

เอกสารเผยแพร่

# เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพ



โดย รศ.ดร. สมชัย จันทน์สว่าง  
ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติแก๊สชีวภาพในประเทศไทย

การเกิดแก๊สชีวภาพ

การใช้ประโยชน์จากแก๊สชีวภาพ

การสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ

การบำรุงรักษาบ่อแก๊สชีวภาพ

เอกสารอ้างอิง

# คำปรารภ

เอกสารเผยแพร่เล่มนี้เกิดจากความร่วมมือในการจัดพิมพ์ของบุคคลหลายฝ่ายทั้งใน ส่วนของนักวิชาการเจ้าของผลงานวิจัย และคณะผู้วิจัยโครงการ KIP 9.35 เรื่อง การเปรียบเทียบผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีลักษณะต่างๆที่ถ่ายทอดด้วยสื่อกับกลุ่มเป้าหมายต่างๆ ตามโครงการวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ช่วยเหลือในการรวบรวมผลงานและ ดำเนินการทางด้านเทคนิคในการจัดพิมพ์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์พิจารณาเห็นว่าตรงกับแนวนโยบายของสถาบันฯที่ต้องการกระตุ้นให้มีการ ผลิตและพัฒนาสื่อประเภทต่างๆ เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีคุณค่าทางวิชาการ เพื่อเร่ง เร้าให้มีการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างแท้จริง จึงได้ให้การสนับสนุนในการจัดพิมพ์ ครั้งนี้

อนึ่ง การจัดพิมพ์เอกสารเล่มนี้ จะเป็นตัวอย่างหนึ่งของรูปแบบในการผลิตและ พัฒนาสื่อสิ่งพิมพ์ เพื่อการถ่ายทอดผลงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ต่อไป กรุณา แจ้งให้สถาบันวิจัยและพัฒนาทราบ หรือส่งความคิดเห็นไปยังผู้เขียนหรือคณะผู้จัดทำต่อไป ด้วย

สุดท้ายนี้สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ใคร่ขอขอบคุณผู้ที่มี ส่วนเกี่ยวข้องในการจัดพิมพ์ครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

(รศ.ดร.นภาพร นพรัตน์)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# คำนำ

ปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศเจริญเติบโตและพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลจากการเลี้ยงสัตว์ได้ก่อให้เกิดปัญหาของเสียและน้ำเน่าจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากฟาร์มสุกร กำลังเป็นปัญหาที่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม และปัญหานี้ในวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น

**แก๊สชีวภาพ** เป็นเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ได้ประยุกต์นำไปใช้ประโยชน์ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นเวลานานมาแล้ว โดยได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานราชการหลายแห่ง แต่การใช้ประโยชน์ดังกล่าวยังมีปัญหาและข้อจำกัดอยู่ ทั้งนี้เพราะขาดการศึกษา วิจัยและส่งเสริมกันอย่างจริงจังและต่อเนื่อง อีกทั้งระบบแก๊สชีวภาพที่มีการก่อสร้างในอดีตเป็นชนิดที่ออกแบบเพื่อใช้ประโยชน์ของแก๊สโดยใช้มูลสัตว์เพียงส่วนหนึ่งของฟาร์มเท่านั้น รวมทั้งการทำงานของระบบยังมีปัญหาทางเทคนิคหลายด้าน ปัจจุบันจึงได้มีการประยุกต์เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพไปใช้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ โดยเน้นการบำบัดของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์และการรักษาสภาพแวดล้อม นอกเหนือไปจากการใช้ประโยชน์ของของเสียและแก๊สเพียงอย่างเดียว

# สารบัญ

- ❖ ประวัติการพัฒนากาการวิจัยและส่งเสริมเทคโนโลยีแก๊สชีวภาพในประเทศไทย
- ❖ การเกิดแก๊สชีวภาพ
- ❖ การใช้ประโยชน์จากแก๊สชีวภาพ
- ❖ การสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ  
แบบยอดโดมหรือฟิกซ์โดม (Fixed Dome)  
แบบรางขนานหรือแบบปลั๊กโฟลว์ (Plug flow)  
แบบไฮฟี (HIPHI)
- ❖ การบำรุงดูแลรักษาบ่อแก๊สชีวภาพ
- ❖ เอกสารอ้างอิง

# ประวัติการพัฒนาก๊าซชีวภาพและส่งเสริม เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพในประเทศไทย

ในช่วงระยะเวลาของการพัฒนาก๊าซชีวภาพและการวิจัยจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ถ้าพิจารณาตามวัตถุประสงค์หลักของหน่วยงานที่ทำการส่งเสริม และรูปแบบของระบบแก๊สชีวภาพ สามารถแบ่งระยะการพัฒนาก๊าซชีวภาพออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

**1. การพัฒนารูปแบบบ่อแก๊สชีวภาพในอดีต (หรือแบบเก่า)** เป็นการพัฒนาตั้งแต่เริ่มต้นในปี พ.ศ.2503 จนถึงปี พ.ศ. 2522 การพัฒนาในระยะนี้ส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาบ่อแก๊สชีวภาพขนาดเล็ก หรือบ่อแก๊สชีวภาพแบบครัวเรือน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วงเวลา โดยช่วงเวลาทั้งสามมีส่วนที่ซ้อนกันอยู่ ดังต่อไปนี้

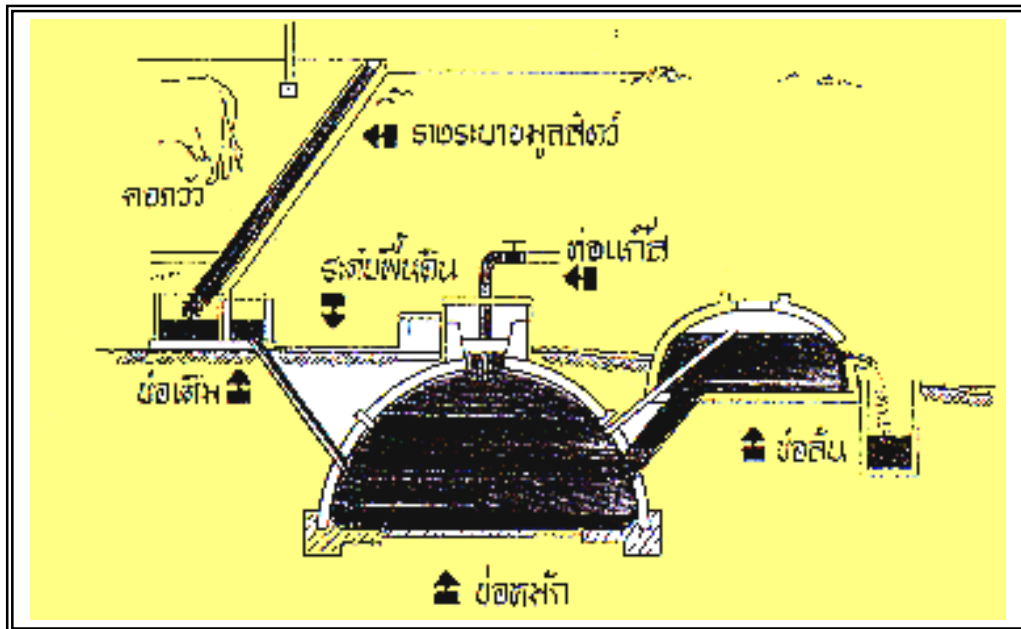
**1.1 ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2503-2522** เป็นช่วงที่ส่งเสริมและสนับสนุนโดยกรมอนามัย โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาสาธารณสุขชุมชนระดับหมู่บ้าน โดยการกำจัดมูลสัตว์ซึ่งเป็นแหล่งแพร่พันธุ์เชื้อโรค

**1.2 ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2522-2528** เป็นช่วงที่สนับสนุนโดยสำนักงานพลังงานแห่งชาติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้แก๊สชีวภาพเป็นพลังงานทดแทนการใช้ฟืน ถ่าน ไม้ และเชื้อเพลิงอื่น ๆ

**1.3 ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523-2532** เป็นช่วงที่ส่งเสริมและสนับสนุนการสร้างโดยกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยเน้นการนำเอาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั้งจากพืชและสัตว์มาหมักใช้ประโยชน์ในแง่เป็นปุ๋ยบำรุงดิน และเกษตรกรสามารถนำเอาแก๊สชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันในการหุงต้มและให้แสงสว่างได้ด้วย

รูปแบบของบ่อแก๊สชีวภาพที่ก่อสร้างในระยะนี้เป็นแบบที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากประเทศอินเดีย และสาธารณรัฐประชาชนจีน บ่อแก๊สชีวภาพรูปแบบของอินเดีย เป็นชนิดที่มีที่เก็บแก๊สทำด้วยโลหะครอบบ่อหมักชั้นเดียวหรือสองชั้นมีอายุการใช้งานสั้น เพราะแก๊สมักรั่วตามตะเข็บของไฟเบอร์กลาส ดังนั้นระบบแก๊สชีวภาพรูปแบบของจีนที่มีฝาครอบเป็นโคมทำด้วยอิฐฉาบ ปูนซีเมนต์จึงถูกนำมาส่งเสริมให้ใช้ในชนบท รูปแบบของบ่อแก๊สชีวภาพที่ทำการก่อสร้างในระยะนี้ เป็นการออกแบบให้บ่อเติมมูลสัตว์มีระดับสูงกว่าพื้นผิวดิน การเติมมูลต้องมีการตักเติม

2. การพัฒนารูปแบบบ่อแก๊สชีวภาพในปัจจุบัน เป็นการพัฒนาโดยเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 เป็นต้นมา การพัฒนารูปแบบและระบบแก๊สชีวภาพในระยะนี้ออกแบบโดยวางระดับบ่อเติมมูลสัตว์ให้สามารถรองรับมูล และน้ำที่เกิดขึ้นจากสัตว์เลี้ยงทั้งหมดโดยไม่ต้องตักเติม



รูปที่ 1 การวางตำแหน่งบ่อแก๊สชีวภาพเพื่อรองรับของเสียจากฟาร์ม

2.1 การพัฒนาและส่งเสริมระบบแก๊สชีวภาพขนาดเล็ก การพัฒนาเริ่มต้นโดยโครงการแก๊สชีวภาพไทย-เยอรมัน ซึ่งเป็นโครงการร่วมมือระหว่าง 3 หน่วยงาน คือ กรมส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ องค์กร GTZ ประเทศเยอรมัน การสนับสนุนและส่งเสริมการก่อสร้างเริ่มต้นในปี พ.ศ.2532 โดยใช้รูปแบบของบ่อแก๊สชีวภาพแบบยอโดม ซึ่งได้รับการพัฒนาและใช้ประโยชน์ในประเทศแทนซาเนีย และเรียกชื่อตามศูนย์วิจัยว่า CAMARTEC ต่อมารูปแบบของบ่อได้รับการปรับปรุงให้สามารถทำงานและใช้ประโยชน์ได้ในประเทศไทย

2.2 การพัฒนาและส่งเสริมระบบแก๊สชีวภาพขนาดใหญ่ การพัฒนาระบบแก๊สชีวภาพสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดกลางถึงใหญ่ เริ่มต้นโดยโครงการแก๊สชีวภาพเอไอที-เคยู (AIT-KU Biogas Project) โครงการร่วมระหว่างสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยการสนับสนุนเงินทุนจากองค์กร GTZ จัดสร้างระบบแก๊สชีวภาพแบบปลั๊กโพลว์ ขนาด 170 ลูกบาศก์เมตร ขึ้นในปี 2530 เพื่อการวิจัยสาธิตและ ใช้ประโยชน์ในการบำบัดมูลสุกรของฟาร์มเลี้ยงสุกรของสถานีวิจัยทับทวง อ.แก่งคอย

จ.สระบุรี โดยมีการนำแก๊สชีวภาพไปขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ แล้วป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าสู่สายของการไฟฟ้าผ่านตู้ป้อนกระแสไฟ หลังจากนั้นโครงการได้ปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยนำบ่อหมักเร็วแบบยูเอเอสและยูเอเอสบีมาใช้ร่วมกับบ่อหมักช้าแบบปลั๊กโพลว์ โดยมีบ่อตกตะกอนเป็นตัวแยกของแข็งและน้ำ เรียกกระบวนการนี้ว่า **ระบบแก๊สชีวภาพแบบไฮไฟ** ระบบไฮไฟ ได้ก่อสร้างเพื่อการวิจัย และสาธิตที่ฟาร์มเลี้ยงสุกรของศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม การก่อสร้างเริ่มปี พ.ศ. 2533 สร้างเสร็จ และทำพิธีเปิดเป็นทางการเมื่อ 28 สิงหาคม 2535 ในช่วงระยะเวลาใกล้เคียงกันโครงการแก๊สชีวภาพไทย-เยอรมัน ได้ก่อสร้างระบบแก๊สชีวภาพขนาดใหญ่เพื่อการวิจัยและสาธิตขึ้นที่ฟาร์มสุกร ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ขึ้นในปี พ.ศ. 2532 ส่วนประกอบของระบบมีบ่อตกตะกอน บ่อหมักเร็วแบบยูเอเอสบี และบ่อหมักช้าแบบปลั๊กโพลว์ ซึ่งเรียกบ่อหมักแบบนี้ว่า **ระบบแก๊สชีวภาพแบบรางคู่ขนาน** (Modular Double Biogas System) ระบบต้นแบบนี้ได้รับความสนใจจากผู้เลี้ยงสุกรขนาดกลางและขนาดใหญ่เป็นอย่างดี และในปัจจุบันได้เริ่มเผยแพร่โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมีการจัดตั้งหน่วยบริการให้คำปรึกษาเรื่องระบบแก๊สชีวภาพในลักษณะครบวงจร (Biogas Advisory Unit หรือ BAU) ขึ้นในเดือนธันวาคม พ.ศ.2535

### ตารางที่ 1 การกระจายของบ่อแก๊สชีวภาพแบบต่าง ๆ ในประเทศไทย

ภาค	จำนวนบ่อทั้งหมด	แบบยอดโดม	ปากบ่อชั้นเดียว	ปากบ่อสองชั้น	แบบอื่น ๆ
กลาง	1,001	434	480	40	61
ใต้	689	508	59	122	
ตะวันออกเฉียงเหนือ	645	464	83	97	
เหนือ	201	106	57	37	
ตะวันออก	245		128	33	
<b>รวม</b>	<b>2,781</b>	<b>1,584</b>	<b>807</b>	<b>329</b>	<b>61</b>

ที่มา : นารา และคณะ 2530

# การเกิดแก๊สชีวภาพ

## ❖ ความหมายของแก๊สชีวภาพ

**แก๊สชีวภาพ หรือไบโอแก๊ส** คือ แก๊สที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน แก๊สชีวภาพ ประกอบด้วย แก๊สหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นแก๊สมีเทน( $\text{CH}_4$ )ประมาณ 50-70% และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์( $\text{CO}_2$ ) ประมาณ 30-50% ส่วนที่เหลือเป็นแก๊สชนิดอื่น ๆ เช่น ไฮโดรเจน( $\text{H}_2$ ) ออกซิเจน( $\text{O}_2$ ) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $\text{H}_2\text{S}$ ) ไนโตรเจน ( $\text{N}_2$ ) และไอน้ำ

## ❖ ขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์สภาวะปราศจากออกซิเจน

ขบวนการย่อยสลายประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น ไขมัน แป้ง และโปรตีน ซึ่งอยู่ในรูปสารละลายจนกลายเป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile acids) โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรด (acid-producing bacteria) และขั้นตอนการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้เป็นแก๊สมีเทน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทน (Methane-producing bacteria)

## ❖ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตแก๊สชีวภาพ

การย่อยสลายสารอินทรีย์และการผลิตแก๊สมีปัจจัยต่าง ๆ เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. **อุณหภูมิ (Temperature)** การย่อยสลายสารอินทรีย์และการผลิตแก๊สในสภาวะปราศจากออกซิเจน สามารถเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมากตั้งแต่ 4-60 องศาเซลเซียสขึ้นอยู่กับชนิดของกลุ่มจุลินทรีย์

2. **ความเป็นกรด-ด่าง (pH)** ความเป็นกรด-ด่าง มีความสำคัญต่อการหมักมาก ช่วง pH ที่เหมาะสมอยู่ในระดับ 6.6-7.5 ถ้า pH ต่ำเกินไปจะเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียที่สร้างแก๊สมีเทน



3. **อัลคาลินิตี** (Alkalinity) ค่าอัลคาลินิตี หมายถึง ความสามารถในการรักษาระดับความเป็นกรด-ด่าง ค่าอัลคาลินิตีที่เหมาะสมต่อการหมักมีค่าประมาณ 1,000-5,000 มิลลิกรัม/ลิตร ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ )

4. **สารอาหาร** (Nutrients) สารอินทรีย์ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ มีรายงานการศึกษาพบว่า มีสารอาหารในสัดส่วน C:N และ C:P ในอัตรา 25:1 และ 20:1 ตามลำดับ

5. **สารยับยั้งและสารพิษ** (Inhibiting and Toxic Materials) เช่น กรดไขมันระเหยได้ ไฮโดรเจนหรือแอมโมเนีย สามารถทำให้ขบวนการย่อยสลายในสภาพไร้ออกซิเจนหยุดชะงักได้

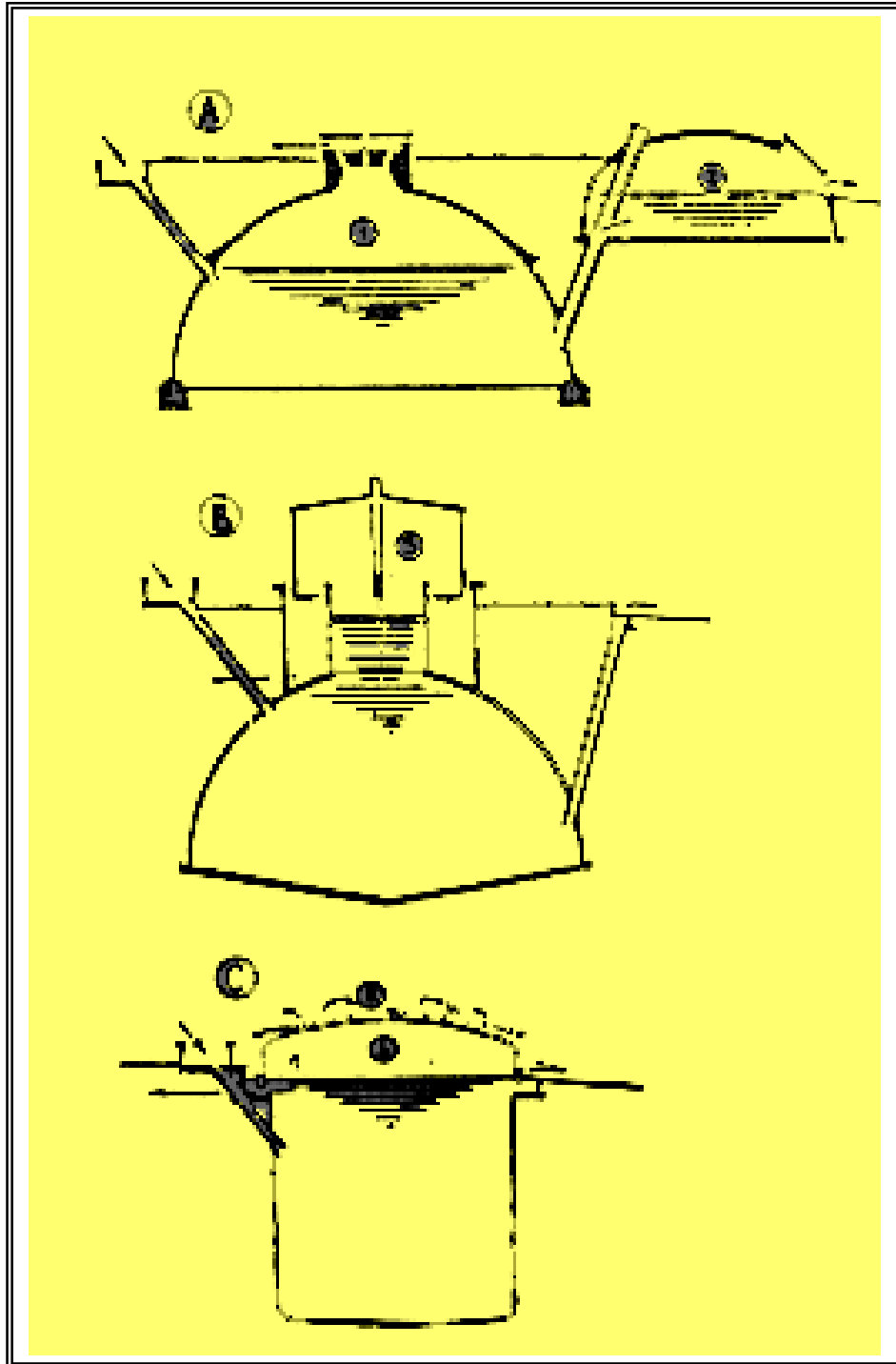
6. **สารอินทรีย์และลักษณะของสารอินทรีย์สำหรับขบวนการย่อยสลาย** ซึ่งมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่เข้าเกี่ยวข้อง

7. **ชนิดและแบบของบ่อแก๊สชีวภาพ** (Biogas Plant) บ่อแก๊สชีวภาพ แบ่งตามลักษณะการทำงาน ลักษณะของของเสียที่เป็นวัตถุดิบ และประสิทธิภาพการทำงานได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ดังนี้

7.1 **บ่อหมักช้าหรือบ่อหมักของแข็ง** บ่อหมักช้าที่มีการสร้างใช้ประโยชน์กันและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป มี 3 แบบหลักคือ (1) แบบยอดโดม (fixed dome digester) (2) แบบฝาครอบลอย (floating drum digester) หรือแบบอินเดีย (Indian digester) และ (3) แบบพลาสติกคลุมราง (plastic covered ditch) หรือ แบบปลั๊กโฟลว์ (plug flow digester)

7.2 **บ่อหมักเร็วหรือบ่อบำบัดน้ำเสีย** แบ่งได้เป็น 2 แบบหลัก คือ

7.2.1 **แบบบรรจุตัวกลางในสภาพไร้ออกซิเจน** (Anaerobic Filter) หรืออาจเรียกตามชื่อย่อว่า แบบเอเอฟ (AF) ตัวกลางที่ใช้ทำได้จากวัสดุหลายชนิด เช่น ก้อนหิน กรวด พลาสติก เส้นใยสังเคราะห์ ไม้ไผ่ตัดเป็นท่อน เป็นต้น ในลักษณะของบ่อหมักเร็วแบบนี้ จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนบนตัวกลางที่ถูกต้องอยู่กับที่



รูปที่ 2 (A) แบบยอดโดม ที่เก็บแก๊สอยู่บนส่วนของบ่อหมัก (1) แรงดันแก๊สที่สะสมจะขับของเหลวเข้าบ่อน้ำล้น (2)

รูปที่ 3 (B) แบบฝาครอบลอย ที่เก็บแก๊สเป็นฝาครอบทำด้วยเหล็ก (3) ลอยขึ้นลงตามปริมาณแก๊สที่สะสม

รูปที่ 4 (C) แบบพลาสติกคลุมราง แก๊สถูกเก็บอยู่ภายในพลาสติกที่คลุมอยู่เหนือรางมักใช้ไม้แผ่นทับเพื่อป้องกันแสงแดดและเพิ่มความดันแก๊ส

7.2.2 แบบยูเอเอสบี (UASB หรือ Upflow Anaerobic Sludge Blanket) บ่อหมักเร็วแบบนี้ ใช้ตะกอนของสารอินทรีย์ (sludge) ที่เคลื่อนไหวภายในบ่อหมักเป็นตัวกลางให้จุลินทรีย์เกาะ ลักษณะการทำงานของบ่อหมักเกิดขึ้นโดยการควบคุมความเร็วของน้ำเสียให้ไหลเข้าบ่อหมักจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนตะกอนส่วนที่เบาจะลอยตัวไปพร้อมกับน้ำเสียที่ไหลล้นออกนอกบ่อ ตะกอนส่วนที่หนักจะจมลงก้นบ่อ



รูปที่ 5 บ่อหมักแบบ AF และแบบ UASB

## การใช้ประโยชน์จากแก๊สชีวภาพ

### 1. ด้านพลังงาน

เมื่อพิจารณาถึงด้านเศรษฐกิจแล้ว การลงทุนผลิตแก๊สชีวภาพจะลงทุนต่ำกว่าการผลิตเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงจากแหล่งอื่น ๆ เช่น ฟืน ถ่าน น้ำมัน แก๊สหุงต้ม และไฟฟ้า แก๊สชีวภาพจำนวน 1 ลูกบาศก์เมตรสามารถนำไปใช้ได้ดังนี้

1. ให้ค่าความร้อน 3,000 - 5,000 กิโลแคลอรี ความร้อนนี้จะทำให้น้ำ 130 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เดือดได้

2. ใช้กับตะเกียงแก๊สขนาด 60-100 วัตต์ ลูกใหม่ได้ 5-6 ชั่วโมง
3. ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 1.25 กิโลวัตต์
4. ใช้กับเครื่องยนต์ 2 แรงม้า ได้นาน 1 ชั่วโมง
5. ถ้าใช้กับครอบครัวขนาด 4 คน สามารถหุงต้มได้ 3 มื้อ

## 2. ด้านปรับปรุงสภาพแวดล้อม

โดยการนำมูลสัตว์ และน้ำล้างคอกมาหมักในบ่อแก๊สชีวภาพ จะเป็นการช่วยกำจัดมูลในบริเวณที่เลี้ยงทำให้กลิ่นเหม็นและแมลงวันในบริเวณนั้นลดลงและผลจากการหมักมูลสัตว์ในบ่อแก๊สชีวภาพที่ปราศจากออกซิเจนเป็นเวลานาน ๆ ทำให้ไข่พยาธิและเชื้อโรคส่วนใหญ่ในมูลสัตว์ตายด้วย ซึ่งเป็นการทำลายแหล่งเพาะเชื้อโรค บางชนิด เช่น โรคมืด อหิวาต์ และพยาธิที่อาจแพร่กระจายจากมูลสัตว์ด้วยกันนอกจากนี้แล้วยังเป็นการป้องกันไม่ให้มูลสัตว์ถูกชะล้างลงไปในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

## 3. ด้านการเกษตร

**3.1 การทำเป็นปุ๋ย** กากที่ได้จากการหมักแก๊สชีวภาพเราสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ดีกว่ามูลสัตว์สด ๆ และปุ๋ยคอก ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่มีการหมัก จะมีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจนในมูลสัตว์ทำให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

**3.2 การทำเป็นอาหารสัตว์** โดยนำส่วนที่เหลือจากการหมัก นำไปตากแห้งแล้วนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์ให้โคและสุกรกินได้ แต่ทั้งนี้ก็มีข้อจำกัด คือ ควรใส่อยู่ระหว่าง 5-10 กิโลกรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กิโลกรัมจะทำให้สัตว์เจริญเติบโตตามปกติและเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย

## ❖ การใช้แก๊สชีวภาพผลิตกระแสไฟฟ้า

ก่อนที่เราจะทำการผลิตกระแสไฟฟ้า เราจำเป็นต้องรู้ก่อนว่าขนาดบ่อหมักบรรจุแก๊สได้กี่ลูกบาศก์เมตร และจำนวนที่ใช้กระแสไฟฟ้าในฟาร์ม จากนั้นจึงคำนวณหาอุปกรณ์ที่จะใช้ ดังกรณีตัวอย่างบ่อแก๊สชีวภาพแบบปลั๊กโพลว์ ขนาดบ่อหมักซึ่งมีปริมาตร 170 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งชุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

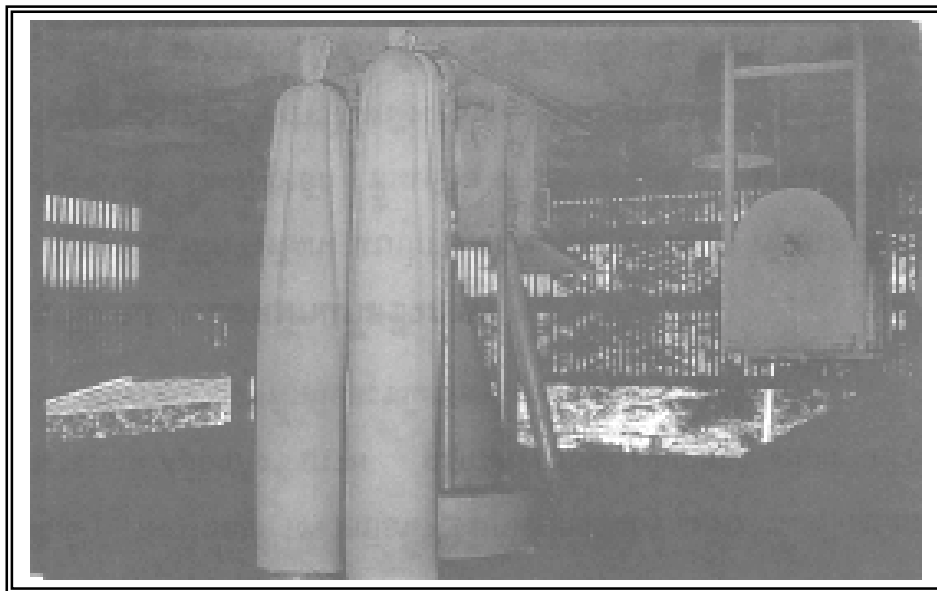
1) **เครื่องยนต์** ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 4 สูบ (เครื่องยนต์ใช้แล้ว) ความจุ ระบาย 4 สูบ เท่ากับ 198 ลูกบาศก์เซนติเมตร สัดส่วนการอัดอากาศต่อแก๊สชีวภาพ 8:2:1 มีกำลัง 91 แรงม้า ที่ 4,800 รอบ/วินาที แรงบิดสูงสุด เท่ากับ 160 นิวตันเมตร ที่ 3,200 รอบ/

หน้าที่ การปรับแต่งเครื่องยนต์นั้นจะต้องเอาคาร์บูเรเตอร์ (Carburator) ที่สำหรับใช้กับเครื่องยนต์เบนซินออก แล้วนำคาร์บูเรเตอร์สำหรับเครื่องยนต์ที่จะใช้กับแก๊สมาติดตั้งแทน เครื่องยนต์ที่ใช้กับแก๊ส LPG จะต่างกับเครื่องยนต์แก๊สชีวภาพที่ไม่ต้องมีหม้อต้มเหมือนกับเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊ส LPG ส่วนอื่น ๆ ของเครื่องยนต์จะเหมือนกัน

2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 13 กิโลวัตต์ ใช้ไฟ 3 สาย แรงขับเคลื่อนไฟฟ้า 380 โวลท์ ปริมาณไฟฟ้า 30 แอมแปร์

3) เครื่องควบคุมวงจรไฟฟ้า วัตถุประสงค์ที่ติดตั้งเพื่อควบคุมกระแสไฟฟ้าตกหรือสูงเกินไปหรือในกรณีแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำหรือสูงไม่เป็นไปตามปกติ

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชุดนี้ได้ออกแบบมาเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 30-50% ของปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องการใช้โดยผลิตได้ 1.4 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อแก๊ส 1 ลูกบาศก์เมตร กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้สามารถนำไปใช้กับเครื่องสูบน้ำขนาด 15 แรงม้า เครื่องผสมอาหาร 5 แรงม้า เครื่องบดอาหารขนาด 20 แรงม้า ซึ่งโดยปกติจะทำงานไม่พร้อมกัน



รูปที่ 7 การใช้แก๊สชีวภาพผลิตกระแสไฟฟ้าใช้กับเครื่องผสมอาหาร

# การสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ

## 1. การเลือกสถานที่

การเลือกสถานที่นั้น ควรอยู่ในพื้นที่ที่มีแสงสว่างส่องถึง เพราะจะทำให้ระบบการหมักทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรเลือกสร้างที่ดอน น้ำท่วมไม่ถึง มีระดับน้ำใต้ดินลึก ควรให้อยู่ห่างจากบ่อน้ำใช้ไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร เพื่อป้องกันสารที่อาจจะซึมมาจากบ่อหมักแก๊สชีวภาพ ฉะนั้นก่อนที่จะลงมือก่อสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ จึงจำเป็นต้องทำการสำรวจพื้นที่และชนิดของดินบริเวณที่จะก่อสร้าง

## 2. การเลือกแบบบ่อหมักแก๊สชีวภาพ

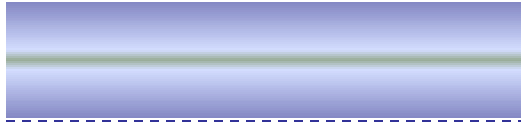
ปัจจุบันได้มีการพัฒนาแบบการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ ให้เหมาะสมกับสภาพของแต่ละพื้นที่ โดยยึดหลัก สั้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย ง่ายแก่การปฏิบัติ มีประสิทธิภาพสูงเหมาะสมกับการใช้พลังงานประจำวัน และเพื่อให้ได้ปริมาณแก๊สตามที่ต้องการ ดังนั้นในการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพไว้เป็นพลังงานทดแทน หรือผลิตกระแสไฟฟ้าไว้ใช้ในครัวเรือน หรือใช้ในโรงงานฟาร์มนั้น จึงต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

- 2.1 สถานที่ที่จะสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ
- 2.2 ขนาดของบ่อหมัก
- 2.3 ลักษณะของแบบ หรือรูปทรงของบ่อที่เหมาะสม
- 2.4 จำนวนสัตว์ที่เลี้ยงอยู่ในฟาร์มซึ่งจะสัมพันธ์กับมูลที่ถ่ายออกมาแต่ละวัน
- 2.5 เงินทุนที่ใช้ในการก่อสร้าง
- 2.6 การใช้กระแสไฟฟ้าภายในฟาร์ม
- 2.7 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ก่อสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ และ
- 2.8 หน่วยงานทางราชการที่ให้คำปรึกษาด้านที่เกี่ยวข้องกับเรื่องแก๊สชีวภาพ

## 3. ขั้นตอนการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ

ขั้นตอนการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพมีขั้นตอนพอสรุปได้ง่าย ๆ ดังนี้ คือ เริ่มต้นจากการสำรวจพื้นที่และชนิดของดินบริเวณที่จะก่อสร้างบ่อก่อน ต่อมาให้วางผังโดยใช้ปูนขาวโรยบริเวณที่เราจะขุดบ่อ บ่อที่จะขุดมีทั้งหมด 3 บ่อ คือ บ่อเติม บ่อหมัก บ่อล้น แล้วจึงขุดบ่อตามแบบที่เราต้องการ โดยเริ่มต้นก่อสร้างบริเวณกันบ่อก่อนทุกบ่อแต่ทรงบ่อให้ราบ

เรียบ จากนั้นจึงเริ่มก่อผนังของแต่ละบ่อ และสร้างที่เก็บกักแก๊สที่ได้จากการหมักและโรงผลิตกระแสไฟฟ้า



## 1. แบบยอดโดมหรือแบบฟิสิกซ์โดม (Fixed Dome)

ลักษณะโดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นทรงกลมฝังอยู่ใต้ดิน ส่วนที่กักเก็บแก๊สมีลักษณะเป็นโดม แบบนี้เหมาะสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดเล็ก มีข้อดีคือ ประหยัดพื้นที่บริเวณฟาร์ม ง่ายต่อการต่อรางระบายมูลสุกรจากโรงเรือนไปสู่บ่อหมัก เนื่องจากตัวบ่อหมักจะฝังอยู่ใต้ดิน และดินที่อยู่รอบ ๆ บ่อหมัก จะช่วยป้องกันการแตกตัวของบ่ออันเนื่องมาจากแรงดันของแก๊สที่เกิดขึ้น และน้ำหนักรั่ว และมูลสัตว์ ที่เต็มลงไปใบบ่อได้ดี และอุณหภูมิใบบ่อหมักค่อนข้างคงที่ช่วยให้การหมักของมูลต่อเนื่อง สำหรับข้อเสียของแบบนี้ คือ ในบริเวณที่ระดับน้ำใต้ดินสูง การทำงานและการสร้างบ่อจะค่อนข้างลำบาก



รูปที่ 7 แบบฟิสิกซ์โดม

### 1.1 ขั้นตอนการก่อสร้าง

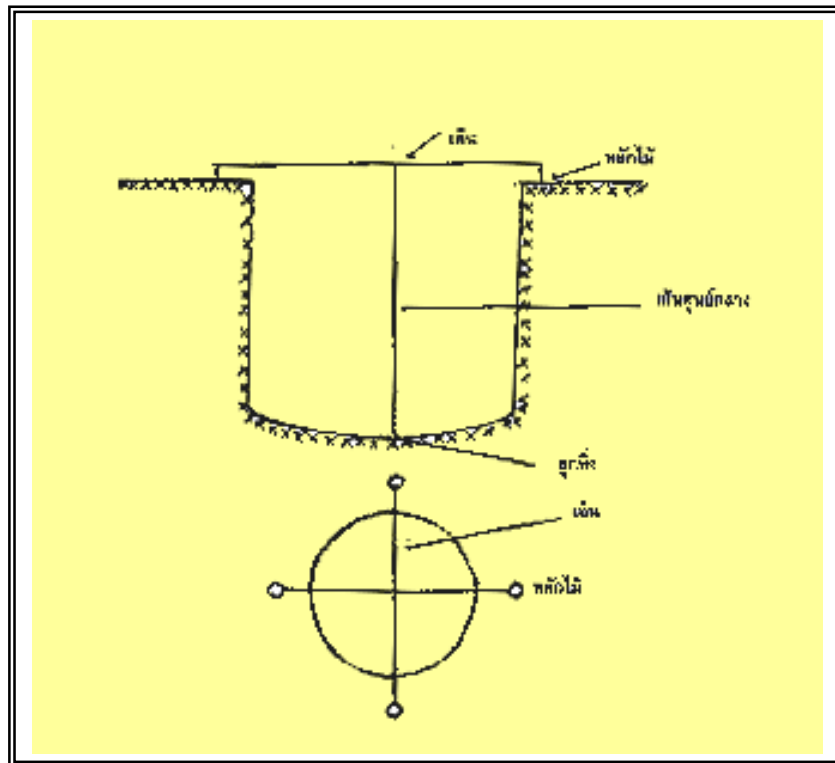
1.1.1 ทำการสำรวจพื้นที่และชนิดของดินบริเวณที่จะก่อสร้างบ่อ

1.1.2 การวางผังในการขุดบ่อหมัก

1) ทำเครื่องหมายบริเวณที่จะขุดบ่อหมัก โดยการใช้ปูนขาวโรยเป็นรูปวงกลมให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางของบ่อหมัก บวกสองเท่าของความ

หนาของช่องว่างรอบ ๆ บ่อหมัก (ยาวประมาณ 20-25 เซนติเมตร) ซึ่งมีไว้เพื่อสะดวกในการก่ออิฐและโบกฉาบปูน

2) การหาจุดศูนย์กลางของก้นบ่อ โดยการใช้หลักไม้ตอกห่างจากขอบบ่อประมาณ 1 เมตร ทำ 4 ด้าน ซึ่งด้วยเชือก หรือเอ็นจุดที่เอ็นตัดกัน คือ จุดศูนย์กลางของขอบบ่อ

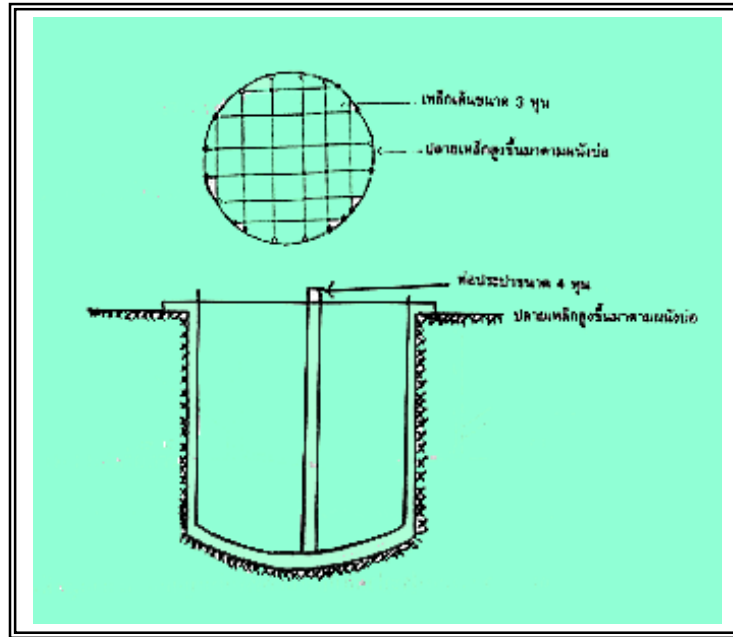


รูปที่ 8 แสดงการวางผังในการขุดบ่อหมัก

1.1.3 การขุดบ่อหมักหลังจากวางผังแล้ว จึงทำการขุดบ่อ อาจใช้แรงดันหรือเครื่องจักร แล้วใช้แรงงานคนแต่งผนังบ่อให้เรียบและตรง

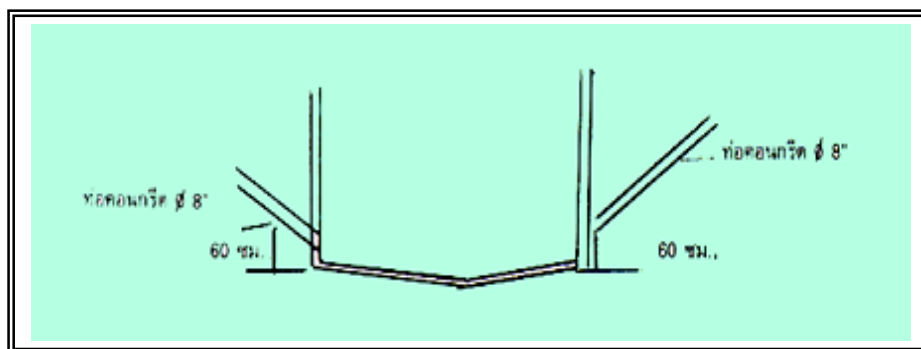
1.1.4 การก่อสร้างก้นบ่อหมัก โดยการอัดดินให้แน่นและเรียบ ปูพื้นก้นด้วยหินขนาด 3/4 นิ้ว หนาประมาณ 15-20 เซนติเมตร ปรับให้เรียบและบดให้แน่นอีกครั้ง จากนั้นใช้เหล็กขนาด 3 หุนผูกเป็นโครง โดยให้เรียงห่างกัน 30x30 เซนติเมตร ก่อนเทคอนกรีตที่ก้นบ่อ ใช้ท่อแป๊บน้ำขนาด 4 หุน ยาว 6 เมตร ปักไว้ตรงจุดศูนย์กลางบ่อ เพื่อให้เป็นหลักในการก่อผนังบ่อ จากนั้นจึงเทคอนกรีตก้นบ่อในอัตราส่วนปูน : ทราย เท่ากับ 1:2:3 หนาประมาณ 10 เซนติเมตร แต่งหน้าปูนให้เรียบและโค้งเป็นรูปก้นกะทะ และขัดมันผิวหน้าให้เรียบอีกครั้ง





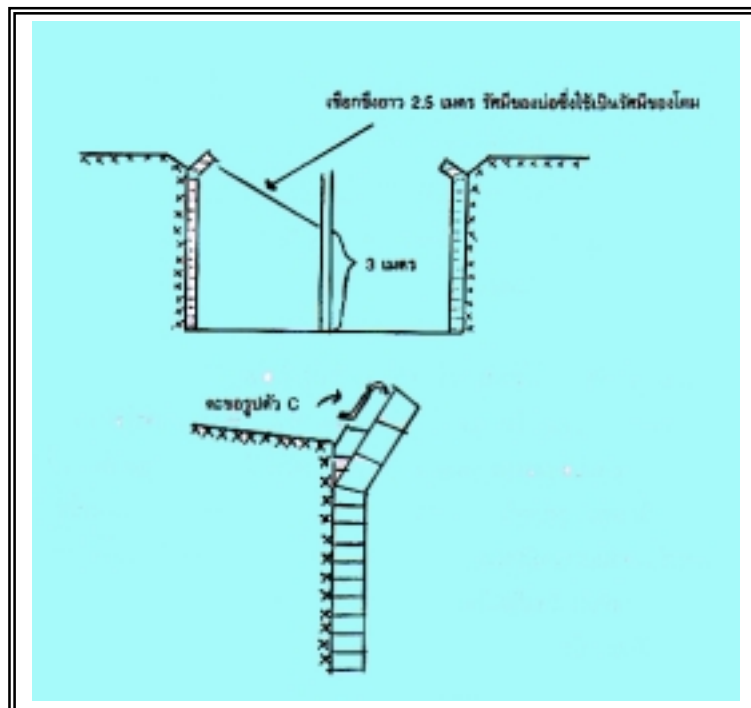
รูปที่ 9 แสดงการผูกเหล็กและการวางท่อแป็บน้ำเพื่อเทคอนกรีตที่กันบ่อหมัก

**1.1.5 การก่อผนังบ่อ** หลังจากพื้นคอนกรีตแข็งดีแล้ว จึงทำการก่อผนังด้วยอิฐมอญเล็กโดยให้โครงเหล็กอยู่ด้านนอกทำการผูกมัดเหล็กขนาด 3 นิ้ว ทุกระยะความสูงของผนังบ่อ 30 เซนติเมตร ในการก่ออิฐเป็นรูปวงกลมจำเป็นต้องใช้ไม้ยาว 2.5 เมตร หรือเท่ากับรัศมีบ่อ ผูกติดกับท่อประปาที่ปักเป็นจุดศูนย์กลาง โดยไม้นี้สามารถหมุนได้รอบขณะทำการก่อสร้างผนังบ่อจะทำให้ผนังห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน เมื่อก่อผนังสูงจากกันบ่อ 60 เซนติเมตร ให้วางท่อประปา คอนกรีตทั้ง 2 ด้าน โดยทำมุมกับผนังบ่อ 45 องศา แล้วจึงก่ออิฐผนังต่อเมื่อก่ออิฐสูงขึ้นมาทุก ๆ 150 เซนติเมตร จะต้องฉาบปูนผนังด้านนอกของตัวบ่อ โดยฉาบทับโครงเหล็กที่ผูกไว้ด้านนอกที่ผนังบ่อก่อสูง 3 เมตร จึงทำการฉาบผนังบ่อด้านในและขัดมัน

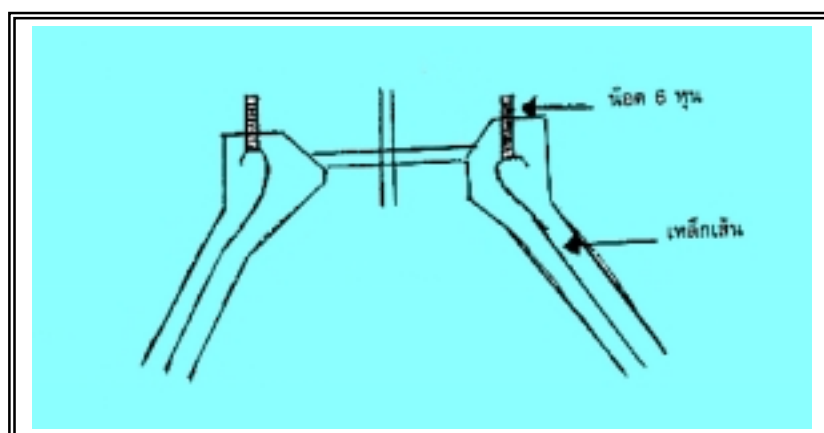


รูปที่ 10 แสดงการวางท่อประปาคอนกรีตสำหรับเติมมูลและระบายมูลที่หมักแล้วออกจากถัง

1.1.6 การก่อโดม หลังจากก่อผนังบ่อเรียบร้อยแล้ว จึงทำการก่อโดม โดยใช้อิฐมอญก้อนใหญ่ก่อปูน ควรใช้อัตราส่วนผสม ปูน : ปูนขาว : ทราย เท่ากับ 1:1:4 โดยก่ออิฐมอญในแนวตั้ง ใช้เหล็กรูปตัวเอส (S) ยึดอิฐให้อยู่แนวโค้งรัศมี เมื่อก่อถึงยอดโดม ให้เว้นช่องที่ปากบ่อมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เมตร เมื่อก่อโดมเสร็จ ทำการผูกเหล็กโค้งตามรูปโดม ภายนอกจนถึงปากบ่อ จากนั้นผสมคอนกรีตฉาบด้านนอกและในรูปโดม ฝังท่อขนาด 6 หุน ยาว 6 นิ้ว ติดกับโครงเหล็กปากบ่อ แต่งปากบ่อโดยใช้ปูนฉาบให้เรียบ แล้วจึงทำฝาปิดปากบ่อ โดยใช้คอนกรีต ตามลักษณะปากบ่อหนาประมาณ 20 เซนติเมตร โดยจุดศูนย์กลางของฝา มีแป้นน้ำขนาด 4 หุน ยาว 60 เซนติเมตร ฝังทะลุฝาทั้งสองด้าน



รูปที่ 11 แสดงการก่อโดม



รูปที่ 12 แสดงการยึดติดขนอกกับโครงเหล็กปากท่อ

1.1.7 หลังจากนั้นทำการสร้างบ่อเติม และบ่อล้นตามในแบบ โดยการเทพื้นคอนกรีตและผนังก่อด้วยอิฐมอญเช่นกัน

1.1.8 ก่อสร้างโรงผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นลักษณะโรงเรือนหน้าจั่ว กว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 3 เมตร ด้านข้างด้านหลังทั้ง 3 ด้าน ก่อด้วยอิฐโปรงเพื่อให้ระบายความร้อนจากเครื่องยนต์

## 2. แบบรางขนานหรือแบบปลั๊กโฟลว์ (Plug flow)

มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูฝังในดิน ส่วนที่ใช้เก็บแก๊สจะใช้ผ้าพลาสติกที่เรียกว่า red-mud-plastic คลุมส่วนบนของบ่อหมักไว้ ข้อดีของบ่อแบบนี้ คือ เนื่องจากลักษณะของบ่อเป็นแนว จึงทำให้ระยะเวลาในการหมักมูลสุกรมากขึ้น ซึ่งถ้ามูลสุกรมีเวลาในการหมักนาน ก็จะทำให้ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นมีมากขึ้นด้วย และเนื่องจากส่วนที่เก็บกักแก๊สเป็นผ้าพลาสติก จึงทำให้ทราบได้ว่าปริมาณของแก๊สที่เกิดขึ้นมีมากน้อยเท่าไร



รูปที่ 13 แบบปลั๊กโฟลว์

### 2.1 ขั้นตอนในการก่อสร้าง

ขั้นตอนในการก่อสร้างก็เช่นเดียวกับชนิดฟิคซ์โดม คือ จะต้องสำรวจพื้นที่ที่จะสร้างก่อน ส่วนประกอบของบ่อแก๊สชีวภาพแบบปลั๊กโฟลว์ก็เช่นเดียวกันกับแบบฟิคซ์โดม คือ ประกอบด้วย บ่อเติม บ่อหมัก และบ่อล้น

#### บ่อหมัก

ลักษณะ รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

ขนาดบ่อหมัก ความยาวปากบ่อ 17 เมตร ก้นบ่อ 16 เมตร

ความกว้างปากบ่อ 3 เมตร ก้นบ่อ 18 เมตร

ความลึก 4 เมตร ผนังบ่อลาดเอียง 80 องศา

ปริมาตร 170 ลูกบาศก์เมตร

### **บ่อเติมหรือบ่อเก็บกักมูล**

**ขนาดบ่อเติม** ปริมาตร 3 ลูกบาศก์เมตร

### **บ่อล้น**

**ขนาดบ่อล้น** ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตร

ความลึก 4 เมตร ความลาดเอียง 60 องศา

ขนาดของบ่อแก๊สชีวภาพที่กล่าวถึงนี้ เป็นบ่อที่ออกแบบไว้สำหรับการเลี้ยงสุกร ประมาณ 800 ตัว ซึ่งจะได้ปริมาณมูลสุกรที่พอเหมาะสำหรับการผลิตแก๊ส แต่ถ้าเลี้ยงสุกร น้อยกว่านี้หรือต้องการปริมาณแก๊สที่น้อยกว่า ก็สามารถจะย่อส่วนลงได้ตามแบบแปลนที่ กล่าวถึงข้างต้น และมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

#### **2.1.1 วางผังตามแบบแปลนที่ออกแบบแล้วขุดบ่อตามที่วางผังไว้** หลัง

จากขุดดินออกเรียบร้อยแล้วใช้เหล็กขนาด 3 หุน ผูกเป็นโครงตามรูปของบ่อหมัก จากนั้น ทับด้วยลวดตาข่ายแล้วจึงเทคอนกรีตทับให้หนา 3.5 เซนติเมตร ชัดมันผิวหน้าให้เรียบ สำหรับท่อทางเข้าและทางออกของมูลสุกร ใช้ท่อคอนกรีตขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติ เมตร วางด้านหัวและด้านท้ายของบ่อทำมุมเอียง 45 องศา ปลายของท่อทางเข้า และทาง ออกของมูลสุกรด้านล่างอยู่สูงจากพื้น 150 เซนติเมตร บริเวณปากบ่อใช้อิฐก่อเป็นร่อง สำหรับใส่หน้าความกว้างของร่อง 1.2 เมตร ลึก 50 เซนติเมตร เพื่อใช้ตรวจการรั่วซึมของ แก๊ส ตลอดแนวร่องน้ำใช้เหล็กเส้นงอเป็นรูปตัว C ผึงติดกับพื้นของร่องน้ำ ห่างแต่ละจุด ประมาณ 1 เมตร ตลอดร่องน้ำของบ่อหมักเพื่อใช้เป็นตัวยึดพลาสติกโดยพลาสติกที่ใช้คลุม เป็นรูปครึ่งทรงกระบอก มีความยาว 20 เมตร กว้าง 5 เมตร หนา 18 มิลลิเมตร ซึ่ง พลาสติกนี้ทนต่อแสงแดด และความดันได้เป็นอย่างดี อายุการใช้งานประมาณ 10 ปี

#### **2.1.2 บ่อเติม** มูลสุกรและน้ำล้างคอกจากโรงเรือนต่าง ๆ จะไหลมาตาม

รางระบายน้ำ และไหลมารวมกันที่บ่อกักเก็บมูลสุกร ตามปกติแล้วอัตราส่วนที่เหมาะสม ของมูลสุกร และน้ำล้างคอกประมาณ 1:2 จะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตแก๊สดีที่สุด โดยทั่วไปแล้วประสิทธิภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลสุกรเท่ากับ 0.3-0.48 ลูกบาศก์ เมตรต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

#### **2.1.3 บ่อล้น** บ่อนี้จะเป็นที่พักของมูลสุกรที่หมักเรียบร้อยแล้ว จะมีทั้งส่วน

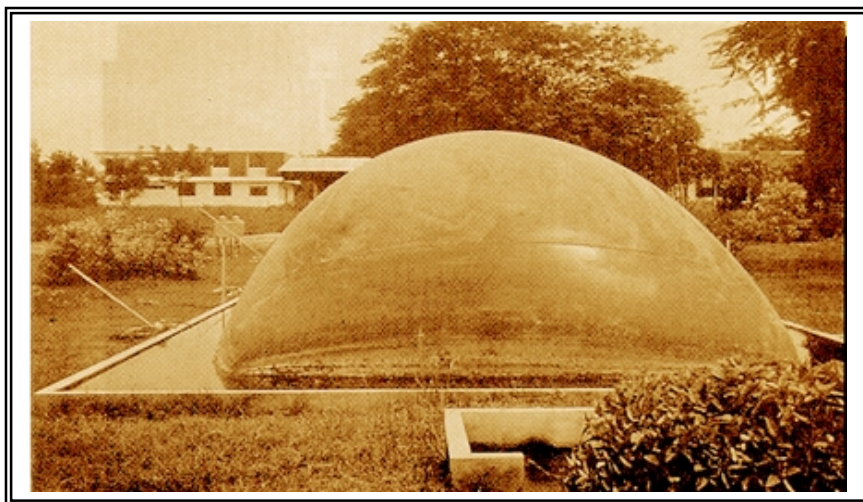
ที่เป็นกากและเป็นน้ำที่ถูกดันออกมาจากบ่อหมักมูลสุกรที่หมักแล้ว เมื่อตกตะกอนในบ่อล้น

นี้ เราสามารถดักชิ้นมาตากให้แห้งแล้วนำไปเป็นปุ๋ยต่อไป ผนังของบ่อล้นนี้จะเทปูนเหมือนกับบ่อหมักก็ได้ แต่ต้นทุนอาจจะสูง หรือจะใช้แผ่นพลาสติกที่มีความหนา 0.25 มิลลิเมตรปูเป็นพื้นก็ได้

เมื่อสร้างบ่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ปล่อยให้มูลสุกรและน้ำล้างคอกจากโรงเรือนต่างๆ ไหลลงที่บ่อเติม ปริมาณของน้ำและมูลสุกรที่เติมลงไปก็จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น มูลสุกรจะเริ่มถูกหมักไปเรื่อย ๆ ระยะเวลาในการหมัก โดยปกติแล้วจะใช้เวลาประมาณ 15-60 วัน โดยถ้าหากส่วนผสมของมูลสุกรและน้ำมีความเจือจางมากจะทำให้ระยะเวลาในการหมักสั้น ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจะน้อย เมื่อเราเติมมูลสุกรลงไปบ่อหมักใหม่ทุกวัน มูลสุกรใหม่จะไปดันส่วนที่หมักแล้วไหลออกไปยังบ่อล้นเมื่อมีแก๊สเกิดขึ้น จะสังเกตเห็นได้จากผ้าพลาสติกพองโป่งขึ้น เราก็สามารถที่จะนำแก๊สไปใช้ได้

### 3. แบบไฮฟี (HIPHI)

ระบบการกำจัดของเสียแบบไฮฟี (HYPHI) ระบบนี้ออกแบบขึ้นมาเพื่อกำจัดของเสียจากฟาร์มสุกรระดับกลางถึงระดับใหญ่หรือฟาร์มขนาดประมาณ 1,500 ตัว โดยเฉพาะโดยมุ่งกำจัดทิ้งของเสียที่เป็นของแข็งได้แก่มูลสุกรและส่วนที่เป็นของเหลวได้แก่ ปัสสาวะและน้ำล้างคอก ระบบนี้ออกแบบมาเพื่อกำจัดของเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ คำว่า ไฮฟี (HYPHI) ย่อมาจากคำว่า Hybrid Plug-flow High-rate System ระบบนี้ประกอบด้วยถังหมักตะกอนแบบหมักช้า (Plug-flow) และถังหมักของเสียเป็นน้ำแบบหมักเร็ว (High-rate) เข้าด้วยกัน เพื่อให้ระบบการกำจัดของเสียดังกล่าวสามารถกำจัดของเสียที่เป็นน้ำได้ปริมาณมาก



รูปที่ 14 แบบไฮฟี

## ส่วนประกอบ

- 1) ถังตกตะกอน ขนาด 12 ลูกบาศก์เมตร
- 2) ถังหมักช้า ขนาด 100 ลูกบาศก์เมตร
- 3) ถังหมักเร็ว แบบ ยู เอ เอส บี ขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร
- 4) ถังหมักเร็วแบบ เอ เอฟ
- 5) เครื่องสูบลมตะกอน
- 6) บ่อน้ำล้นขนาด 300 ลูกบาศก์เมตรกับขนาด 100 ลูกบาศก์เมตร
- 7) ชุดกำเนิดซึ่งประกอบด้วยเครื่องยนต์แบบเบนซินโตโยตำรุ่น zy ขนาด 90 แรงม้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ ขนาด 25 แรงม้า และตู้ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้า
- 8) เครื่องทำความเย็น โดยใช้ความร้อนจากท่อไอเสีย เครื่องยนต์



รูปที่ 15 ส่วนประกอบของระบบไฮพี

## หลักการทำงานของระบบไฮพี

ของเสียจากฟาร์มสุกร ได้แก่ มูลสุกร (ของแข็ง) และน้ำล้างคอกรวมทั้งปัสสาวะ (ของเหลว) จะไหลมารวมกันที่บ่อตกตะกอนเพื่อให้มูลสุกร และส่วนที่เป็นของแข็งตกตะกอนด้านล่าง และของเสียส่วนที่เป็นของเหลวจะอยู่ด้านบน ส่วนของของเหลวจะล้นเข้าสู่ถังหมักเร็วแบบ ยู เอ เอส บี และถังหมักเร็วแบบ เอ เอฟ เพื่อบำบัดน้ำเสียส่วนที่เป็นน้ำ ส่วนที่เป็นตะกอนจะถูกส่งเข้าสู่ถังหมักช้าแบบปลั๊กโฟลว์ เพื่อบำบัดของเสียส่วนที่เป็นของแข็ง และส่วนที่เป็นของแข็งแขวนลอย น้ำที่ออกจากถังหมักช้าแบบ เอ เอฟ และถังหมักช้าแบบปลั๊กโฟลว์จะมีคุณภาพดีขึ้นและพร้อมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านการปลูกพืชและด้านอื่นๆ ต่อไป

# การบำรุงดูแลรักษาบ่อแก๊สชีวภาพ

## ❖ การบำรุงดูแลรักษา

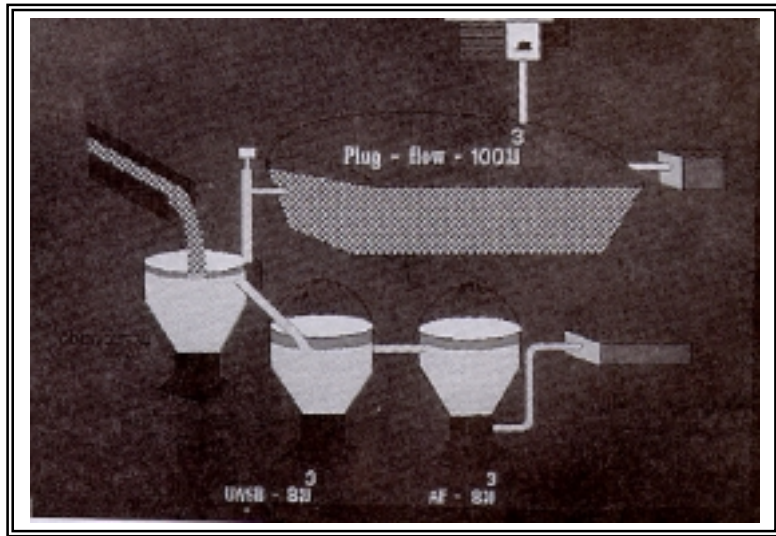
หมั่นตรวจสอบเครื่องยนต์ โดยการตรวจเช็คน้ำมันเครื่อง หัวเทียน ท่อนำแก๊ส และพยายามทำความสะอาดที่เก็บแก๊สอยู่เสมอ ถ้าหากพบว่าปริมาณแก๊สน้อยลงในขณะที่เดิม มวลสุกรทุกวัน แสดงว่า มีกากที่เหลือจากการหมักอยู่ก้นบ่อ ให้ทำการรื้อบ่อเอากากส่วนนี้ออก

## ❖ ปัญหาและวิธีแก้ไข

1) ปัญหาเรื่องทางออกของบ่อหมักปิดตัน แก้ไขโดยการเปิดบ่อ และขุดลอกกาก ตะกอนที่ตกค้างอย่างน้อย 3 ปี ต่อ 1 ครั้ง ส่วนการป้องกันเศษหินและดินตกลงบ่อโดยตรง ทำได้โดยการทำหลุมตัก พักก่อนการสูบเข้าไปในบ่อหมัก

2) ปัญหาเรื่องเครื่องยนต์ร้อนเกินไป แก้ไขโดย การเลือกใช้เครื่องยนต์ที่มีช่องระบายน้ำขนาดใหญ่ หรือต่อพัดลมบริเวณด้านหน้าของหม้อน้ำ รังผึ้งอีก 1 ตัวและดูแลเรื่องตะกอนในหม้อน้ำ ควรใช้น้ำอ่อนและมีน้ำยากันสนิม รวมทั้งน้ำยาหล่อเย็นในหม้อน้ำด้วย ดูแลเรื่องน้ำมันเครื่องให้มีจำนวนที่พอดี ไม่มาก หรือน้อยเกินไปควรมีเครื่องยนต์ 2 เครื่อง ไว้ทดแทนเมื่อเครื่องหนึ่งชำรุดหรือใช้งานมาแล้วประมาณ 4 เดือน ควรถอดออกล้างทำความสะอาดบริเวณส่วนหัวลูกสูบ ห้องจุดระเบิดวาล์ว เป็นต้น เครื่องยนต์สำรองติดตั้งเพื่อทำงานต่อไปโดยไม่หยุดพักในกรณีที่เครื่องยนต์ต้องเร่งมากเกินไปจะทำให้ชำรุดได้เร็วขึ้นจึงควรใช้ล้อถ่วงแรงช่วยจะทำให้เครื่องยนต์ทำงานหนักน้อยลงซึ่งยืดอายุการทำงานของเครื่องยนต์ยาวนานออกไป

3) ปัญหาเรื่องท่อแก๊ส ท่อแก๊สตันเกิดจากไอน้ำที่เป็นส่วนหนึ่งของแก๊สชีวภาพ รวมตัวกันเป็นหยดน้ำ และเกิดมากขึ้น จนปิดกั้นทางเดินของแก๊ส แก้ไขโดยการทำที่ระบายน้ำออกเป็นระยะ หรือแหล่งใช้แก๊สอยู่ห่างจากบ่อผลิตมากทำให้แก๊สไม่มีแรงดันหรือแรงดันลดลง แก้ไขโดยการใส่ปั๊มลงช่วยเป็นตัวดึงแก๊สจากบ่อให้ไหลมาตามเส้นท่อที่วางไว้ และเพิ่มแรงดันไปสู่หัวเตาเผาในขณะเดียวกัน



รูปที่ 16 หมั่นตรวจสอบเครื่องยนต์



# เอกสารอ้างอิง

วิรัตน์ สุมน. 2538. **แก๊สชีวภาพ**. สระบุรี : สถานีวิจัยทับทิมทอง.

สมชัย จันทร์สว่าง. 2537. **ระบบไบโอแก๊สไฮไฟ**. การเกษตรกับสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Khonsilp S. 1986. **The state of art of biogas technology in Thailand**. Regional expert consultation on biogas network. FAO Regional Office for Asia and Pacific. Bangkok, Thailand. 28 October–1 November 1986. Kijne E. 1984. Biogas in Asia. CDP, Achter Clarenburg 25, 35H JH Utrecht, Holland.

Price E.C. and P.N. Cheremisinoff. 1981. **Biogas Production and Utilization**. Ann Arbor Science Publishers, Inc. 230 Collingwood, Ann Arbor, Michigan 48106. Sasse L., C. Kellner and P. Kimaro. 1991. Improved Biogas Unit for Developing Countries. The CAMARTEC Biogas Unit. Frudr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig.

Tentscher W., M. Ringhamp and S. Chantsavang. 1989. **Design of low cost plug flow biogas plants for anaerobic treatment of pig manure with hybrid system**. Paper presented at the International Symposium on Waste Management and Recycling in Pig Farms. Boulevard Hotel, Singapore.