ภาคผนวก

ข้อมูลเบื้องต้น

แก๊สชีวภาพ (Bio-Gas) หมายถึง แก๊สที่ได้จากการย่อยสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) โดยแบคทีเรีย (Bacteria) ชนิดที่เรียกกันว่า Anaerobic bacteria แก๊สนี้เป็นแก๊สผสมประกอบด้วย

มีเทน	CH_4	54 - 70 %
คาร์บอนไดออกไซด์	CO_2	27 - 45 %
ไฮโดรเจน	H_2	มีปะปนบ้างเล็กน้อย
ไนโตรเจน	N_2	
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	H_2S	

เนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่ดับตัวและไม่ติดไฟ ดังนั้นคุณสมบัติของแก๊สชีวภาพในด้านการใช้เป็นเชื้อเพลิงจึงมีอยู่กับปริมาณของแก๊สมีเทนเป็นสำคัญ จากผลการค้นคว้าพบว่า แก๊สมีเทน 1 ลูกบาศก์ฟุต ให้ค่าความร้อนประมาณ 500 - 700 บีทียู (Meynell 1976) หรือแก๊สมีเทน 1 ลูกบาศก์ฟุตอาจให้ความร้อนถึง 900 - 1,100 บีทียู โดยประมาณ แก๊สชีวภาพที่จุดติดไฟในบรรยากาศให้ความร้อน ประมาณ 600 บีทียู ต่อ $ฟ^3$ ที่อุณหภูมิและความร้อนปกติ หรือเมื่อเปรียบเทียบกับถ่าน แก๊สชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร จะให้ค่าความร้อนเทียบเท่ากับถ่านไม้ชั้นดี 0.74 กิโลกรัม

การใช้ประโยชน์จากแก๊สนี้มีข้อจำกัดทางปฏิบัติหลายประการ เช่น ต้องมีบริเวณเพียงพอ ไม่ไกลจากแหล่งที่จะใช้ประโยชน์มากนัก น้ำท่วมไม่ถึงอุณหภูมิและปัญหาเศรษฐกิจการลงทุนครั้งแรกด้วย นอกจากนั้นการอัดแก๊สชีวภาพใส่ถังหรือส่งไปตามท่อไกลด้วยความดันที่สูงได้ยาก และเสียค่าใช้จ่ายสูงเพราะแก๊สมีเทนอัดได้ยากเนื่องจากแก๊สมีเทนมีค่า Critical Temperature - 82 °ซ และ Critical Pressure47.3 กก/ซม^2 จึงนับว่าเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการที่จะผลิตแก๊สชีวภาพในปริมาณมาก ๆ เพื่อการอัดหรือส่งไปตามระบบเส้นท่อ ดังนั้นการใช้แก๊สชีวภาพจึงจำกัดอยู่เฉพาะในครอบครัวเป็นส่วนใหญ่ ครอบครัวในชนบทจะใช้แก๊สชีวภาพในการหุงต้มประมาณ 1.2 $ม^3$ ต่อวัน หรือประมาณ .5 $ม^3$ /คน/วัน นอกจากใช้ในการหุงต้มแล้วในต่างประเทศ เช่น อินเดีย ไต้หวัน จีน ก็ใช้แก๊สไปใช้ประโยชน์ในเครื่องจักรกลต่าง ๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และในประเทศไทยก็มีการใช้แก๊สนี้กับรถยนต์ รถจักรยานยนต์ เป็นต้น เท่าที่ทราบขณะนี้ประเทศสาธารณรัฐ-

ประชาชนจีนมีบ่อผลิตแก๊สถึง 410,000 แห่ง ในปี 1975 (Environment, vol.19, No.7, October 1977, p.28) ในอินเดียมีประมาณ 36,000 บ่อ และเกาหลี 27,000 บ่อ (Subramanium 1976)และไต้หวันมีประมาณ 7,000 บ่อ ส่วนประเทศไทย, ฟิลิปปิน, อินโดนีเซีย, มาเลเซีย และญี่ปุ่น มีเพียงเล็กน้อย

ประสิทธิภาพของการผลิตแก๊สชีวภาพ

ประสิทธิภาพของการผลิตแก๊สชีวภาพ คือ ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรของถังหมัก หมายความว่า ระบบที่มีประสิทธิภาพสูงจะผลิตแก๊สได้มากกว่าระบบที่มีประสิทธิภาพต่ำ สำหรับถังหมักขนาดเท่า ๆ กัน หรืออีกนัยหนึ่งก้าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้สูงขึ้นได้ จะสามารถลดขนาดของถังหมักได้ ซึ่งจะทำให้ลดต้นทุนการผลิต ปัจจุบันยังไม่ทราบแน่ชัดว่าระบบใดมีประสิทธิภาพสูงกว่ากัน เช่น ระบบอินเดีย, ระบบจีน และระบบที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทยขณะนี้ ซึ่งจะต้องศึกษาต่อไปอีกให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศเรา รูปแบบที่นำมาใช้ในเมืองไทยขณะนี้ ต้นทุนค่อนข้างสูง ในภาคใต้ตกแห่งละ 4,000-5,000 บาท โดยเฉพาะฝาครอบแก๊สหรือถังเก็บแก๊สยังเป็นเหล็กหมายอยู่ราคาค่อนข้างสูง และยิ่งขณะนี้วัสดุอุปกรณ์ขึ้นราคาอีกก็ทำให้ความหวังที่จะสนับสนุนส่งเสริมให้ชาวบ้านธรรมดาหันมานิยมเริ่มจะเลือนลางเต็มที่ ถ้าหากเปลี่ยนจากฝาเหล็กมาเป็นฝาครอบปูนซีเมนต์ได้ จะทำให้ต้นทุนต่ำลงไปมาก ชาวบ้านก็นิยมกันมากด้วย

อีกประการหนึ่งประสิทธิภาพของการผลิตแก๊สชีวภาพนั้น จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญ ๆ อีก 2 ประการ คือ

1. องค์ประกอบทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Parameters)
2. องค์ประกอบทางด้านการทำงานของถังหมัก (Operation Parameters)

1. องค์ประกอบทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Parameters)

1.1 ความเป็นกรด, ความเป็นด่างและกรดระเหย (pH, Alkalinity and Volatile Acid)

องค์ประกอบทั้งสามนี้มีความสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะความเป็นกรดด่าง มีความสำคัญที่สุด โดยจะเป็นสัดส่วนผูกพันกับความเป็นด่างและกรดระเหย กล่าวคือ ถ้า pH ลดลง แสดงว่า Alkalinity ลดและ Votatile Acid เพิ่ม และถ้า pH เพิ่มแสดงว่า Alkalinity เพิ่ม และ Volatile Acid ลดลง ในระบบการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้

ออกซิเจนเช่นนี้ ค่า pH ควรอยู่ระหว่าง 6.6 ถึง 7.6 โดยมีค่าเหมาะสมอยู่ที่ช่วง 7.0 – 7.2 ดังนั้น การเติมมูลสัตว์และการผสมน้ำตามอัตราส่วนต่าง ๆ นั้น ที่สำคัญที่สุดจะต้องวัด pH ของน้ำเสียก่อน

ถ้า pH ต่ำหรือสูงเกินไปจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพลดลง ส่วนค่าของ Alkalinity นั้น จะเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนแปลงค่า pH (Buffering Capacity) และ Volatile Acidจะแสดงถึงความสมดุลย์ของระบบ ถ้า Volatile Acid สูงเกินไปจะทำให้เสียสมดุลย์โดยปกติ Volatile Acid ในถังหมักไม่ควรเกิน 4,000 มก/ล.

1.2 <u>อุณหภูมิ</u> (Temperature)

อุณหภูมิมีความสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์อันหนึ่ง คือพวกแบคทีเรียสร้างแก๊สมีเธน (Methane Formers) ถ้าสามารถจัดอุณหภูมิให้พอเหมาะ คือ ช่วย 30 – 60 °ซ ซึ่งการสร้างบ่อหมักแก๊ส ควรได้รับแสงแดดให้มากที่สุด

1.3 <u>อาหารเสริมสร้าง</u> (Nutrient Availability)

เนื่องจากการย่อยสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียนั้น สารอินทรีย์ 90 % จะถูกย่อยสลายให้เป็นแก๊สมีเธน และคาร์บอนไดออกไซด์อีก 10 % จะถูกนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่ของแบคทีเรีย ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารเสริมสร้างที่แบคทีเรียต้องการใช้จึงขึ้นอยู่กับชนิดของสารอินทรีย์ และปริมาณเซลล์แบคทีเรีย ธาตุที่แบคทีเรียต้องการเสริมสร้างได้แก่ คาร์บอน, ไนโตรเจน, ไฮโดรเจน, และฟอสฟอรัส เป็นสำคัญ

1.4 <u>สารพิษ</u> (Toxic Substances)

สารพิษที่ปรากฏในถังหมักจะเป็นพิษต่อการดำรงชีพของแบคทีเรีย (ดูตารางที่ 6) สำหรับมูลสัตว์ทั่ว ๆ ไปนั้น ไม่มีสารพิษตกค้างอยู่ ยกเว้นการใช้ยาปฏิชีวนะกับสัตว์ จะทำให้แบคทีเรียในบ่อหมักตายหมด

1.5 การกวน (Mixing)

การกวนนั้นโดยทั่วไปแล้ว เมื่อเติมมูลสัตว์ลงไปในถังหมัก การกวนจะยากลำบาก แต่ถ้าทำได้จะทำให้การกระจายอุณหภูมิเท่ากันทั้งถังหมัก และช่วยกระจายความเข้มข้นของมูลสัตว์เท่ากันทั้งถังด้วย ที่อินเดียใช้แก๊สที่เกิดขึ้นเมื่อลงไปในถังหมักอีก ทำให้เกิดเป็นผลดี 2 เท่าตัว อย่างไรก็ตาม การกวนก่อนเติมอย่างระมัดระวัง จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้วย

2. องค์ประกอบด้านการทำงานของถังหมัก (Operational Parameters)

2.1 วัตถุดิบ (Raw Materials)

มูลสัตว์ต่าง ๆ, เศษพืชผักต่าง ๆ เป็นต้น สามารถทำให้เกิดแก๊สได้ทั้งนั้น (ดูตารางที่ 2) แต่ปริมาณแก๊สจะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของการย่อยสลายตัวของสารอินทรีย์ เช่น มูลวัวนั้นเกิดจากเป็นอาหารอินทรีย์ประเภทลิกนินและเซลลูโรสมากทำให้ย่อยยาก จะมีสารอินทรีย์ย่อยได้เพียง 45 % ส่วนมูลสุกรมีสารอินทรีย์ พวกแป้งและโปรตีนมาก ปริมาณแก๊สก็มีมากพอ ๆ กับมูลไก่ ดังนั้นมูลวัวให้แก๊สเพียง 60 % ของมูลสุกรเท่านั้น และโดยเฉลี่ยอาจกล่าวได้ว่าวัตถุดิบ 1 ปอนด์ที่เติมลงในถังหมักจะให้แก๊สชีวภาพ จำนวน 1 ft^3 โดยแก๊สนี้ประกอบด้วยมีเทน

2.2 สถานะทางกายภาพของสารอินทรีย์ (Physical State of Organic Substances)

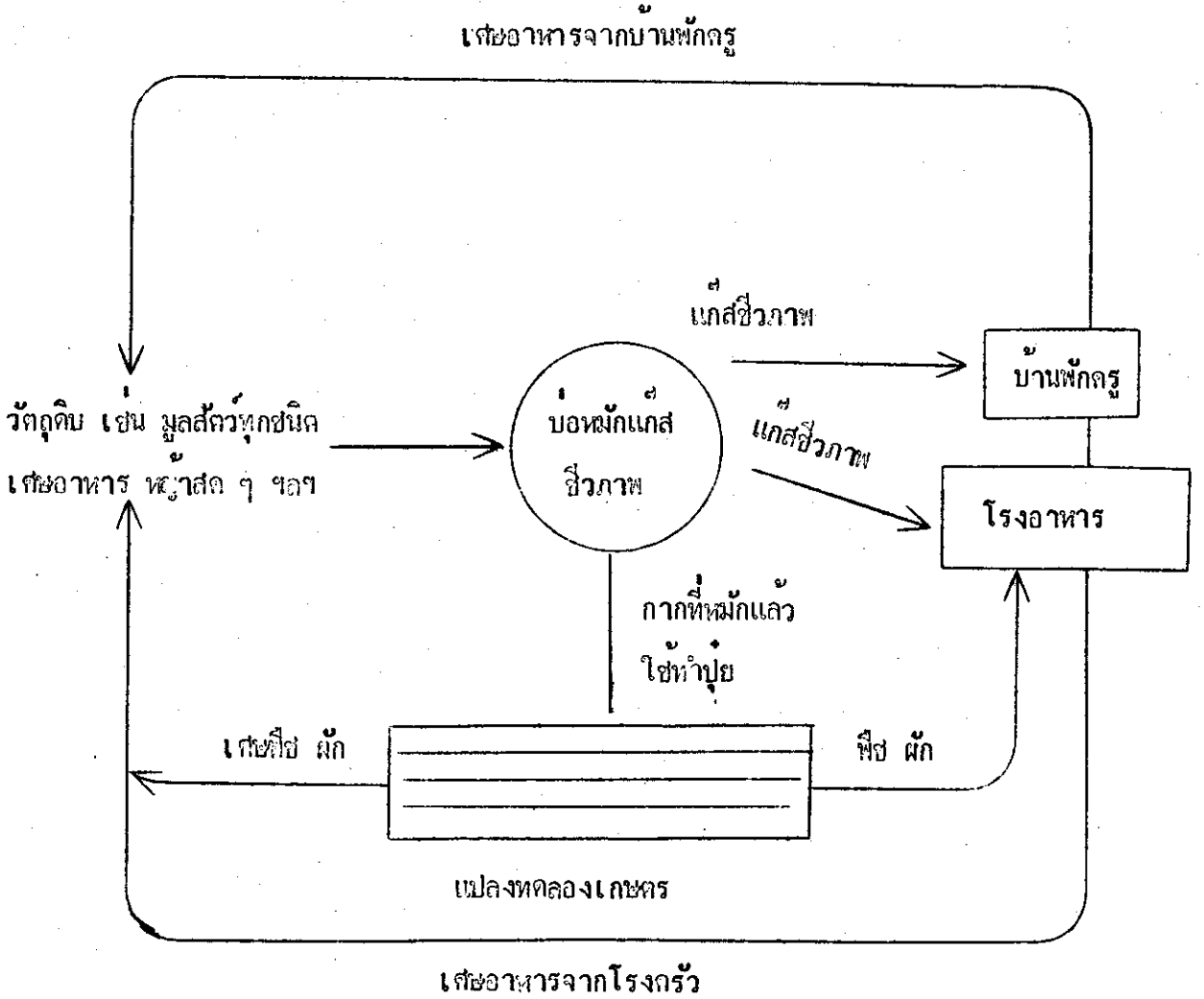
การย่อยสลายสารอินทรีย์จากเปลี่ยนสถานะสารอินทรีย์ให้อยู่ในสภาวะที่แบคทีเรียจะย่อยสลายได้ง่ายเป็นดีที่สุด จะทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น การกวนครั้งแรกให้สารอินทรีย์แตกตัวกระจายทั่ว ๆ กัน หรือการใช้เศษพืชผัก หรือเศษเนื้อมาให้ละเอียดก่อน หรือการกรองเอากาก เศษกรวด โลหะ ออกทิ้งเสียก่อน ก็จะช่วยลดการตกตะกอนของกากมูลสัตว์ในบ่อได้อีกด้วย

2.3 วิธีการทำงานของระบบ

โดยทั่วไปแล้วระบบของชนวนการผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลสัตว์บ้านเรานั้นใช้ระบบกึ่งต่อเนื่อง (Semi-Continuous Operation) หมายความว่า การเติมมูลสัตว์ลงในบ่อ

เป็นระยะ ๆ อาจจะเติมทุกวัน หรือ 7 วันครั้ง เป็นต้น ลักษณะของบ่อก๊าซเป็นแบบที่ใช้กันอยู่ขณะนี้ มีช่องเติมมูลสัตว์ลงในบ่อ และช่องให้มูลสัตว์เก่า (กาก) ไหลออกมา โดยผ่านท่อกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว

จากการศึกษาของ พิชิต สกุลพราหมณ์ และคณะ พบว่า ปริมาณแก๊สธรรมชาติที่เกิดขึ้นมีปริมาณสูงสุด ในช่วงระยะเวลาของ วันที่ 13 – 20 (การทดลองนี้ใช้มูลโคสดถ่ายไม่เกิน 24 ชั่วโมง คิดเป็นน้ำหนักมูลโค 495.1 กก. ผสมน้ำฝน 700 กก. หรืออัตราส่วน 5 : 7) การเติมมูลสัตว์ใหม่ควรเติมได้ตั้งแต่วันที่ 21 ของการหมัก และกองสุขาภิบาล กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ยังได้แนะนำวิธีเพิ่มประสิทธิภาพของระบบว่าการเติมดินเลนก้นสระ ซึ่งมีแบคทีเรีย (Anaerobic Bacteria) ลงไป เป็นการเร่งปฏิกริยาอีกด้วย

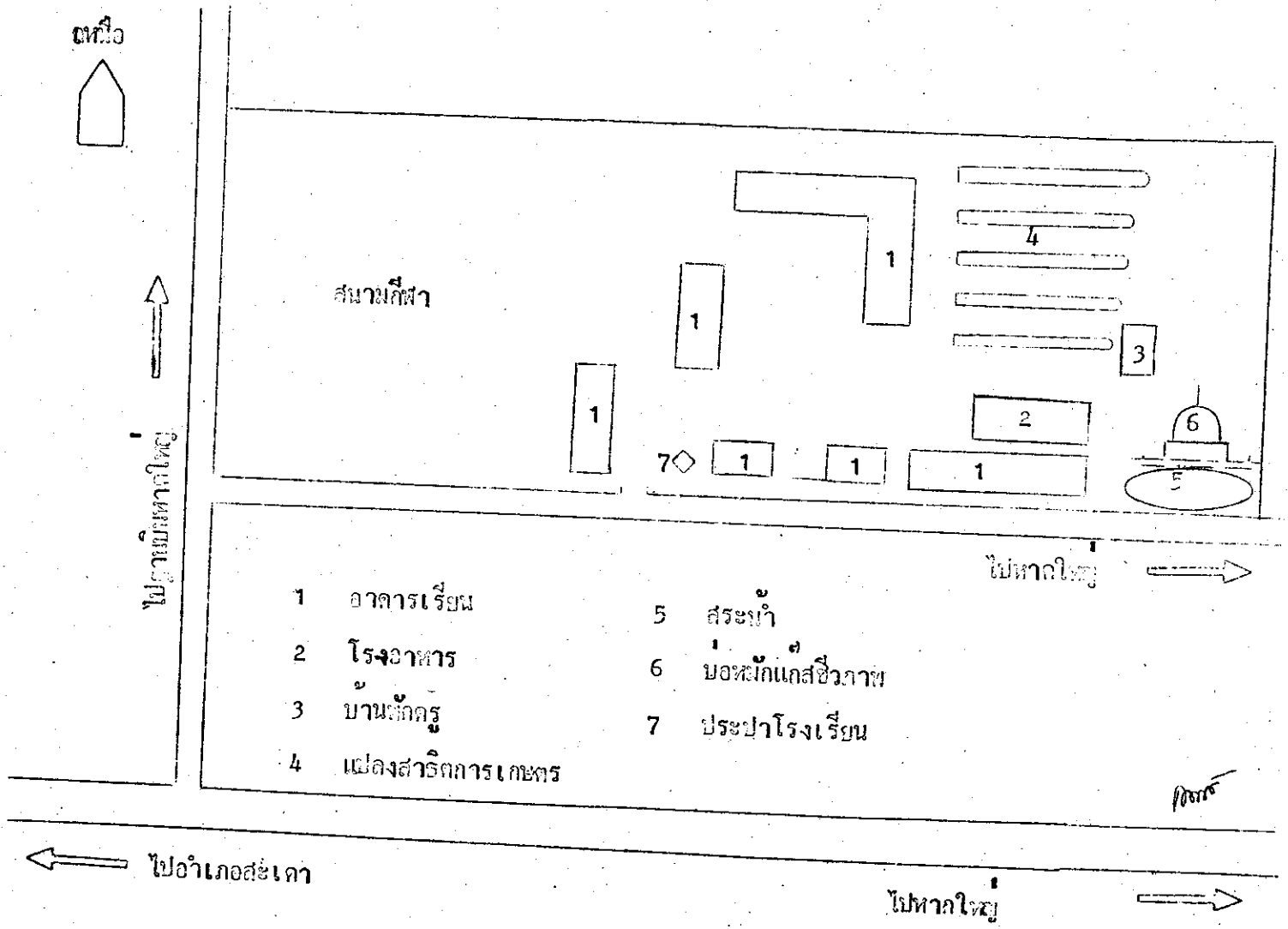


รูปที่ 2 วงจรการประสานประโยชน์จากบ่อหมักแก๊สชีวภาพ โรงเรียนบ้านโปะหมอ ตำบลบ้านพรุ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ตารางที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการส่งเสริม

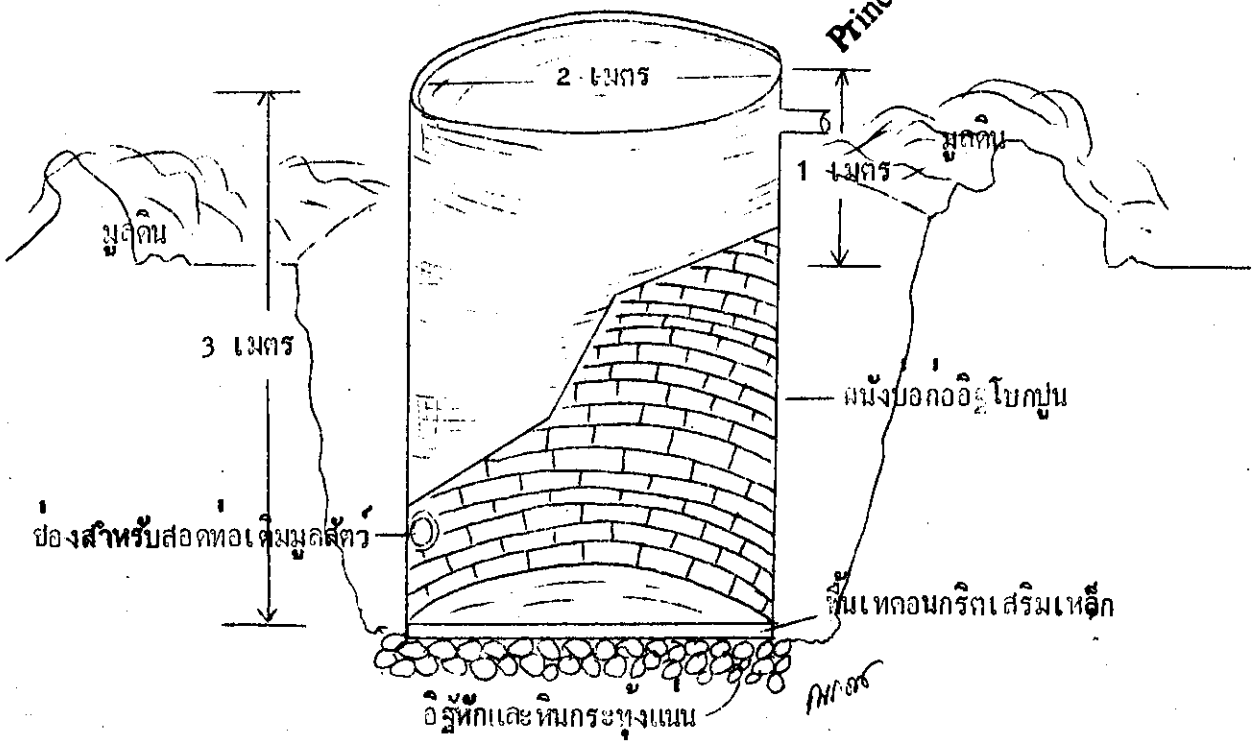
รายการ	2524												2525											
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
การประสานงานกับหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง																								
ดำเนินการก่อสร้าง																								
การทดสอบระบบการผลิตแก่ชาวนา																								
การประเมินผล																								
การรายงานผล																								

รูปที่ 4 แผนผังโรงเรียนบ้านโปะหมอ ตำบลบ้านพรุ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

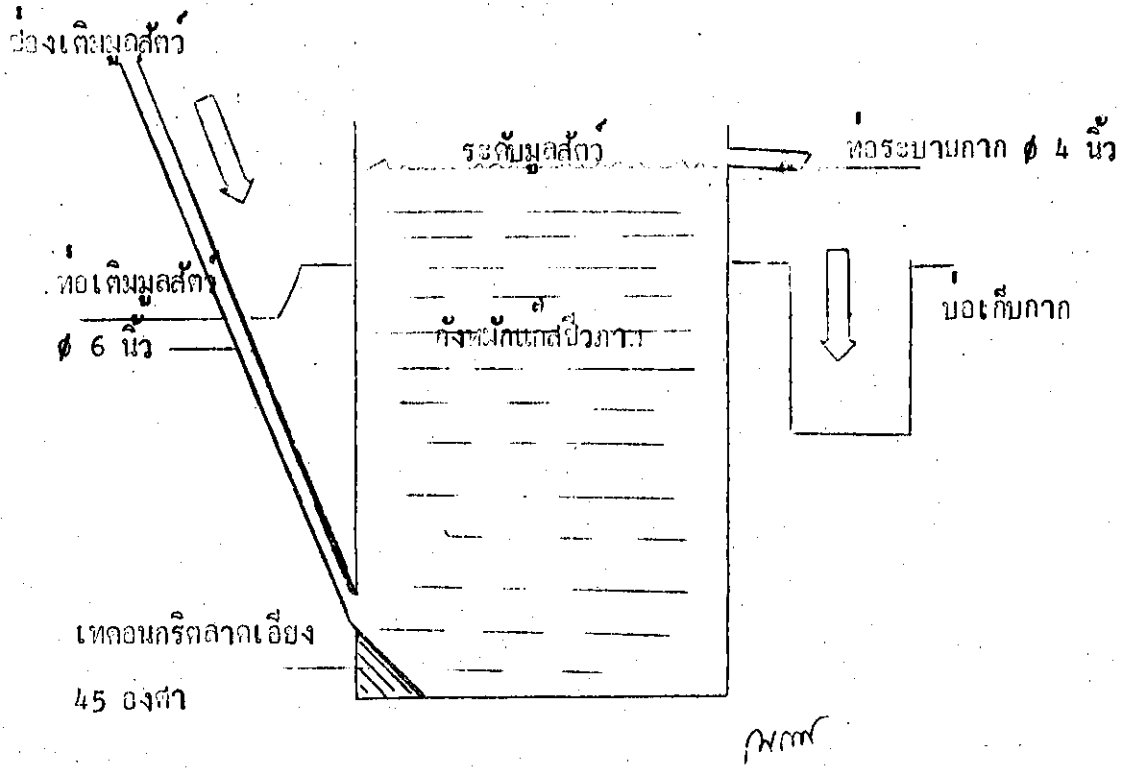


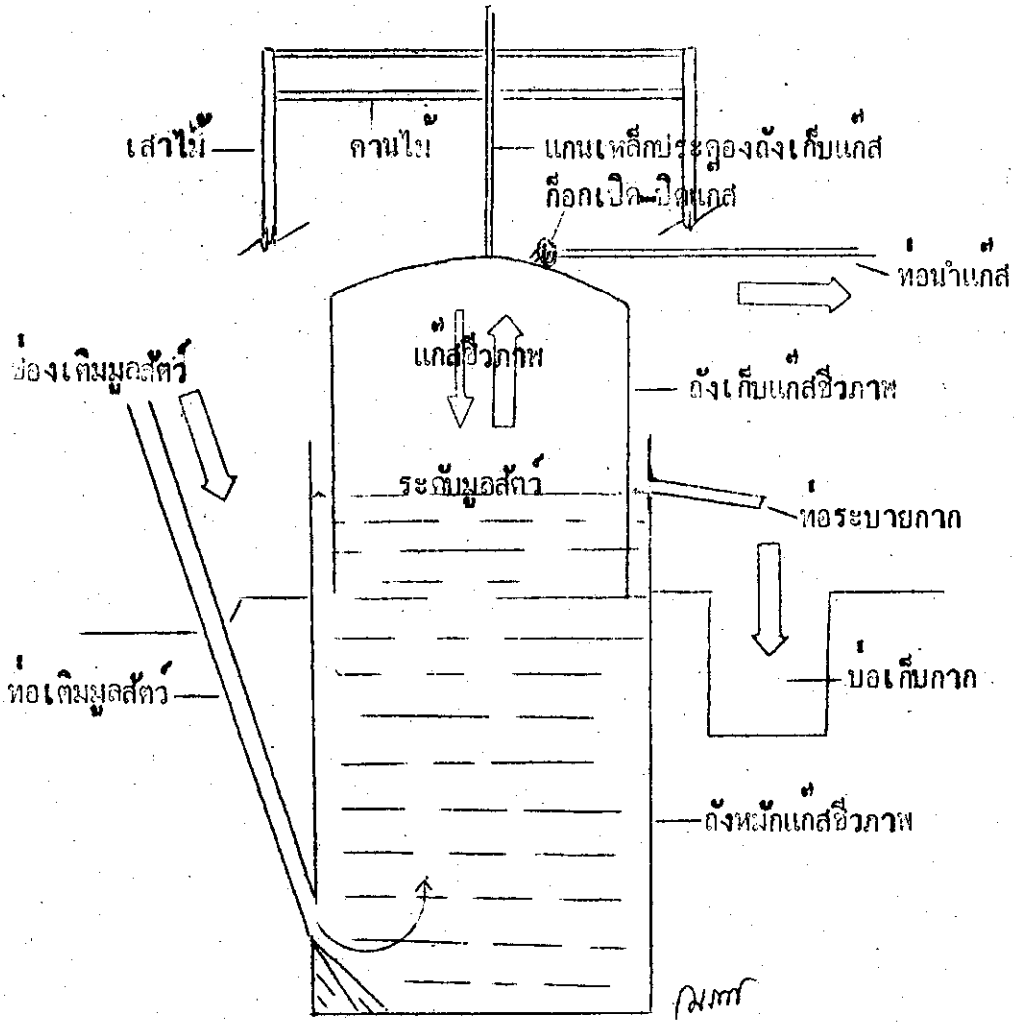
Central Library
Prince of Songkla University

รูปที่ 5 การดำเนินการก่อสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ

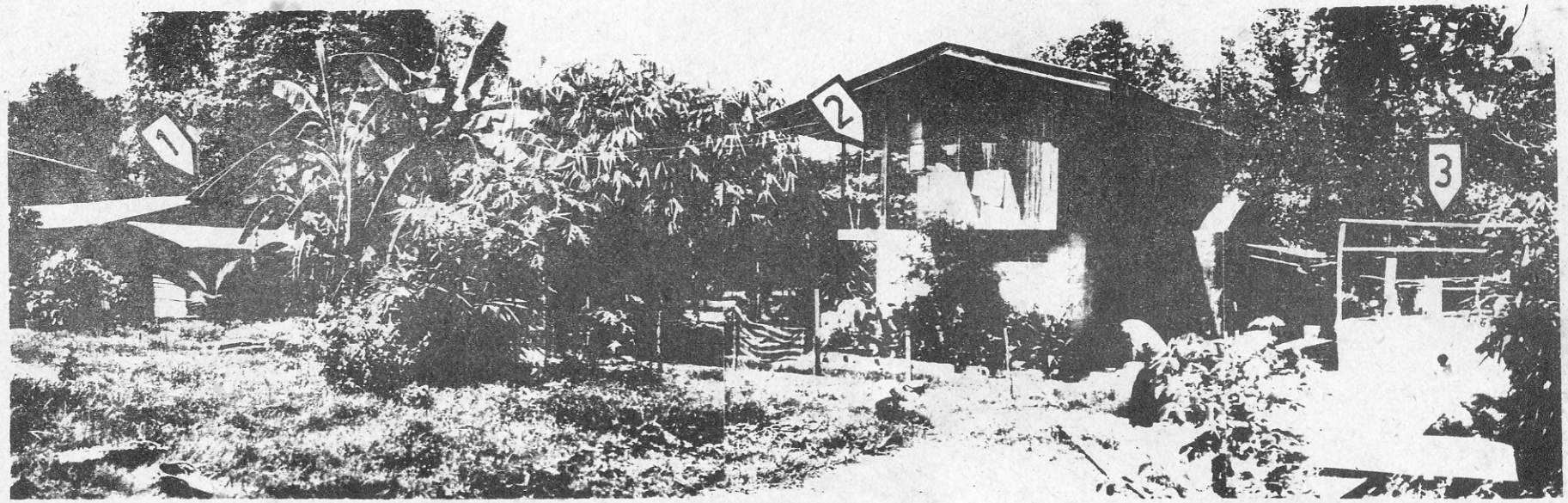


รูปที่ 6 ที่เติมมูลสัตว์และท่อระบายกากทิ้ง





รูปที่ 7 ลักษณะบ่อหมักแก๊สชีวภาพ



รูปที่ 8 แสดงที่ตั้งบ่อหมักแก๊สชีวภาพที่โรงเรียนบ้านโปะหมอ ตำบลบ้านพรุ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

(1) โรงอาหาร (2) บ้านพักครู (3) บ่อหมักแก๊สชีวภาพ

รูปที่ 9 แสดงบ่อหมักแก๊สชีวภาพ

(1) ช่องเติมมูลสัตว์

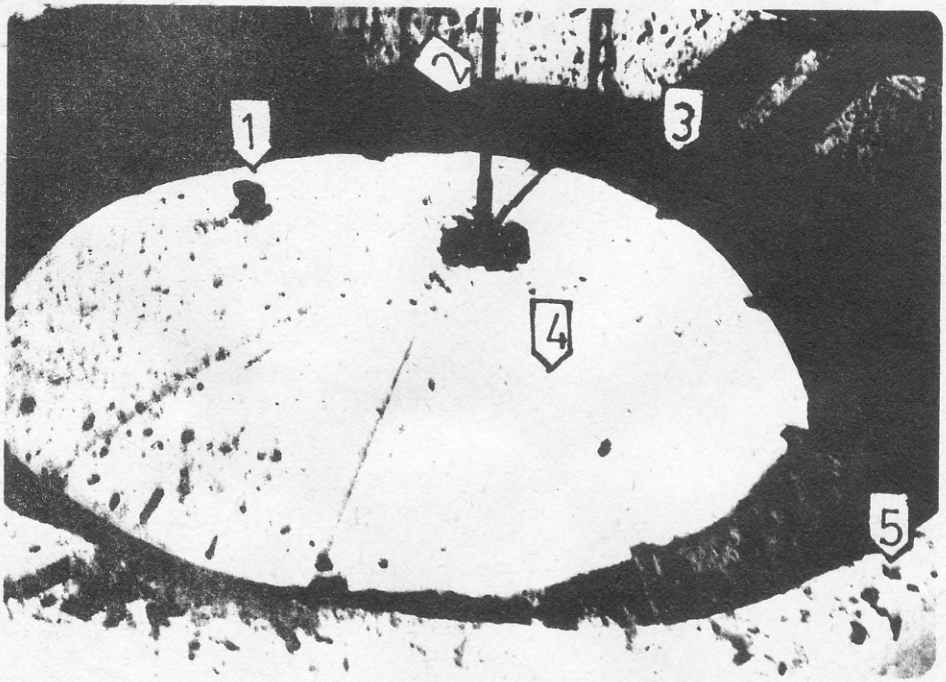
(2) ถังหมัก

(3) แกนเหล็กประคองถังเก็บแก๊สชีวภาพ

(4) เสาไม้ประคองถังเก็บแก๊สชีวภาพ

(5) ท่อระบายกากออกจากถังหมัก

(6) บ่อเก็บกากมูลสัตว์



รูปที่ 10 แสดงถังหมักและส่วนประกอบต่างๆ

(1) ประตูเปิด–ปิดแก๊สชีวภาพ

(2) แกนเหล็กประคองถังเก็บแก๊สชีวภาพ

(3) ระดับมูลสัตว์ในบ่อหมัก

(4) ถังเก็บแก๊สชีวภาพด้านบน

(5) ถังหมัก