหัวเตาเพื่อไล่อากาศออกก่อนประมาณ 2-3 วัน แล้วปิดท่อก๊าซ คอยจนกระทั่งก๊าซเต็มฝาครอบใช้เวลาประมาณ 2 – 3 อาทิตย์ ก๊าซที่เกินในถังยังไม่ควรใช้ เพราะมีอากาศและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผสมอยู่มาก อาจจุดไฟไม่ติดควรปล่อยทิ้งก่อนจนหมด ปล่อยให้ก๊าซเกิดจนเต็มถังเป็นครั้งที่ 2 จึงค่อยทดลองจุดไฟดู ปรับหัวเตาจนได้เปลวสีน้ำเงิน ถ้ายังไม่ติดไฟอาจปล่อยก๊าซทิ้งเป็นครั้งที่ 2 แล้วปล่อยให้ก๊าซเกิดอีกครั้งจึงนำไปใช้

6. การเติมมูลสัตว์ครั้งต่อ ๆ ไปในบ่อหมัก เติมมูลสัตว์ที่ผสมไว้ในอัตราส่วนดังได้กล่าวไป ลงในท่อเติมมูลสัตว์แล้วปิดฝาให้แน่น การเติมควรเติมในช่วงเวลาที่กำหนดเช่น ทุก ๆ วัน ในอัตราส่วนและปริมาณที่คงที่สม่ำเสมอ เพื่อให้อัตราการเกิดก๊าซคงที่

การบำรุงรักษา

ในการที่จะให้ขบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ เป็นไปอย่างราบรื่นคงที่ และมีประสิทธิภาพสูง ตลอดเวลาอายุการใช้งาน ควรได้มีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดหมักก๊าซชีวภาพดังนี้

1. การบำรุงดูแลรักษาประจำวัน คือ เตรียมส่วนผสมมูลสัตว์ในอัตราส่วนที่กำหนดแล้วเติมลงในบ่อ ควรได้มีการกวนมูลสัตว์ในบ่อหมักเป็นประจำวันละ 2 ครั้ง ๆ ละประมาณ 3 นาทีโดยการหมุนฝาครอบก๊าซไปทางใดทางหนึ่งแล้วหมุนกลับ และเมื่อเลิกใช้ก๊าซควรปิดท่อก๊าซที่บ่อหมักและที่เตา

2. การบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ ทำการไล่ไอน้ำในท่อก๊าซออกให้หมดอาจทำทุก ๆ 2 สัปดาห์ และถอดหัวตัวทำความสะอาดรูด้วยแปรงหรือไม้เล็ก ๆ เพื่อกำจัดเศษผงหรือสิ่งอุดตันต่างๆ ที่เกิดขึ้น

3. การบำรุงรักษาประจำเดือน มูลสัตว์ที่แห้งติดบ่อมูลสัตว์บ่อระบายมูล และข้าง ๆ บ่อหมักควรเอาออก ฝาครอบก๊าซเกิดสนิมควรทาสีกันสนิมเป็นประจำ อาจทำปีละครั้ง ตรวจสอบท่อก๊าซท่อพลาสติก ถ้าพบรายรั่วต้องเปลี่ยนใหม่ทันที

ประโยชน์จากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ

1. ประโยชน์ด้านพลังงาน อันเป็นวัตถุประสงค์หลักของการผลิตก๊าซชีวภาพ ใช้ก๊าซชีวภาพในการหุงต้มให้แสงสว่าง ใช้กับตู้เย็น ขับเครื่องยนต์ต่าง ๆ เป็นต้น

ก๊าซชีวภาพ เป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูง เป็นแหล่งของพลังงานที่สามารถผลิตทดแทนที่หมดไปได้ (Renewable Energy) ซึ่งต่างจากพลังงานความร้อนจากพวกปิโตเลียม หรือ Fossil Energy อันเป็นพลังงานที่ไม่สามารถนำมาผลิตทดแทนได้ (Unrenewable e Energy)

วีระพันธ์ และทรงชัย (2538) อ้างว่า ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร มีค่าความร้อนเทียบเท่ากับพลังงานจากสิ่งต่อไปนี้คือ

ฟืนไม้	1.5	กิโลกรัม
ก๊าซหุงต้ม	0.47	กิโลกรัม
น้ำมันเบนซิน	0.67	ลิตร

ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบก๊าซชีวภาพ

กรมส่งเสริมการเกษตร (มปป.) กล่าวถึงประโยชน์ของระบบก๊าซชีวภาพไว้บางประการคือ

ด้านการป้องกันและรักษาสิ่งแวดล้อม

การนำมูลสัตว์ไปหมักในสภาพไร้อากาศในบ่อก๊าซชีวภาพ มูลสัตว์ที่นำมาหมักจะถูกย่อยสลายทำให้กลิ่นและไข่แมลงต่าง ๆ ที่มีอยู่ในมูลสัตว์จะถูกทำลายลงไปในขณะที่มีการหมักซึ่งจะทำให้มลภาวะการระบาดของแมลงและกลิ่นได้

ให้ปุ๋ยอินทรีย์ในการฟื้นฟูสภาพดิน

กากจากบ่อล้นประกอบด้วยธาตุอาหารพืชพวกไนโตรเจน ฟิสฟอรัสและโปแตสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์กับพืชและอยู่ในรูปที่สามารถนำไปใช้ได้ทันที อีกทั้งกากบ่อล้นยังทำให้โครงสร้างดินเกาะตัวกันได้ดีขึ้นมีผลทำให้อินทรีย์วัตถุคงสภาพในดินได้นานซึ่งดีกว่าการใช้อินทรีย์วัตถุในรูปอื่น

ลดปริมาณโรคพืชและการระบาดของวัชพืช

การหมักสภาพแบบไร้อากาศ ทำให้ปริมาณของเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุของโรคพืชบางชนิดลดลงได้ และยังมีส่วนในการทำลายความงอกของเมล็ดวัชพืช เมื่อนำมูลสัตว์ที่ได้จากการหมักไปใช้แล้วไม่ก่อให้เกิดการระบาดของวัชพืช

รูปแบบบ่อหมักแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic digester)

รูปแบบของบ่อหมักแบบไร้ออกซิเจน วีระพันธ์ (2538) จำแนกตามลักษณะอัตราการย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำเสียได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. บ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบช้า (Low rate anaerobic digester)

บ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบช้า เป็นบ่อหมักที่ออกแบบเพื่อที่อาศัยกลุ่มแบคทีเรียที่ไม่ต้องการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งผลิตก๊าซชีวภาพที่มีส่วนประกอบของมีเทนประมาณร้อยละ 65-70 บ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบช้านี้ จะมีคุณสมบัติสามารถรับน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียได้ในปริมาณสูง เช่น น้ำเสียจากคอกสัตว์ โดยมีระยะเวลาในการย่อยสลายจะต้องนานถึง 40 วัน เพื่อให้แบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจน เปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพ ประสิทธิภาพของการย่อยสลายสารอินทรีย์ในบ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบช้านี้ จะอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 60-70 ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และระยะเวลาในการหมักบ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบช้านี้จะมีท่อเติมเพื่อใช้เป็นท่อปล่อยน้ำเสียลงสู่บ่อ และมีท่อล้นออกเพื่อปล่อยน้ำที่ผ่านการย่อยสลายสารอินทรีย์แล้วออกจากบ่อหมัก น้ำที่ออกจากบ่อหมักจะยังคงมีสารอินทรีย์ปนเปื้อนสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบที่จะมารองรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ยังปนเปื้อนอยู่ในน้ำดังกล่าวต่อไป

ก๊าซที่เกิดขึ้นในบ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบช้านี้จะเกิดขึ้นตลอดเวลา เนื่องจากแบคทีเรียจะย่อยสลายอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีส่วนของบ่อหมักที่ใช้ในการเก็บก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่ง และจะต้องมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์อย่าสม่ำเสมอด้วย ลักษณะรูปแบบของบ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบช้าที่มีใช้อยู่ในประเทศไทยทั่ว ๆ ไป แบ่งได้ออกเป็น 3 รูปแบบคือ

1.1 บ่อหมักช้าแบบถังลอย

1.2 บ่อหมักช้าแบบโดมคงที่

1.3 บ่อหมักช้าแบบราง

2. บ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบเร็ว (High rate anaerobic digester)

บ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบเร็ว เป็นบ่อหมักที่ออกแบบเพื่อใช้เป็นบ่อหมักแบบปิดที่มีแบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย บ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบเร็วนี้จะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับใช้บำบัดน้ำเสีย ซึ่งมีสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในรูปที่ละลายในน้ำเสีย โดยที่ปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายน้ำปนเปื้อนอยู่น้อยกว่าร้อยละ 1 ของปริมาณน้ำเสียนั้น ๆ ระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายค่อนข้างสั้นมาก คือใช้เวลาประมาณ 0.5 – 3 วัน ซึ่งจะทำให้

ขนาดของบ่อหมักเล็กลงและประสิทธิภาพการย่อยสลายสูงถึงร้อยละ 80-90 ซึ่ง พัชริน ดำรงกิตติกุล และพรพิมล อุ้ยจันทร์ภักดี (2535) รายงานว่า บ่อหมักแบบ UASB ที่ใช้เป็นบ่อหมักไร้ออกซิเจนบำบัดน้ำเสียส่วนที่เจือจางในระบบก๊าซชีวภาพแบบคู่ขนาน UASB มีความเข้มข้นของ COD โดยเฉลี่ยประมาณ 1,200 มิลิกรัม/ลิตร มีของแข็งเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.2 ใช้ระยะเวลาหมักประมาณ 3 วัน จะทำให้น้ำที่ออกจากบ่อหมักมีค่า COD ลดลงประมาณร้อยละ 80 บ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบเร็วนี้ นิยมใช้มากสำหรับบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มีปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียในรูปสารที่ละลายน้ำได้ บ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบเร็วที่ใช้กันทั่วๆ ไป ในประเทศไทยขณะนี้แบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ

2.1 บ่อหมักเร็วแบบมีตัวกรอง

2.2 บ่อหมักเร็วแบบ UASB

โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์

กรมส่งเสริมการเกษตร (มปป.) ได้ดำเนินการโครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เพื่อเป็นพลังงานทดแทนและปรับปรุงสิ่งแวดล้อม ในปี 2538 – 2539 โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรมีการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้แก่ มูลสัตว์นำมาผลิตก๊าซชีวภาพให้เป็นพลังงานทดแทนพลังงานจากก๊าซเชื้อเพลิง

2. ควบคุมมลพิษจากของเสียที่ปล่อยจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์มาทำลายสิ่งแวดล้อมในชุมชนใกล้เคียง

3. เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรนำกากที่ได้จากการหมักของบ่อก๊าซชีวภาพมาเป็นปุ๋ยบำรุงดินและเพิ่มผลผลิตพืช

4. เพื่อโอกาสการจ้างงานแก่ช่างฝีมือท้องถิ่นในการก่อสร้างก๊าซชีวภาพ

การให้บริการจากโครงการ

1. ให้คำแนะนำเทคนิคการก่อสร้าง การใช้ประโยชน์และการดูแลรักษาบ่อก๊าซชีวภาพ

2. จัดหาช่างฝีมือที่ผ่านการฝึกอบรมจากโครงการไปเป็นผู้ก่อสร้างบ่อก๊าซชีวภาพให้กับเกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการ

3. บริการตรวจสอบและรับประกันคุณภาพการใช้งานภายในระยะเวลา 1 ปี

4. อุดหนุนค่าใช้จ่ายในอัตราร้อยละ 45 ของราคาค่าก่อสร้างตามมาตราฐานที่กรมส่งเสริมการเกษตรได้กำหนดไว้

5. ประสานงานกับ ธ.ก.ส. เพื่อให้บริการสินเชื่อเป็นค่าก่อสร้างในส่วนที่เหลือร้อยละ 55 ที่เกษตรกรต้องออกค่าใช้จ่ายเอง

เกษตรกรจะเข้าร่วมโครงการได้อย่างไร

หากเกษตรกรมีความประสงค์ที่จะเข้าร่วมโครงการสามารถติดต่อได้ที่สำนักงานเกษตรอำเภอในพื้นที่พร้อมกับแจ้งความจำนงเข้าร่วมโครงการโดยโครงการมีแนวทางในการให้ความช่วยเหลือคือ จะสนับสนุนเงินจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอัตราร้อยละ 45 ของราคาค่าก่อสร้างส่วนที่เหลือร้อยละ 55 เกษตรกรเจ้าของบ่อจะต้องออกค่าใช้จ่ายเอง ในส่วนที่เกษตรกรจะต้องออกค่าใช้จ่ายเองนี้เกษตรกรสามารถขอกู้เงินจาก ธ.ก.ส. ได้ถ้ามีคุณสมบัติตามที่ ธ.ก.ส. กำหนด

คุณสมบัติของเกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการ

1. เกษตรกรที่จะสร้างบ่อก๊าซชีวภาพจะต้องมีสัตว์เลี้ยงในจำนวนที่เหมาะสมกับขนาดบ่อก๊าซชีวภาพ
2. เกษตรกรต้องมีคอกสัตว์และทำการเลี้ยงสัตว์อย่างถาวร
3. เกษตรกรจะต้องมีความสนใจในการใช้ก๊าซชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์
4. เกษตรกรยินดีออกเงินค่าใช้จ่ายนอกเหนือจากราชการสนับสนุน
5. เป็นผู้ยื่นความจำนงเข้าร่วมโครงการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดุษฎี (2536) ได้ให้ความหมายของการประเมินว่า หมายถึง การตัดสินคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเป็นกระบวนการเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการตัดสินคุณค่าของโครงการต่างๆจุดเน้นของการประเมินผลคือ การเก็บรวมรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีระบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลมาเพื่อตัดสินคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยเฉพาะผลของการประเมินผลมีความเฉพาะเจาะจงมาก ทั้งนี้เพราะการประเมินผลเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าได้ดำเนินการอะไรไปบ้างและการดำเนินการต่างๆบรรลุวัตถุประสงค์ และเป้าหมายของโครงการเพียงใดมีปัญหาอุปสรรคอะไรบ้าง เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และพิจารณาปรับปรุงการวางแผนดำเนินงานในโครงการใหม่ต่อไป

ดวงดาว (2541) การพัฒนาแนวทางการติดตามประเมินผลงานพัฒนาในรูปแบบต่างๆ จึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินการขององค์กรพัฒนาเอกชน ซึ่งถือว่าเป็นองค์กรสาธารณะที่จะต้องมีความรับผิดชอบต่อสังคมเครื่องมือและกระบวนการเหล่านี้ จะทำให้สามารถตรวจสอบประสิทธิภาพการดำเนินงานและความน่าเชื่อถือขององค์กรพัฒนาเอกชนยิ่งองค์กรพัฒนาเอกชนกำลังพัฒนาไปสู่ความเป็นวิชาชีพความสามารถในการประเมินผลอย่างเป็นกลาง มีตัวชี้วัด และรอบด้าน ยิ่งมีความจำเป็นเพิ่มขึ้น

วิทยา (2533) กล่าวว่า ก๊าซชีวภาพเป็นก๊าซที่ได้มาจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ซึ่งทำการหมักในบ่อภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนได้ผลผลิตออกมาเป็นก๊าซชีวภาพและปุ๋ยชีวภาพ ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ซึ่งประกอบด้วยก๊าซมีเทนเป็นส่วนใหญ่นั้น สามารถนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงอย่างอื่นได้ เช่น จุดตะเกียงให้แสงสว่างใช้เป็นก๊าซหุงต้มและผลิตกระแสไฟฟ้าส่วนปุ๋ยที่ได้จะมีคุณค่าทางอาหารพืชสูงกว่าการใช้มูลสัตว์สด จึงทำให้ได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้น และยังช่วยรักษาสภาพของดินด้วย

มงคล และวีระวัฒน์ (2533) ได้ทำการศึกษาสถานะพื้นฐานทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรที่จัดทำบ่อก๊าซชีวภาพใน 4 จังหวัดภาคเหนือ พบว่า เกษตรกรที่ตัดสินใจสร้างบ่อก๊าซชีวภาพส่วนใหญ่จะเป็นเพศชาย ซึ่งมีอยู่ในวัยกลางคน อายุในช่วงระหว่าง 45-50 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ซึ่งน่าจะเป็นบุคคลเป้าหมายในการส่งเสริม และเผยแพร่การใช้บ่อก๊าซชีวภาพให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

อุดม (2526) ได้ทำการศึกษาถึงหลักเกณฑ์การสร้างบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อให้การผลิตและการใช้ก๊าซได้ผลดีพบว่า เกษตรที่จะก่อสร้างบ่อมีความต้องการ และเต็มใจในการสร้างบ่อผลิตก๊าซชีวภาพและจะต้องมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ก๊าซชีวภาพพอสมควร ซึ่งเกษตรกรต้องมีสัตว์เลี้ยงเป็นของตนเอง เช่น โคหรือกระบือ อย่างน้อย 2 ตัวถ้าเป็นสุกรต้องมีอย่างน้อย 10 ตัว

ไพบูลย์ และธัญญรงค์ (2539) ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมของการยอมรับเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพของฟาร์มผู้เลี้ยงโคนมในจังหวัดเชียงใหม่พบว่าการยอมรับเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพขึ้นอยู่กับขนาดของครัวเรือน และการติดต่อกับสังคมภายนอก ในขณะที่อายุระดับการศึกษาขนาดของฟาร์มตำแหน่งทางสังคมจำนวนโคนมที่เลี้ยงรายได้แหล่งข่าวสารแหล่ง

ไม้ฟืนและทัศนคติที่มีต่อก๊าซชีวภาพไม่มีผลต่อการยอมรับ หากจะให้การส่งเสริมก๊าซชีวภาพประสบความสำเร็จ ต้องมุ่งเน้นผู้ที่มีครัวเรือนขนาดใหญ่ และมีการติดต่อกับสังคมภายนอกอยู่เสมอ

มานัส (2537) จากการศึกษาเรื่อง ปุ๋ยจากบ่อก๊าซชีวภาพเพื่อการผลิตพืช พบว่า มูลสัตว์ที่ผ่านการหมักแบบไร้ออกซิเจน จะมีคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ที่เลี้ยง ระยะเวลาการหมัก และอุณหภูมิในบ่อหมัก โดยทั่วไปมูลสุกรจะมีคุณค่าของธาตุอาหารสูงกว่ามูลโคและกระบือ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University