การวิเคราะห์ความเป็นไปได้โครงการลงทุนผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้โครงการลงทุนผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์

อรทัย วรรคาวิสันต์

การศึกษาเฉพาะบุคคลเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
พ.ศ. 2552

© 2553
อรทัย วรรคาวิสันต์
สงวนลิขสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
อนุมัติให้การศึกษาเฉพาะบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต

เรื่อง การวิเคราะห์ความเป็นไปได้โครงการลงทุนผลิตภัณฑ์ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์

ผู้วิจัย นางสาวอรทัย วรรคาวิสันต์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา [redacted]
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลักคณา วรศิลป์ชัย)

ผู้ทรงคุณวุฒิ [redacted]
(ดร. สหนนท์ ตั้งเบญจสิริกุล)

[redacted]
(ดร.สุดารัตน์ ดิษยวรรธนะ จันทราวัฒนากุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 9 เดือน มกราคม พ.ศ. 2553

อรทัย วรรคาวิสันต์. ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มกราคม 2553, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
การวิเคราะห์ความเป็นไปได้โครงการลงทุนผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ (40 หน้า)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลักคณา วรศิลป์ชัย

บทคัดย่อ

จากวิกฤตปัญหามลภาวะเป็นพิษที่เกิดจากฟาร์มสุกรได้มีผลกระทบต่อการทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้นในทุกๆ ปี จึงจำเป็นต้องคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อช่วยฟื้นฟูสภาพภูมิอากาศของโลกให้ดีขึ้น ซึ่งการสร้างบ่อเก็บก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ช่วยทำให้ลดการปล่อยก๊าซมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศได้ และช่วยลดค่าใช้จ่ายเรื่องค่าไฟฟ้าในฟาร์มเลี้ยงสุกรได้อย่างมาก แต่ในขณะเดียวกันก็มีการลงทุนเริ่มแรกด้วยจำนวนเงินที่มากเช่นกัน ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นเรื่องการหาค่าผลตอบแทนในการลงทุน และระยะเวลาคืนทุน เพื่อดูความคุ้มค่าในการสร้างบ่อเก็บก๊าซชีวภาพว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด และสามารถลดค่าใช้จ่ายให้กับฟาร์มเลี้ยงสุกรได้มากกว่าการไม่ทำกิจกรรมใดๆ เลยหรือไม่

ซึ่งวิธีศึกษาของโครงการนี้ได้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ เพื่อหาผลตอบแทนของโครงการ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนทั้งหมดที่ประกอบไปด้วย ต้นทุนในการลงทุนสร้างบ่อและต้นทุนของการดำเนินงานต่างๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนาโดยการอธิบายตัวเลขที่ได้มาว่ามีผลเป็นอย่างไร โดยพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (PB)

จากผลการศึกษาพบว่าในปีแรกมีการลงทุนของเงินทุนค่อนข้างสูงถึง 5,200,000 บาท เนื่องจากต้องลงทุนในเรื่องการสร้างระบบบ่อเก็บก๊าซชีวภาพที่ต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก่อนและต้องมีค่าใช้จ่ายในการทดสอบระบบ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมากกว่าจะได้ระบบที่สมบูรณ์ ดังนั้นจากการคำนวณพบว่า ณ อัตราคิดลด (ต้นทุนของเงินทุน) ที่ 8.45% ได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 2,324,303 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับ 16% และมีระยะคืนทุน (PB) เท่ากับ 5.3 ปี โครงการนี้จึงเหมาะสมแก่การลงทุนและมีความคุ้มค่าต่อการฟื้นฟูสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นรัฐบาลควรให้การสนับสนุนแก่ผู้ประกอบการเพื่อส่งเสริมให้มีการพัฒนาโครงการพลังงานสะอาดอันมีประโยชน์แก่ชุมชนและประเทศชาติต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาเฉพาะบุคคลฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดีโดยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลักคณา วรศิลป์ชัย อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาเสียสละเวลา ให้ความรู้ ให้ข้อเสนอแนะ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนในด้านข้อมูล ให้คำปรึกษาและข้อคิดต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำงานของวิจัยฉบับนี้เป็นอย่างมาก ซึ่งต้องขอขอบคุณ คุณจักริน รัตนารามิก ที่เอื้อเฟื้อด้านสถานที่สำหรับการศึกษาทำวิจัยโครงการนี้ อีกทั้งขอบคุณ คุณพรลดา ลีลาสุนทรวัฒนา ที่ส่งภาพลักษณะของฟาร์มสุกรมาให้เพื่อเป็นวิทยาทานแก่ผู้ทำวิจัยและขอขอบคุณ คุณภูริภาคย์ แพรสุรินทร์ ที่คอยช่วยเหลือด้านข้อมูลทางการเงิน สุดท้ายนี้ต้องขอขอบคุณเพื่อนๆ ปริญญาโทสาขาบริหารธุรกิจทุกคนตลอดจน บิดา มารดา ที่คอยให้การสนับสนุนเป็นกำลังใจและช่วยเหลือมาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

อรทัย วรรคาวิสันต์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวคิดเรื่องการผลิตก๊าซชีวภาพ	4
2.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ	13
2.3 หลักเกณฑ์การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ	14
2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 ประเภทของงานวิจัย	19
3.2 วิธีการศึกษา	19
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	20
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	21
บทที่ 4 บทวิเคราะห์ข้อมูล	
การวิเคราะห์ข้อมูล	23
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการศึกษา	27
5.2 อภิปรายผล	28
5.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้	29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 (ต่อ)

5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย 29

บรรณานุกรม 31

ภาคผนวก 34

ประวัติผู้เขียน 40

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 วิธีการคำนวณน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ – ฟาร์มสุกร	6
ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพ	24
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลงานวิจัยอื่นๆ	28

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
ภาพที่ 1	บ่อก๊าซชีวภาพและวงจรของระบบการเกษตร	7
ภาพที่ 2	บ่อแบบ Fixed Dome	8
ภาพที่ 3	บ่อแบบพลาสติกคลุม Cover Lagoon	9
ภาพที่ 4	แผนผังระบบการจัดการน้ำเสียแบบ Modified Cover Lagoon	10
ภาพที่ 5	บ่อหมักแบบ UASB	11
ภาพที่ 6	วงจรการใช้งานจากการสร้างบ่อเก็บก๊าซมีเทน	13
ภาพที่ 7	กรอบแนวคิดการวิจัย	18
ภาพที่ 8	บ่อเก็บก๊าซมีเทนแบบพลาสติกคลุมบ่อ Cover Lagoon	25

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างมากเพื่อตอบสนองความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะสุกรซึ่งเป็นสัตว์ที่ประชากรคนไทยนิยมบริโภคกันมาก มีผลทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรเพิ่มทั้งปริมาณสุกรและจำนวนฟาร์มสุกร โดยจากสถิติในปี 2552 มีจำนวนสุกรทั่วประเทศทั้งหมด 8,537,703 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2552) ซึ่งจากจำนวนสุกร และการขยายตัวของกิจการเลี้ยงสุกรดังกล่าวทำให้เกิดปัญหาตามมาคือ มลพิษที่มีผลต่อสภาพแวดล้อม อันเนื่องมาจากมูลและปัสสาวะที่ขับถ่ายออกมาจากสัตว์ และน้ำเสียจากการฉีดล้างบริเวณพื้นคอก ที่ได้จากระบบฟาร์ม ทำให้เกิดก๊าซแอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งมีกลิ่นที่รุนแรงและมีปริมาณที่มากในแต่ละวันทำให้เกิด ความเดือดร้อนด้าน ทั้งภายในบริเวณฟาร์มเลี้ยงสัตว์และชุมชนใกล้เคียง อีกทั้งมลภาวะต่างๆ จากการเลี้ยงสุกร ยังเป็นผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น

การแก้ปัญหามลภาวะของน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรในประเทศไทยนั้น มีการส่งเสริมให้มีการจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในฟาร์มสุกร แต่เนื่องจากน้ำเสียจากฟาร์มสุกรมีความสกปรกสูง การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ จะต้องใช้เงินทุนมากและใช้พื้นที่จำนวนมาก และเมื่อมีระบบบำบัดของเสียและน้ำเสียแล้ว มักจะทำให้รายจ่ายสูงขึ้นไม่ก่อให้เกิดรายได้และทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงสุกรสูงขึ้นด้วย ปัจจุบันหลายหน่วยงานจึงมีการส่งเสริม และสนับสนุนให้เกษตรกรหรือฟาร์มเลี้ยงสุกรจัดสร้างระบบบำบัดของเสียและน้ำเสีย ที่เรียกว่า “ระบบก๊าซชีวภาพหรือ Biogas Plant” โดยเป็นการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการกำจัดของเสียจากฟาร์มสุกร ซึ่งเป็นระบบกำจัดของเสียที่เหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากฟาร์มสุกร เนื่องจากสามารถลดปัญหาน้ำเน่าเสีย กลิ่นเหม็นและแมลงวันได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วยังสามารถเปลี่ยนของเสียให้เป็นพลังงานในรูปของก๊าซชีวภาพ (Waste to Energy) มาใช้เป็นพลังงานทดแทน อันการเกิดประโยชน์ต่อผู้ประกอบการ ในการประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงาน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปัจจุบันวิกฤติการณ์ด้านพลังงานเป็นปัญหาใหญ่สำหรับประเทศไทย รัฐบาลจึงได้มีการส่งเสริมให้มีการพัฒนาพลังงานทดแทนให้เพิ่มขึ้นและมุ่งหวังให้การใช้ก๊าซชีวภาพ เป็นพลังงานทดแทนในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการนำเชื้อเพลิงที่มีอยู่มาเพิ่มมูลค่าการใช้ให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรมและชุมชนอีกด้วย

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ผู้ศึกษามีความสนใจในเรื่องการลงทุนสร้างระบบบำบัดของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรในการผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนและช่วยส่งเสริมการลดปัญหามลภาวะ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้มภายในฟาร์มเลี้ยงสุกร

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยนี้จะศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสุกรขนาดใหญ่ ในระบบบ่อหมักแบบ Cover Lagoon ในอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี และได้ดำเนินการในช่วงระหว่างวันที่ 1 ตุลาคมถึง 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อใช้เป็นข้อมูลให้กับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ต่างๆที่ต้องการลงทุนผลิตก๊าซชีวภาพ

1.4.2 เพื่ออธิบายวิธีการหาต้นทุน ผลตอบแทน และระยะเวลาคืนทุน จากการใช้ก๊าซชีวภาพในการผลิตพลังงานทดแทน

1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) หมายถึง ปรากฏการณ์ที่แสงอาทิตย์ผ่านลงมายังผิวโลก แต่ไม่สะท้อนกลับออกไปได้ เนื่องจากถูกกักความร้อนไว้จนไม่สามารถออกไปสู่ชั้นบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ เช่น ไอน้ำ โอโซน มีเทน และไนตรัสออกไซด์ เป็นต้น จึงทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก เช่นเดียวกับเรือนกระจกที่ประเทศเมืองหนาวสร้างขึ้นเพื่อปลูกพืช ภูมิอากาศของโลก จะถูกขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากดวงอาทิตย์ เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบผิวโลก พลังงานบางส่วนจะสูญเสียไปในการทำให้พื้นผิวของโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยโลกจะสะท้อนและแผ่กระจายพลังงานบางส่วนที่เหลือกลับคืนสู่บรรยากาศในรูปความร้อน

ก๊าซชีวภาพหรือไบโอก๊าซ (Biogas) คือ ก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการย่อยสลายอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยก๊าซหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 50-70% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ

30-50% ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซชนิดอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจน (H_2) ออกซิเจน (O_2) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไนโตรเจน (N_2) และไอน้ำ

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มากเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป เรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) หมายถึง ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุของโครงการกับเงินลงทุนเริ่มแรก ณ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนของเงินทุนของโครงการ มีหลักเกณฑ์การตัดสินใจคือ ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเป็นบวกหรือมากกว่าศูนย์จะยอมรับโครงการ

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการมีค่าเท่ากับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก หลักเกณฑ์การตัดสินใจคือ กิจการจะตอบรับโครงการลงทุน ถ้าอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) มีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (r) นั่นคือ ตอบรับโครงการลงทุนเมื่อ IRR > r

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) หมายถึง ระยะเวลาที่ทำให้ผลรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิจากการดำเนินงานโครงการเท่ากับเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ โครงการใดที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นจะเป็นโครงการที่มีความเสี่ยงน้อยจึงจะยอมรับโครงการ

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันนี้หน่วยงานรัฐบาลกำลังมุ่งเน้นให้บริการด้านเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพเป็นอย่างมาก เพื่อวางผังระบบก๊าซชีวภาพ และส่วนประกอบต่างๆ ให้เหมาะกับสภาพของพื้นที่ภายในฟาร์มและจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมควบคู่ไปกับการผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนภายในฟาร์ม และในขณะเดียวกันระบบจะช่วยจัดการกับของเสียที่เกิดขึ้นภายในฟาร์มอย่างเป็นระบบระเบียบที่ดีขึ้น

เพื่อให้การวิจัยนี้บรรลุวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารวิชาการต่างๆ และได้จัดทำสรุปดังนี้

- แนวคิดเรื่องการผลิตก๊าซชีวภาพ
- ทฤษฎีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ
- หลักเกณฑ์การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ
- เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเรื่องการผลิตก๊าซชีวภาพ

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมได้สรุปว่า กระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ (Biological Wastewater Treatment) โดยอาศัยจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสีย สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กระบวนการใหญ่คือ กระบวนการแบบใช้อากาศ (Aerobic Digestion) และกระบวนการแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) ดังนี้

- ◆ กระบวนการแบบใช้อากาศ (Aerobic Digestion)

สารอินทรีย์ถูกย่อยสลายไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และมีการสร้างเซลล์จุลินทรีย์ขึ้นจำนวนมาก (ประมาณร้อยละ 50 ของสารอินทรีย์ในน้ำเสียถูกเปลี่ยนเป็นเซลล์ของจุลินทรีย์) ข้อได้เปรียบของกระบวนการบำบัดแบบนี้คือ ระบบมีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดน้ำเสีย อีกทั้งใช้ระยะเวลาในการบำบัดสั้น แต่มีข้อเสียคือต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดสูง เนื่องจากต้องมีการพ่นอากาศให้กับระบบ และยังต้องกำจัดตะกอนจุลินทรีย์ส่วนเกิน นอกจากนี้กระบวนการบำบัดแบบนี้ไม่สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ กับน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงมากๆ เนื่องจากมีข้อจำกัดในการให้ออกซิเจนอย่างเพียงพอกับระบบ

♦ กระบวนการแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion)

กระบวนการนี้สารอินทรีย์ในน้ำเสียประมาณร้อยละ 80-90 ถูกย่อยสลายไปเป็นก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งรวมเรียกว่า ก๊าซชีวภาพ (Biogas) ระบบนี้จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้าทำให้ระบบเริ่มต้น (Start Up) ได้ช้า อีกทั้งประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดต่ำจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการกักเก็บของเหลว (Hydraulic Retention Time: HRT) นานขึ้น นอกจากนี้ระบบยังมีการปรับตัวไม่ดีนักต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม

ระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้อย่างแพร่หลายมีหลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของน้ำเสีย โดยได้สรุปเทคโนโลยีที่ใช้ในประเทศไทย ตามแหล่งที่มาของของเสีย/น้ำเสียได้ดังต่อไปนี้

1. ระบบก๊าซชีวภาพจากอุตสาหกรรมทางการเกษตร

ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมทางการเกษตรมากกว่า 5,000 โรงงาน ทั้งขนาดใหญ่และขนาดกลางกระจายทั่วประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียยังคงใช้ระบบบ่อเปิด (Open Pond) แต่ก็มีโรงงานบางส่วนที่เริ่มมองหาเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โรงงานน้ำตาล โรงงานแป้งมันสำปะหลัง โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น

2. ระบบก๊าซชีวภาพจากขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะชุมชนในพื้นที่ต่างๆ ส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการฝังกลบ ซึ่งที่ถูกต้องควรจะเป็นการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) โดยสามารถผลิตก๊าซจากหลุมขยะ (Landfill Gas) เป็นผลพลอยได้ได้ด้วย แต่เทคโนโลยีการผลิตก๊าซจากหลุมขยะในเมืองไทยในปัจจุบันยังคงประสบปัญหาด้านคุณภาพและปริมาณซึ่งไม่คงที่ของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น

3. ระบบก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์

สำหรับประเทศไทยฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีการใช้เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพมากที่สุด คือ ฟาร์มสุกร โดยแบ่งกลุ่มฟาร์มสุกรออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- ฟาร์มขนาดใหญ่ หรือ ฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ก (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนมากกว่า 5,000 ตัว หรือ มากกว่า 600 หน่วยปศุสัตว์*) *หนึ่งหน่วยปศุสัตว์ = 500 กิโลกรัม เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ ได้แก่ UASB, HSS-UASB และ Covered Lagoon
- ฟาร์มขนาดกลาง หรือ ฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ข (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนตั้งแต่ 500 – 5,000 ตัว หรือ 60–600 หน่วยปศุสัตว์) เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ ได้แก่ UASB, MC-UASB-1 และ Covered Lagoon
- ฟาร์มขนาดเล็ก ฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ค (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุน 50 - 500 ตัว หรือ 6 - 60 หน่วยปศุสัตว์) เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ ได้แก่ Fixed Dome และ Covered Lagoon

ตารางที่ 1 วิธีการคำนวณน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ – ฟาร์มสุกร

ประเภทสุกร	น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)			
สุกรพ่อพันธ์	250	จำนวนสุกร ... ตัว x 250 / 500	=	
สุกรแม่พันธ์	180	จำนวนสุกร ... ตัว x 180 / 500	=	
สุกรขุน	60	จำนวนสุกร ... ตัว x 60 / 500	=	
ลูกสุกร	15	จำนวนสุกร ... ตัว x 15 / 500	=	
น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์รวม (นปส.)			=	

ที่มา: มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2551). ฟาร์มเลี้ยงสุกร. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2552 จาก http://www.efe.or.th/home.php?ds=preview&back=search_result&mid=&doc=aN8muxHJhDfnFLrM

ก๊าซชีวภาพ (Biogas) ที่ได้มาจากการหมักมูลสัตว์ต่างๆ จากสารอินทรีย์ที่เหลือใช้ ซึ่งเป็นก๊าซที่ใช้พลังงานทดแทนชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง โดยผลลัพธ์ที่ได้จากก๊าซยังสามารถใช้จุดไฟเป็นเชื้อเพลิงหรือให้แสงสว่างได้ และยังก่อให้เกิดการกำจัดของเสียสิ่งปฏิกูลต่างๆ อย่างเหมาะสมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

ขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์สภาวะปราศจากออกซิเจน

ขบวนการย่อยสลายประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น ไขมัน แป้ง และโปรตีน ซึ่งอยู่ในรูปสารละลายจนกลายเป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Acids) โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรด (Acid-Producing Bacteria) และขั้นตอนการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้เป็นก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทน (Methane-Producing Bacteria)

องค์ประกอบที่มีผลต่อขบวนการหมักก๊าซชีวภาพ กระทรวงพลังงานสรุปปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. อุณหภูมิ ขบวนการหมักจำเป็นต้องอาศัยแบคทีเรียซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิต อุณหภูมิที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่สำคัญเช่นกัน เพราะสามารถทำให้แบคทีเรียเหล่านี้เจริญเติบโตได้ดี โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 30 – 40 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

2. ความเป็นกรดด่างของสารวัตถุในบ่อหมัก จากขบวนการหมักที่ต้องเกิดกรดอินทรีย์ขึ้นเพื่อสลายตัวให้ก๊าซมีเทน สภาพที่จะทำให้เกิดก๊าซมีเทนได้นั้นควรมีค่าpH อยู่ระหว่าง 6.6 – 7.6 เมื่อค่า pH ลดต่ำลงวิธีแก้ไขคือ เติมสารเพิ่มความด่างลงไป เช่น เติมหินปูน ดังนั้นปฏิกิริยาการเกิดกรดอินทรีย์และการสลายตัวของกรดอินทรีย์ให้ก๊าซมีเทน ควรเกิดขึ้นในอัตราที่เท่ากันเพื่อรักษาสมดุลของปฏิกิริยานั่นเอง

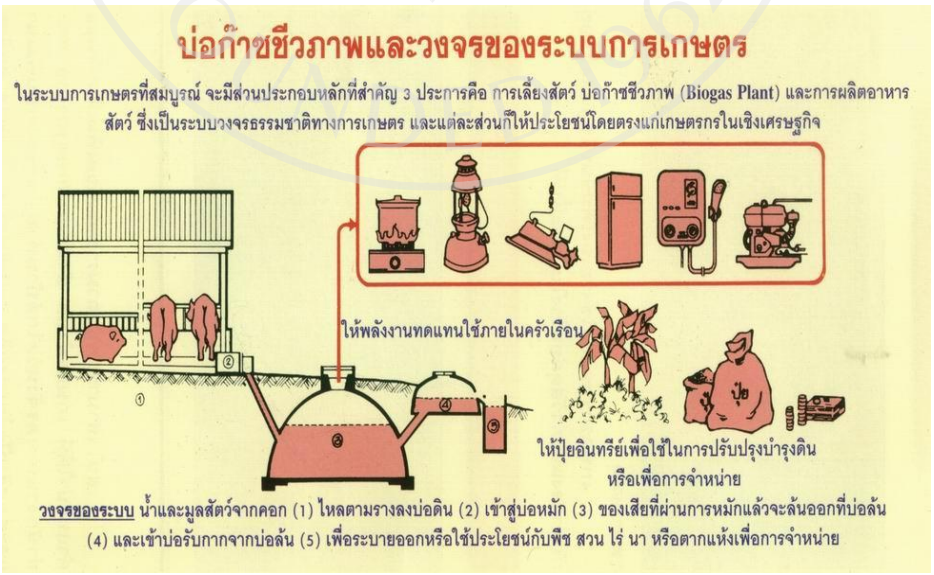
มูลสัตว์ ⟶ กรดอินทรีย์ ⟶ ก๊าซมีเทน + CO_2

3. ระยะเวลาในการเกิดก๊าซ เป็นระยะเวลาที่ให้มูลของสัตว์ผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสมทำการหมักแล้วเกิดก๊าซอยู่ในบ่อก่อนถึงเวลาถ่ายออก เพื่อให้จุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพได้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากพอก่อนที่จะถูกถ่ายเทออกไป โดยปกติจะใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 20 – 50 วัน ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของบ่อหมักด้วย

ขั้นตอนการสร้างบ่อก๊าซชีวภาพ

ขั้นตอนการสร้างบ่อก๊าซชีวภาพ เริ่มต้นจากการสำรวจพื้นที่และชนิดของดินบริเวณที่จะก่อสร้างบ่อก่อน ต่อมาให้วางผังโดยใช้ปูนขาวโรยบริเวณที่เราจะขุดบ่อ บ่อที่จะขุด มีทั้งหมด 3 บ่อ คือ บ่อเติม บ่อหมัก บ่อล้น แล้วจึงขุดบ่อตามแบบที่เราต้องการ โดยเริ่มต้นก่อสร้างบริเวณก้นบ่อก่อนทุกบ่อ แต่งรูปทรงบ่อให้ราบเรียบ จากนั้นจึงเริ่มก่อผนังของแต่ละบ่อ และสร้างที่เก็บกักก๊าซที่ได้จากการหมักและโรงผลิตกระแสไฟฟ้า

ภาพที่ 1 บ่อก๊าซชีวภาพและวงจรของระบบการเกษตร



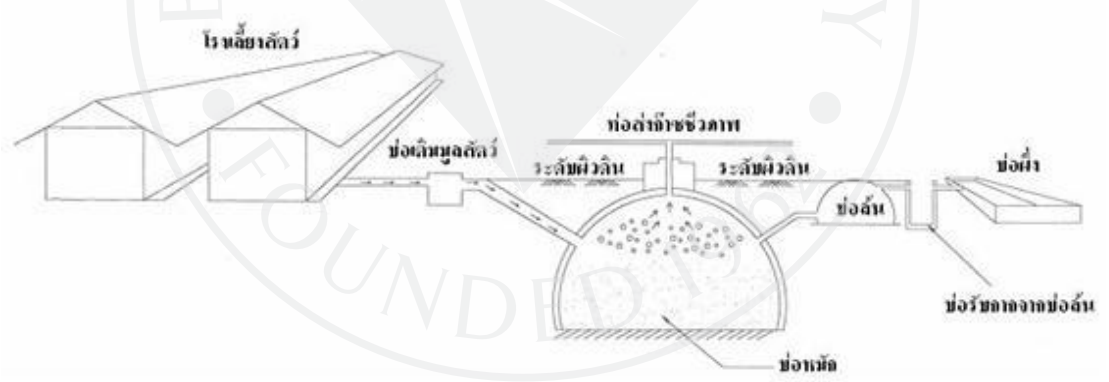
ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร. (2552). ก๊าซชีวภาพ. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2552 จาก http://www.doae.go.th/soil_fert/group/BioGas1.html

<u>รูปแบบระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ</u>

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมได้อธิบายว่า ระบบผลิตก๊าซชีวภาพหรือระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้ถูกนำมาใช้ในการกำจัดตะกอนส่วนเกินออกจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน ทั้งนี้เพื่อลดปริมาตรและทำให้ตะกอนคงสภาพดีขึ้น ในอดีตที่ผ่านมาได้มีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลายมากขึ้น ด้วยเหตุผลหลักสองประการคือ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียและสามารถช่วยลดการใช้สารพลังงานของโรงงาน โดยรูปแบบระบบการผลิตก๊าซชีวภาพที่นิยมมีดังนี้

1. แบบยอดโดมหรือแบบฟิกซ์โดม (Fixed Dome) ลักษณะเป็นทรงกลมฝังอยู่ใต้ดิน ส่วนที่กักเก็บก๊าซมีลักษณะเป็นโดม แบบนี้เหมาะสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดเล็ก มีข้อดี คือ ประหยัดพื้นที่บริเวณฟาร์ม และง่ายต่อการต่อรางระบายมูลสุกรจากโรงเรือนไปสู่บ่อหมัก ส่วนข้อเสียคือในบริเวณที่ระดับน้ำใต้ดินสูง การทำงานและการสร้างบ่อหมักจะค่อนข้างลำบาก รวมทั้งบริเวณส่วนโค้งของถังหมักจะต้องใช้เทคนิคและความชำนาญสูง

ภาพที่ 2 บ่อแบบ Fixed Dome



ที่มา: มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2551). <u>กระบวนการบำบัดน้ำเสีย</u>. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2552 จาก http://www.efe.or.th/home.php?ds=content&mid=cMS7s93gtBdrFxPI&docmenu=db6kCTs0xBv3mVFc

2. บ่อหมัก Covered Lagoon เป็นบ่อหมักก๊าซชีวภาพอีกรูปแบบหนึ่ง โครงสร้างบ่ออาจเป็นบ่อคอนกรีตหรือดินขุดก็ได้ ในกรณีที่เป็นบ่อดินขุด อาจปูแผ่นยางที่ใช้ปูสระเก็บน้ำมาปูทับเพื่อไม่ให้เกิดการรั่วซึมของของเสียลงใต้ดิน ด้านบนของบ่อคลุมด้วยผืนพลาสติกขนาดใหญ่เพื่อ

รวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นก่อนนำก๊าซไปใช้ประโยชน์และเพื่อป้องกันไม่ให้กลิ่นแพร่กระจายออกไป ระบบนี้สามารถดัดแปลงจากระบบบ่อผึ่ง จึงไม่จำเป็นต้องสร้างบ่อใหม่ หลักการทำงานของระบบนี้เนื่องจากด้านบนมีพลาสติกคลุมทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียในสภาพไร้ออกซิเจนได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ

ภาพที่ 3 บ่อแบบพลาสติกคลุม Cover Lagoon

ที่มา: ศูนย์ประสานงาน โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.). (2551). บ่อหมักแบบ Cover Lagoon. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2552 จาก http://www.thaibiogas.net/th/node/206

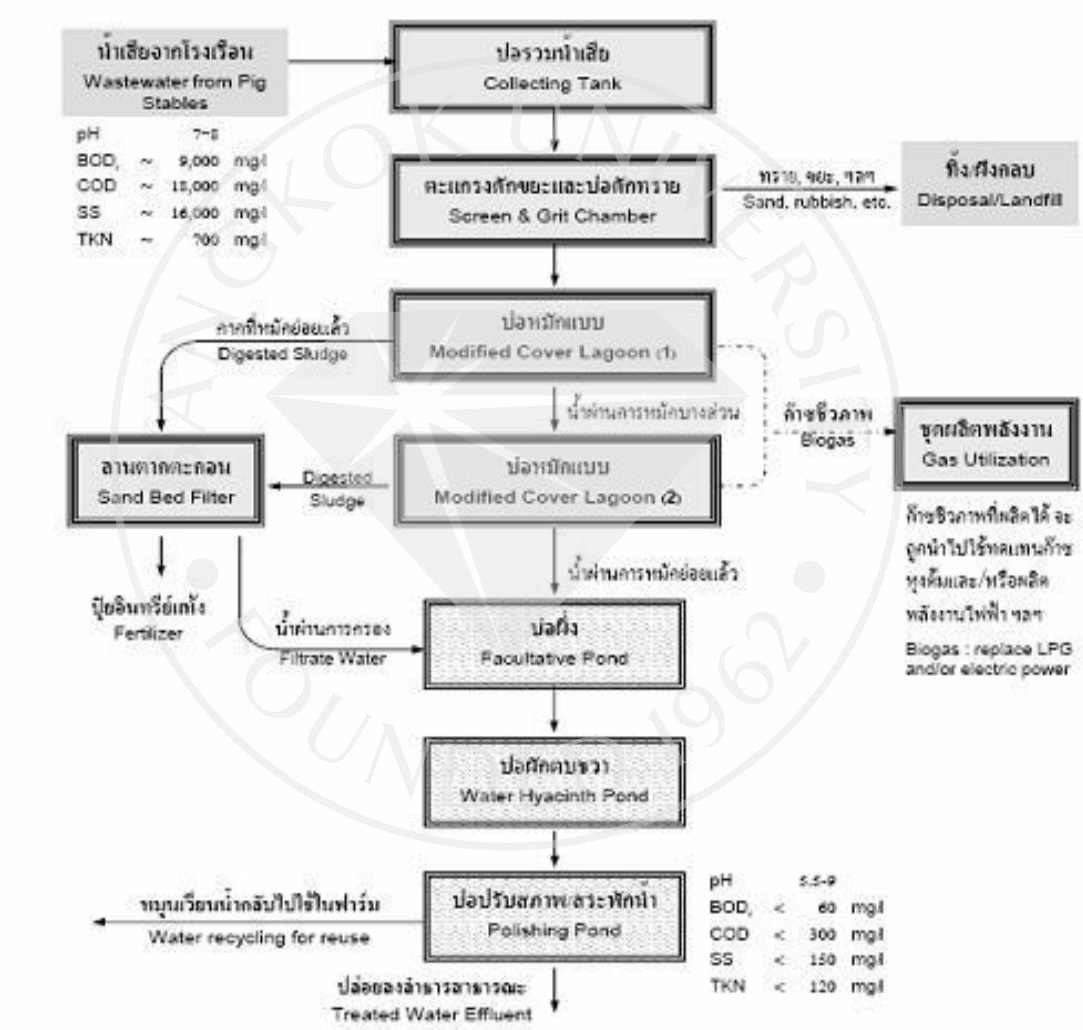
3. บ่อหมัก Modified Cover Lagoon เนื่องจากบ่อหมัก Cover Lagoon มีข้อเสียคือ ไม่มีการดึงกากตะกอนออกจากระบบ จึงทำให้เกิดการสะสมของกากตะกอน ในระยะเวลา 3-5 ปี การสะสมของกากตะกอนส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซลดลงตามลำดับ ดังนั้นจึงได้ปรับปรุงบ่อโดยเพิ่มเติม

- ระบบดูดกากตะกอนออกจากบ่อหมักและติดตั้งลานตากตะกอน
- ออกแบบการไหลตามแนวยาวแบบ Plug Flow เพื่อป้องกันการไหลลัดวงจร
- ออกแบบระบบทำความสะอาดก๊าซชีวภาพ และดักจับ H_2S ด้วยขบวนการทางเคมีและทางชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บไว้ด้านบนของบ่อหมักซึ่งคลุมปิดด้วยผืนพลาสติกชนิด High Density Polyethylene (HDPE) เพื่อรอการนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานทดแทนต่อ

ไป ตะกอนที่ผ่านการหมักย่อยแล้วจากบ่อหมักดังกล่าวจะถูกดึงออกไปยังลานตากตะกอน (Sand Bed Filter) เพื่อแยกน้ำและกากตะกอนออกจากกัน โดยตะกอนที่ตากแห้งแล้วจะถูกกวาดเก็บไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการเกษตร ส่วนน้ำเสียที่ผ่านการหมักย่อยแล้วบางส่วนจากบ่อหมักนี้จะถูกส่งไปบำบัดต่อในส่วนของระบบบำบัดขั้นหลังต่อไป

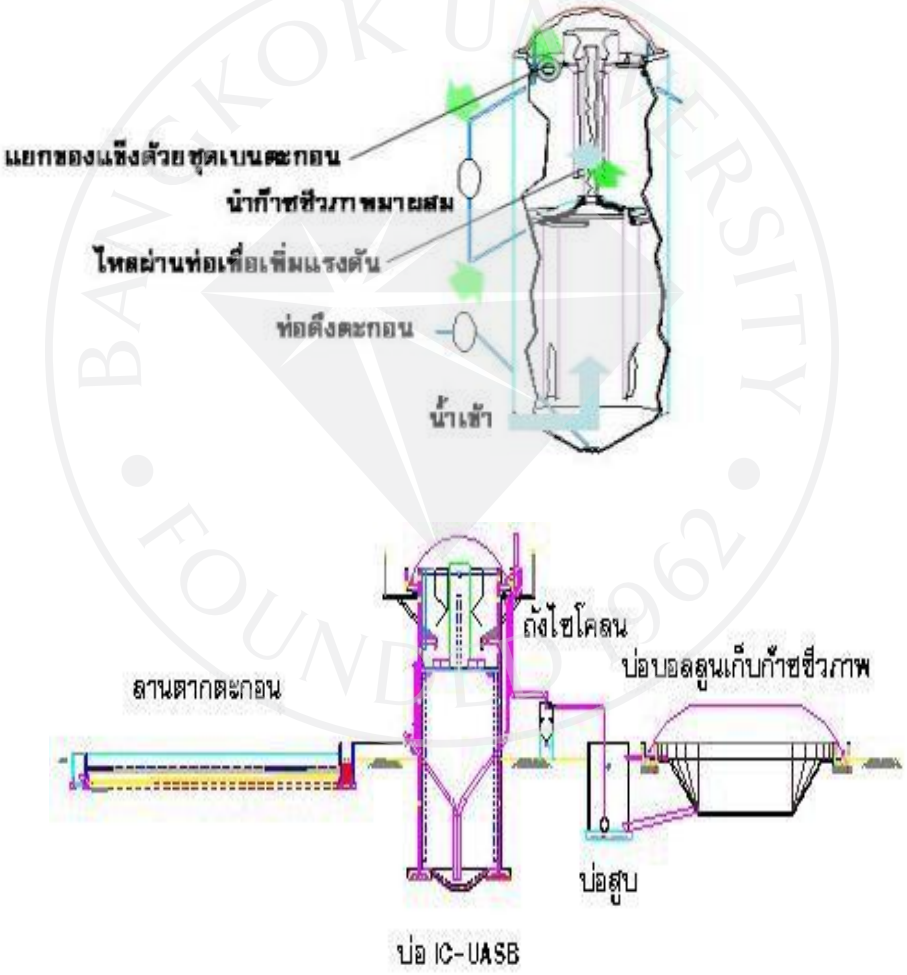
ภาพที่ 4 แผนผังระบบการจัดการน้ำเสียแบบ Modified Cover Lagoon



ที่มา: มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2551). กระบวนการบำบัดน้ำเสีย. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2552 จาก http://www.efe.or.th/home.php?ds=content&mid=cMS7s93gtBdrFxPI&docmenu= db6kC Ts0xBv3mVFc

4. บ่อหมักแบบ UASB ลักษณะการทำงานคือ น้ำเสียจะถูกสูบเข้าทางก้นบ่อ ตะกอนแบคทีเรียที่ก้นบ่อแบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นล่าง (Sludge Bed) เป็นตะกอนเม็ดเป็นแบคทีเรียชนิดเส้นใยยาวเกาะกันแน่น มีความหนาแน่นสูง ชั้นที่ 2 เรียกว่า Sludge Blanket เป็นแบคทีเรียตะกอนเบาช่วงบนของบ่อหมักและจะมีอุปกรณ์แยกก๊าซชีวภาพและตะกอนแบคทีเรียไว้ ข้อดีคือ เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงและค่าก่อสร้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่น แต่ข้อเสียคือ มีความยุ่งยากในการเลี้ยงตะกอนเม็ดจากตะกอนเบา และไม่เหมาะสมกับน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยสูง

ภาพที่ 5 บ่อหมักแบบ UASB



ที่มา: ศูนย์ประสานงาน โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.). (2551). บ่อหมักแบบ UASB. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2552 จาก http://www.thaibiogas.net/th/node/210

สำหรับการตัดสินใจเลือกแต่ละเทคโนโลยีของรูปแบบการผลิตก๊าซชีวภาพมาใช้นั้น ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในหลายๆ ด้าย เช่น ขนาดของฟาร์ม ค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา และประสิทธิภาพที่ได้ เป็นต้น

<u>ประโยชน์จากการใช้ก๊าซชีวภาพ</u>

1. ด้านพลังงาน ก๊าซชีวภาพจำนวน 1 ลูกบาศก์เมตรสามารถนำไปใช้ได้ดังนี้

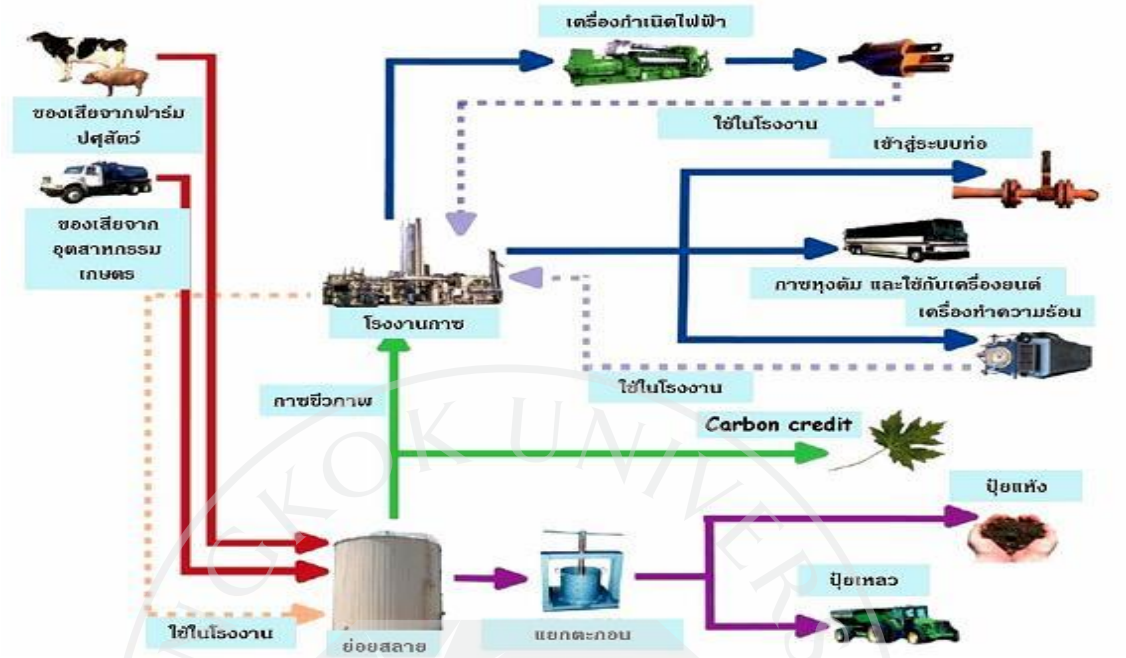
- ให้ค่าความร้อน 3,000 – 5,000 กิโลแคลอรี่ ความร้อนนี้จะทำให้น้ำ 130 กิโลกรัมที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เดือดได้
- ใช้กับตะเกียงแก๊สขนาด 60-100 วัตต์ ลุกไหม้ได้ 5-6 ชั่วโมง
- ผลิตกระแสไฟฟ้า 1.25 กิโลวัตต์
- ใช้กับเครื่องยนต์ 2 แรงม้า ได้นาน 1 ชั่วโมง
- ถ้าใช้กับครอบครัวขนาด 4 คน สามารถหุงต้มได้ 3 มื้อ

2. ด้านปรับปรุงสภาพแวดล้อม โดยการนำมูลสัตว์ และน้ำล้างคอกมาหมักในบ่อก๊าซชีวภาพ เป็นการช่วยกำจัดมูลในบริเวณที่เลี้ยงทำให้กลิ่นเหม็นและแมลงวันในบริเวณนั้นลดลงและผลจากการหมักมูลสัตว์ในบ่อก๊าซชีวภาพที่ปราศจากออกซิเจนเป็นเวลานานๆ ทำให้ไข่พยาธิและเชื้อโรคส่วนใหญ่ในมูลสัตว์ตายด้วย ซึ่งเป็นการทำลายแหล่งเพาะเชื้อโรคบางชนิด นอกจากนี้แล้วยังเป็นการป้องกันไม่ให้มูลสัตว์ถูกชะล้างลงไปในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

3. ด้านการเกษตร

- การทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ กากที่ได้จากการหมักก๊าซชีวภาพเราสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ดีกว่ามูลสัตว์สดๆ และปุ๋ยคอก ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่มีการหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจนในมูลสัตว์ ทำให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
- การทำเป็นอาหารสัตว์ โดยนำส่วนที่เหลือจากการหมัก นำไปตากแห้ง แล้วนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์ให้โคและสุกรกินได้ แต่ทั้งนี้มีข้อจำกัด คือ ควรใส่ อยู่ระหว่าง 5 – 10 กิโลกรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กิโลกรัม จะทำให้สัตว์เจริญเติบโตตามปกติและเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย

ภาพที่ 6 วงจรการใช้งานจากการสร้างบ่อเก็บก๊าซมีเทน



ที่มา: มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2551). กระบวนการบำบัดน้ำเสีย. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2552 จาก http://www.efe.or.th/home.php?ds=content&mid=cMS7s93gtBdrFxPI&docmenu=db6kCTs0xBv3mVFc

การบำรุงดูแลรักษาบ่อก๊าซชีวภาพ

1. การบำรุงดูแลรักษา หมั่นตรวจสอบเครื่องยนต์ โดยการตรวจเช็คน้ำมันเครื่อง หัวเทียน ท่อนำก๊าซ และพยายามทำความสะอาดที่เก็บก๊าซอยู่เสมอ

2. ปัญหาและวิธีแก้ไข

- ปัญหาเรื่องทางออกของบ่อหมักปิดตัน แก้ไขโดยการเปิดบ่อ และขุดลอกกากตะกอนที่ตกค้างอย่างน้อย 3 ปี ต่อ 1 ครั้ง

- ปัญหาเรื่องเครื่องยนต์ร้อนเกินไป แก้ไขโดยการเลือกใช้เครื่องยนต์ที่มีช่องระบายน้ำขนาดใหญ่ หรือต่อพัดลมบริเวณด้านหน้าของหม้อน้ำ รังผึ้งอีก 1 ตัว และดูแลเรื่องตะกอนในหม้อน้ำให้ดี

- ปัญหาเรื่องท่อก๊าซ การที่ท่อก๊าซตันเกิดจากไอน้ำที่เป็นส่วนหนึ่งของก๊าซชีวภาพได้มีการรวมตัวกันเป็นหยดน้ำและเกิดมากขึ้น จนปิดกั้นทางเดินของก๊าซ แก้ไขโดยการทำที่ระบายน้ำออกเป็นระยะ

2.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ

การวิเคราะห์โครงการเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ก่อนการตัดสินใจในการลงทุน โดยใช้ทฤษฎีด้านการศึกษาความเป็นไปได้ในวิธีต่างๆ และเพื่อเป็นเครื่องมือที่สามารถบ่งชี้ว่าโครงการนี้มีเหมาะสมต่อการลงทุนหรือไม่ ซึ่งประกอบด้วยดังนี้

- การวิเคราะห์ด้านเทคนิค (Technical Analysis) เป็นวิธีการวิเคราะห์หาความเหมาะสมทางเทคนิคของโครงการ ซึ่งต้องพิจารณาถึงเป้าหมายของโครงการโดยมีต้นทุนที่ต่ำที่สุด และรูปแบบที่เลือกนี้ควรมีเทคโนโลยีที่เหมาะสมเช่นกันที่สามารถทำให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด รูปแบบของโครงการต้องมีความยืดหยุ่นเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ในปัจจุบันได้ และไม่ควรก่อให้เกิดผลในทางลบต่อสิ่งแวดล้อม
- การวิเคราะห์ทางด้านสังคม (Social Analysis) เป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากโครงการต่อสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ในรูปขององค์กรทางสังคมและมีมาตรฐานของการครองชีพ รวมทั้งการเข้าใจกระบวนการทางสังคมที่สัมพันธ์กันด้วย ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกสังคมต้องให้ความร่วมมือกันลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อเป็นประโยชน์ต่อคุณภาพชีวิตของทุกคน
- การวิเคราะห์ทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environment Analysis) เป็นการพิจารณาถึงการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากน้อยเพียงใด เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพราะก๊าซเหล่านี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนขึ้น ซึ่งมีการทำลายชั้นบรรยากาศของโลก จึงต้องเร่งพิจารณาและรณรงค์ช่วยกันให้ลดการใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกนี้ก่อนที่สภาพภูมิอากาศจะมีการเปลี่ยนแปลงไปถึงขั้นรุนแรงมากกว่านี้
- การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic Analysis) เป็นการช่วยให้การพิจารณาตัดสินใจจะรับหรือปฏิเสธโครงการเพื่อการลงทุนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีการบ่งชี้ถึงความสมเหตุสมผลและความคุ้มค่าในการลงทุนนั้นๆ

2.3 หลักเกณฑ์การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ

- การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) เป็นมูลค่าผลตอบแทนที่ได้จากโครงการที่เทียบกลับมาเป็นค่า ณ วันนี้ คือวันที่เริ่มลงทุน โดยสามารถใช้กระแสเงินสดสุทธิจากการลงทุนหักลบด้วยต้นทุนและมีการปรับค่าของเงินตามเวลาแล้ว การคำนวณจะใช้ค่าโอกาสที่เงินจำนวนนั้นจะมีผลตอบแทนมาตรฐานให้กับธุรกิจ ซึ่งผู้ลงทุนจะตัดสินใจลงทุนในโครงการก็ต่อเมื่อค่า NPV เป็นบวกหรือมากกว่าศูนย์ จึงจะมีความเหมาะสมและยอมรับในการลงทุนดังกล่าว

แต่ถ้าค่า NPV เป็นลบหรือน้อยกว่าศูนย์ จะปฏิเสธการลงทุนทันที สมการที่ใช้ในการคำนวณแสดงดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ = มูลค่าปัจจุบันของผลได้ - มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน

ค่าปัจจุบันของผลได้กรณีที่ใช้อัตราส่วนลดเดียวกันหาได้จาก

$$PVB = B_0 + \frac{B_1}{(1+i)} + \frac{B_2}{(1+i)^2} + \ldots + \frac{B_n}{(1+i)^n}$$

ค่าปัจจุบันของต้นทุนกรณีที่ใช้อัตราส่วนลดเดียวกันหาได้จาก

$$PVC = C_0 + \frac{C_1}{(1+i)} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \ldots + \frac{C_n}{(1+i)^n}$$

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

โดยที่ PVB = มูลค่าปัจจุบันของผลได้ของโครงการ

PVC = มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนของโครงการ

B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t (t = 0,1,2,……n)

C_t = ต้นทุนที่เสียในปีที่ t (t=0,1,2,…….n)

C_o = ค่าลงทุนในปีปัจจุบัน

i = อัตราส่วนลด (Discount Rate)

- การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

เป็นการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ผู้ลงทุนพึงจะได้รับจากการลงทุนในโครงการ หรือหมายถึง อัตราลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับของโครงการมีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของเงินสดจ่ายลงทุนพอดี ถ้าค่า IRR มีค่าสูงกว่าที่กำหนดก็ยอมรับโครงการนั้น แต่ถ้าต่ำกว่าก็ให้ปฏิเสธโครงการ ซึ่งมีสมการคำนวณดังนี้

PV (กระแสเงินสดรับ) = PV (เงินจ่ายลงทุน)

หรืออีกนัยหนึ่ง IRR คืออัตราลดที่ให้ NPV = 0

$$IRR = NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0$$

โดยที่ IRR = อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ

CF = กระแสเงินสดรับสุทธิในปีที่ t

r = อัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง

t = ระยะเวลาของโครงการจากปีที่ 0, 1, … n

n = อายุของโครงการ

- การคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) เป็นการคำนวณหาระยะเวลาเป็นจำนวนปีที่ผู้ลงทุนจะได้รับเงินจากการลงทุนกลับคืนมา เพื่อเป็นการประเมินขั้นต้นว่าโครงการใช้ระยะเวลานานเพียงใดถึงจะคุ้มทุน โดยนำกระแสเงินสดสุทธิที่ได้จากการลงทุนในแต่ละปีรวมกันไปเรื่อยๆ จนได้ผลรวมเท่ากับเงินที่ลงทุนไปแล้วนับจำนวนปีดังกล่าวรวมกัน สำหรับเกณฑ์การตัดสินใจจากเครื่องมือนี้จะยอมรับได้ก็ต่อเมื่อมีระยะเวลาคืนทุนสั้นกว่าเวลาที่กำหนดไว้

ระยะเวลาคืนทุน = ค่าใช้จ่ายในการลงทุน / ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกรียงศักดิ์ คูสุวรรณ์ (2545) ได้ศึกษาเรื่องผลตอบแทนด้านการเงินและด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยมีขอบเขตระยะเวลาในการศึกษาคือ 23 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 – 2568 ซึ่งมีสัญญาซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิต 21 ปี จากผลการศึกษาพบว่าโครงการโรงไฟฟ้าแบบใช้ก๊าซธรรมชาติและแบบใช้ชีวมวลมีความเหมาะสมสำหรับการลงทุนโดยผลตอบแทนทางด้านการเงินโครงการโรงไฟฟ้าแบบใช้ก๊าซธรรมชาติมี NPV เท่ากับ 1,182,369,292 บาท มี IRR เท่ากับ ร้อยละ 15.53 มีความเสี่ยงในระดับปานกลางและมีความอ่อนไหวที่สำคัญคือ ราคาของก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นต้นทุนหลักของโครงการปรับตัวสูงขึ้น และผลตอบแทนทางด้านการเงินของโครงการโรงไฟฟ้าแบบใช้เศษไม้เป็นเชื้อเพลิงร่วม มี NPV เท่ากับ 540,307,757 บาท มี IRR เท่ากับ ร้อยละ 14.09 และมีความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลางที่ตัวแปรราคาของก๊าซธรรมชาติ ซึ่งไม่ใช้เชื้อเพลิงหลักแต่อัตราค่าไฟฟ้าได้เปลี่ยนแปลงของราคาก๊าซธรรมชาติ และอีกปัจจัยเสี่ยงหนึ่งคือปริมาณของเชื้อเพลิงหลักซึ่งหมายถึงเศษไม้ที่อาจไม่เพียงพอต่อการนำส่งให้โรงไฟฟ้าตลอดอายุโครงการ การเปรียบเทียบต้นทุนของโครงการโรงไฟฟ้าทั้ง 2 ประเภทพบว่า ต้นทุนรวมต่อหน่วยทางการเงินของทั้งสองโครงการมีมูลค่าใกล้เคียงกันคือ 0.90 บาทต่อกิโลกรัม-ชั่วโมง ซึ่งต้นทุนรวม

ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าแบบใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงมีต้นทุนสูงกว่าโรงไฟฟ้าแบบใช้เศษไม้เป็นเชื้อเพลิง ดังนั้นหากตั้งสมมติฐานให้ผลตอบแทนต่อหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าทั้ง 2 ประเภทมีมูลค่าเท่ากัน โรงไฟฟ้าประเภทใช้เศษไม้เป็นเชื้อเพลิงจะเป็นโครงการที่น่าลงทุนมากกว่าเพราะมีต้นทุนต่ำที่สุด

อาคม หมู่เก็ม (2547) ได้ศึกษาเรื่อง โครงการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง โดยมีกระบวนการหมักและการกลั่น ซึ่งใช้เงินลงทุนในโครงการ 400 ล้านบาท อายุโครงการ 20 ปี โรงงานตั้งที่จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นแหล่งเพาะปลูกมันสำปะหลัง โดยคิดผลประโยชน์ของโครงการเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเบนซินและลดการนำเข้าสาร Methyl Tertiary Butyl Ether ที่ใช้สำหรับแต่งปรุงค่าออกซิเจนและค่าออกเทนในน้ำมันเบนซินให้สูงขึ้นเท่านั้น พร้อมทั้งวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการว่าจะสามารถยอมรับได้เพียงใด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในราคามันสำปะหลังและต้นทุนอื่นที่เพิ่มขึ้น หรือผลตอบแทนจากราคาขายเอทานอลหน้าโรงงานลดลง ศึกษาผลตอบแทนทางด้านการเงินพิจารณาจาก NPV, BCR และ IRR ซึ่งการศึกษาดังกล่าวได้ใช้ข้อมูลราคารับซื้อของโรงงานจากสำนักงานคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติที่ราคาขั้นต่ำ 12.50 บาทต่อลิตร ผลการศึกษาพบว่าอัตราคิดลดร้อยละ 10 โครงการมี NPV เท่ากับ 874,836,100 บาท มี BCR เท่ากับ 1.01 และโครงการมี IRR เท่ากับร้อยละ 24.56 ซึ่งมีความคุ้มค่าแก่การลงทุน

นิภาภัทร์ น้อยเทียม (2550) ได้ศึกษาการวิเคราะห์โครงการทางด้านการเงินถึงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ จากนั้นนำมาเทียบเป็นค่าพลังงานจากน้ำมันเตาโดยนำราคาน้ำมันเตามาคิดเป็นผลตอบแทนของโครงการเพื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตก๊าซชีวภาพที่ประกอบไปด้วยต้นทุนการลงทุนและต้นทุนในการดำเนินงาน โดยพิจารณามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) ที่ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 10 15 และ 20 ผลการศึกษาพบว่า อัตราคิดลดร้อยละ 10 มีค่า NPV เท่ากับ 111,199,825 บาท มี BCR เท่ากับ 1.91 ถ้าอัตราคิดลดร้อยละ 15 มีค่า NPV เท่ากับ 68,524,516 บาท มี BCR 1.62 ถ้าอัตราคิดลดร้อยละ 20 มีค่า NPV เท่ากับ 40,305,649 บาท มี BCR เท่ากับ 1.53 โครงการมี IRR เท่ากับร้อยละ 33.07 ดังนั้นโครงการผลิตก๊าซชีวภาพนี้เป็นโครงการที่น่าลงทุน

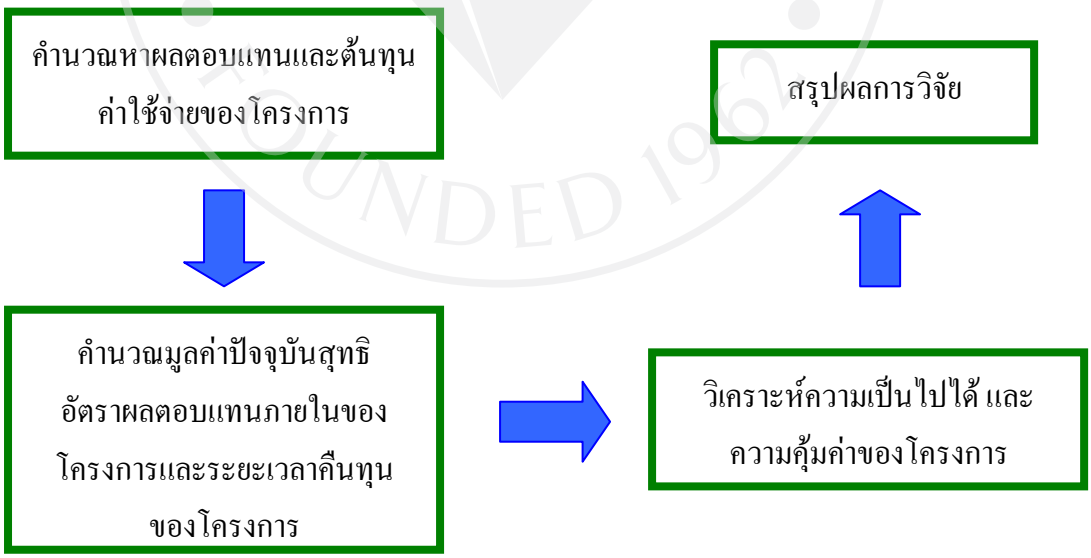
รณกร อำพันธ์ศรี (2550) ได้ทำวิจัยการประเมินประสิทธิภาพพลังงานของกระบวนการการผลิตน้ำมันสบู่ดำสำหรับใช้ในท้องถิ่น โดยสนใจการนำพลังงานที่ได้จากการปลูกสบู่ดำมาทำการผลิตไบโอดีเซลและได้วิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าทั้งในด้านพลังงานและทางเศรษฐศาสตร์ จากการศึกษาในเขตภาคเหนือ ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าในการปลูกสบู่ดำจะมีค่าใช้จ่ายขั้นต่ำ3,551 บาทต่อไร่ และค่าดูแลรักษารายปี

ขั้นต่ำ 3,897.60 บาทต่อไร่ต่อปี กำหนดอายุโครงการ 20 ปี โดยคิดราคาจำหน่ายเมล็ดสบู่ดำที่ 5 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ด พบว่าไม่สามารถสร้างกำไรได้และมีการขาดทุนสะสมทุกปี เนื่องจากมีรายจ่ายในการดูแลรักษาสูงกว่ารายรับจากการจำหน่ายเมล็ด แต่ถ้าวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ในการสร้างโรงงานไบโอดีเซลชุมชนขนาดกำลังผลิต 300 ลิตรต่อวัน โดยรับซื้อเมล็ดจากเกษตรกรในราคากิโลกรัมละ 5 บาท และจำหน่ายน้ำมันไบโอดีเซลในราคา 25 บาทต่อลิตร จะมีอัตราผลตอบแทนภายใน 99.97% และระยะเวลาคืนทุน 12 เดือน ซึ่งจากการศึกษาและวิจัยพบว่าสามารถสร้างโรงงานและดำเนินการในท้องถิ่นเองได้ หากมีการจัดการที่เหมาะสม เพราะโรงงานไบโอดีเซลของชุมชนนั้นจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานของเกษตรกรได้พอสมควร

จากผลงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการนั้น ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนของโครงการ (IRR) และคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน (PB) ซึ่งเป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เพื่อเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าควรจะลงทุนหรือไม่

2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ประเภทของงานวิจัย

เนื่องจากการศึกษาวิจัยชิ้นนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพราะผู้ศึกษาต้องการศึกษาความเป็นไปได้และความคุ้มค่าในการลงทุนสร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพ เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ไปใช้ทดแทนพลังงานไฟฟ้า และเพื่อเป็นแนวทางให้นักลงทุนได้พิจารณาและวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ

3.2 วิธีการศึกษา

3.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมดจะเป็นข้อมูลแบบทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการค้นคว้า จากรายงาน บทความ สถิติ งานวิจัย และเอกสารทางด้านวิชาการต่างๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น องค์การบริหารการจัดการก๊าซเรือนกระจก กระทรวงพลังงาน ฟาร์มสุกรที่จังหวัดราชบุรี เป็นต้น โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 แบบ คือ ข้อมูลบางส่วนเป็นข้อมูลที่นำมาใช้ได้ทันที ซึ่งได้จากการศึกษาเก็บรวบรวมจากงานวิจัยหรือจากเอกสารต่างๆ แต่บางส่วนจะนำข้อมูลเชิงตัวเลขมาทำการทดสอบหรือต้องผ่านการคำนวณก่อนจึงจะนำไปใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดในการทำวิจัย

3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้จะใช้หลักการวิเคราะห์ดังนี้

- การวิเคราะห์เชิงปริมาณ เป็นการคำนวณโดยใช้ตัวเลขนำมาวิเคราะห์ ซึ่งจะใช้วิธีการวิเคราะห์เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนในการลงทุน รวมถึงมูลค่าของการประหยัดค่าไฟฟ้าที่ได้จากการนำก๊าซมีเทนมาใช้ทดแทนพลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่ง

- การวิเคราะห์เชิงพรรณนาจะใช้มากในส่วนของการอธิบายให้ผู้สนใจศึกษาเห็นภาพรวมของโครงการที่เน้นเรื่องการใช้พลังงานทดแทนจากก๊าซมีเทน อันเป็นผลทำให้ทราบว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้จำนวนเท่าไรต่อปี การอธิบายตัวเลขที่เกิดขึ้นจากการคำนวณ หรือการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยผู้วิจัยจะต้องหาข้อมูลดังต่อไปนี้ เพื่อนำมาประกอบการวิจัย

3.2.2.1 สถานที่ที่เหมาะสมต่อการใช้พื้นที่ในการสร้างบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ

3.2.2.2. ต้นทุนการสร้างบ่อผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมกับจำนวนสุกรที่มีอยู่

3.2.2.3. ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากการผลิตกระแสไฟฟ้า

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.3.1 การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) โดยทั่วไปการวิเคราะห์โครงการจะใช้วิธีการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิโดยการหาผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับหรือผลตอบแทน (มูลค่าปัจจุบันของผลได้) กับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่ายหรือต้นทุน (มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ = มูลค่าปัจจุบันของผลได้ - มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน

ค่าปัจจุบันของผลได้กรณีที่ใช้อัตราส่วนลดเดียวกันหาได้จาก

$$PVB = B_0 + \frac{B_1}{(1+i)} + \frac{B_2}{(1+i)^2} + \ldots + \frac{B_n}{(1+i)^n}$$

ค่าปัจจุบันของต้นทุนกรณีที่ใช้อัตราส่วนลดเดียวกันหาได้จาก

$$PVC = C_0 + \frac{C_1}{(1+i)} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \ldots + \frac{C_n}{(1+i)^n}$$

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

โดยที่ PVB = มูลค่าปัจจุบันของผลได้ของโครงการ

PVC = มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนของโครงการ

B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t (t = 0,1,2,……n)

C_t = ต้นทุนที่เสียในปีที่ t (t=0,1,2,…….n)

C_o = ค่าลงทุนในปีปัจจุบัน

i = อัตราส่วนลด (Discount Rate)

3.3.2 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิหรือผลตอบแทนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่ายสุทธิหรือต้นทุน

$$IRR = NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0$$

โดยที่ IRR = อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ

CF = กระแสเงินสดรับสุทธิในปีที่ t

r = อัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง

t = ระยะเวลาของโครงการจากปีที่ 0, 1, … n

n = อายุของโครงการ

3.3.3 ระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period: PB) ระยะเวลาการดำเนินงานที่มีผลทำให้ผลตอบแทนสุทธิจากโครงการสามารถชดเชยเงินลงทุนตอนเริ่มต้นโครงการ วิธีการหาระยะเวลาคืนทุนหรือหาจำนวนปีที่จะทำให้ได้รับผลตอบแทนคุ้มกับเงินที่ลงทุนนี้ สามารถคำนวณได้ดังนี้

ระยะเวลาคืนทุน = ค่าใช้จ่ายในการลงทุน / ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยต่อปี

จากเครื่องมือข้างต้นสามารถนำมาวิเคราะห์หาผลตอบแทนของการลงทุนว่าจะได้เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกำหนดให้อัตราผลตอบแทนที่ต้องการคือ 15% จึงจะรับได้ และหาระยะเวลาคืนทุนว่าต้องใช้เวลานานเท่าไรถึงจะคุ้มทุน

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้และความคุ้มค่าในการสร้างบ่อผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้ทดแทนพลังงานไฟฟ้าและสามารถลดค่าใช้จ่าย มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

3.4.1 ศึกษาวิธีการเกี่ยวกับการสร้างบ่อผลิตก๊าซชีวภาพและเลือกระบบที่มีเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับขนาดของฟาร์ม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกการสร้างบ่อแบบ Cover Lagoon เนื่องจากสามารถรองรับจำนวนสุกรได้มากถึง 20,000 ตัว/ปี และจากการประเมินผลระบบพบว่าสามารถลด COD น้ำเสียได้มากกว่า 90% ลดปริมาณไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen) ได้มากกว่า 65% และปริมาณฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus) มากกว่า 85% ทั้งยังเป็นที่ได้รับการยอมรับและได้มีการส่งเสริมให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายอีกด้วย (ที่มา: ศูนย์ส่งเสริพลังงานชีวมวล)

3.4.2 สร้างระบบเก็บก๊าซชีวภาพตามที่ได้ออกแบบไว้ในข้อ 3.4.1

3.4.3 ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อเครื่องเข้ากับระบบไฟฟ้ากำลังเพื่อทำงานเป็นมอเตอร์แล้วจึงเร่งความเร็วของเครื่องยนต์ให้มอเตอร์หมุนเร็วขึ้นจนทำงานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเครื่องจะส่งกำลังไฟฟ้าจริงเข้าสู่ระบบ จากการทดลองเมื่อปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์โดย

ปรับปริมาณของก๊าซชีวภาพที่จ่ายให้กับเครื่อง ความเร็วรอบที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้เจนเนอเรเตอร์ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดคือประมาณ 1,520 รอบต่อนาที (เจนศักดิ์ เอกบูรณะวัฒน์, 2548)

3.4.4 ทดสอบการรั่วซึมของระบบ โดยนำอากาศอัดเข้าสู่ระบบรวมทั้งต้องทดลองการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ จากนั้นนำออกมาในที่โล่งเพื่อทดสอบการใช้ก๊าซหุงต้มในการจุดทำลายก๊าซ เมื่อมีก๊าซในบ่อบรรจุก๊าซเต็มแล้ว

3.4.5 นำระบบต่อเข้ากับระบบขนาดใหญ่ที่มีการผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อตรวจสอบการทำงานจริงของระบบ

3.4.6 คำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพ (ที่ได้จากมูลของสุกร)

3.4.7 ศึกษาถึงระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนของโครงการ

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962

บทที่ 4
บทวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาจะทำการจัดทำประมาณการของรายได้และรายจ่ายของโครงการ เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล และคำนวณหาค่าต่างๆ ในด้านการเงินเพื่อวัดอัตราผลตอบแทนและความคุ้มค่าของการลงทุน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 สมมติฐานในการจัดทำข้อมูลทางการเงิน มีดังนี้

- ต้นทุนของเงินทุน (Cost of Capital) ของโครงการ เท่ากับ MRR + 2% ต่อปี (อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ MRR เฉลี่ยของธนาคารไทยพาณิชย์ และธนาคารกสิกรไทย ปัจจุบัน = 6.45% ต่อปี)
- อัตราภาษีนิติบุคคลธรรมดา 30%
- อายุโครงการ 15 ปี

4.2 โครงสร้างต้นทุนการผลิตก๊าซชีวภาพ

ต้นทุนในการผลิตก๊าซชีวภาพเป็นค่าที่ได้จากการประมาณการของโครงการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น (Investment Cost) และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operation Cost) มีรายละเอียดดังนี้

- **ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น** ประกอบด้วย

1. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพจำนวน 2 บ่อ ขนาดบ่อละ 1,000 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นค่าใช้จ่ายบ่อละ 2,600,000 บาท รวมเป็นจำนวนเงิน 5,200,000 บาท ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพ

รายละเอียดในการก่อสร้าง	**จำนวนเงิน (บาท)**
ค่าก่อสร้าง(ปูนซีเมนต์,หิน ,ทราย)	4,700,000
ค่าวัสดุอุปกรณ์	40,000
ค่าแรง	360,000
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	100,000
รวมค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง	**5,200,000**

2. ค่าใช้จ่ายในการปูผืนพลาสติกชนิด High Density Polyethylene (HDPE) เพื่อคลุมบ่อในการกักเก็บก๊าซ 2 ผืนๆ ละ 50,000 บาท รวมเป็นเงิน 100,000 บาท

3. ค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบส่งน้ำเสียล้างพื้นคอกโรงเรือน เพื่อส่งไปยังบ่อรวมมูลก่อนเข้าบ่อหมักก๊าซชีวภาพ (เนื่องจากโรงเลี้ยงสุกรกับที่ตั้งของบ่อหมักก๊าซชีวภาพอยู่ห่างไกลกัน)โดยเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนเงิน 50,000 บาท

4. ค่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 100 กิโลวัตต์ จำนวน 2 เครื่อง ราคาเครื่องละ 320,000 บาท รวมเป็นจำนวนเงิน 640,000 บาท

5. ค่าระบบและอุปกรณ์ในการส่งก๊าซ จำนวนเงิน 30,000 บาท

6. ค่าติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และระบบควบคุมไฟฟ้า เป็นจำนวนเงิน 30,000 บาท

7. ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินการ (ค่าTest Run ระบบ) เป็นจำนวนเงิน 20,000 บาท

- **ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน** ประกอบด้วย

1. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาบ่อหมัก	96,000 บาท/ปี
2. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	84,000 บาท/ปี
3. ค่าแรงงานดูแลระบบ 6 คน (6,000 บาท/คน/เดือน)	432,000 บาท/ปี
4. ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	36,000 บาท/ปี

หมายเหตุ :

- ให้อัตราการขึ้นเงินของคนงาน เท่ากับ 5% ทุกปี
- อัตราการสึกหรอของเครื่องยนต์ เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี
- อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าน้ำทำความสะอาดโรงเรือน เท่ากับ 3% ทุกปี
- คิดค่าเสื่อมราคา ของบ่อบำบัด และเครื่องจักรที่อัตรา 20% ต่อปีตลอดอายุของโครงการ

ภาพที่ 8 บ่อเก็บก๊าซมีเทนแบบพลาสติกคลุมบ่อ Cover Lagoon

ที่มา: มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2551). กระบวนการบำบัดน้ำเสีย. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2552 จาก http://www.efe.or.th/home.php?ds=content&mid=cMS7s93gtBdrFxPI&docmenu=db6kCTs0xBv3mVFc

4.3 ผลตอบแทนของการผลิตก๊าซชีวภาพ

ผลตอบแทนการผลิตก๊าซชีวภาพ ได้แก่ ผลตอบแทนจากพลังงาน และการขายผลพลอยได้ ซึ่งประกอบด้วย (1) ผลตอบแทนจากการประหยัดพลังงานไฟฟ้า (2) ผลตอบแทนจากการประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม (LPG) (3) ผลตอบแทนจากมูลค่าเพิ่มของมูลสัตว์ที่ขายได้

โดยระบบก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากบ่อหมัก ขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 บ่อ จะได้ปริมาณก๊าซชีวภาพ 1,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ซึ่งสามารถจะทดแทนพลังงานได้ ดังนี้

- ผลิตกระแสไฟฟ้า 1,200 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน
- ก๊าซหุงต้ม 552 กิโลกรัม/วัน
- ปุ๋ยอินทรีย์ 2,500 กิโลกรัม/วัน

ดังนั้นผลตอบแทนของการผลิตก๊าซชีวภาพ มีดังนี้

- **ผลตอบแทนจากการประหยัดพลังงานไฟฟ้า**

ในการเลี้ยงสุกรและการปฏิบัติงานภายในฟาร์มมีความจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามาก ซึ่งทางฟาร์มจะเสียค่าไฟฟ้าประมาณเดือนละ 130,000 บาท แต่เมื่อมีการผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เองจากก๊าซชีวภาพ ทางฟาร์มจะประหยัดค่าไฟฟ้าที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ดังนี้

ใช้ก๊าซชีวภาพ 80% เพื่อใช้ผลิตไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าราคา 2.60 บาท/KWh = 1,200*0.8*2.6 *30 = 74,880 บาท/เดือน

ดังนั้น ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 74,880 บาท/เดือน หรือคิดเป็นเงิน 898,560 บาท/ปี

- **ผลตอบแทนจากการประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม**

ทางฟาร์มมีการใช้ก๊าซหุงต้มสำหรับหุงต้มอาหาร และใช้สำหรับเครื่องกกลูกสุกร เพื่อให้ความอบอุ่นแก่ลูกสุกร โดยใช้ประมาณวันละ 200 กิโลกรัม คิดเป็นค่าใช้จ่าย เดือนละ 120,000 บาท แต่เมื่อมีการใช้จากก๊าซชีวภาพ ทางฟาร์มจะประหยัดค่าก๊าซหุงต้มได้ ดังนี้

ใช้ก๊าซชีวภาพ 20% ทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม

ราคาก๊าซหุงต้ม 20 บาท/กิโลกรัม = 552 *0.2* 20 * 30 = 66,240 บาท/เดือน

ดังนั้นสามารประหยัดค่าแก๊สหุงต้มได้ 66,240 บาท/เดือน หรือคิดเป็นเงิน 794,880 บาท/ปี

4.4 ผลตอบแทนจากมูลค่าเพิ่มของมูลสัตว์ที่ขายได้

กากที่ตกตะกอนจากบ่อหมักจะนำมาทำปุ๋ยอินทรีย์ได้ 2,500 กิโลกรัม/วัน หรือเท่ากับ 2.5 ตัน/วัน หรือ 75 ตัน/เดือน โดยมีราคาขาย 500 บาท/ตัน

ดังนั้น รายได้จากการขายปุ๋ยอินทรีย์ = 75*500*12 = 450,000 บาท/ปี

หมายเหตุ :

- ให้อัตราการประหยัดการใช้ไฟฟ้า และก๊าซหุงต้ม เพิ่มขึ้น 3 % ในปีที่ 3 ,ปีที่ 6 และปีที่ 11

จากการวิเคราะห์ทางการเงิน เพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เพื่อนำมาใช้ในการทดแทน การใช้ไฟฟ้า และก๊าซหุงต้ม ซึ่งจากการคำนวณ พบว่า ณ อัตราคิดลด (ต้นทุนของเงินทุน) ที่ 8.45% ได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 2,324,303 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับ 16% และมีระยะคืนทุน(PB) เท่ากับ 5.3 ปี

จากการคำนวณค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่ามากกว่าศูนย์ แสดงว่าโครงการระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ให้ผลตอบแทนมากกว่าค่าลงทุน และโครงการให้อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ที่มากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินเงินกู้ (ต้นทุนของเงินทุน) ซึ่งแสดงว่า การลงทุนของโครงการให้อัตราผลตอบแทนที่คุ้มค่า

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ความเป็นไปได้โครงการลงทุนผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์โครงการทางด้านการเงินของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Cover Lagoon เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้มภายในฟาร์มเลี้ยงสุกร โดยเลือกฟาร์มเลี้ยงสุกรในอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี มีจำนวนสุกรประมาณ 20,000 ตัว ซึ่งใช้เนื้อที่ประมาณ 10 ไร่ โดยมีการสร้างบ่อเก็บก๊าซชีวภาพขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 บ่อ และมีค่าใช้จ่ายบ่อละ 2,600,000 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 5,200,000 บาท ซึ่งเป็นเงินลงทุนเริ่มต้นของโครงการ และมีอายุของโครงการ 15 ปี จากการศึกษาพบว่าการผลิตก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสุกรนี้สามารถนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 1,200 กิโลวัตต์ชั่วโมง/วัน ทำให้สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้มากถึง 898,560 บาทต่อปี และยังสามารถนำก๊าซที่กักเก็บได้ไปใช้เป็นก๊าซหุงต้ม จึงทำให้ประหยัดค่าก๊าซหุงต้มได้อีก 794,8820 บาทต่อปี และกากที่ตกตะกอนยังสามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ขายเป็นเงินได้ 450,000 บาทต่อปี เมื่อคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ที่อัตราคิดลด 8.45% มีค่าเท่ากับ 2,324,303 บาท และได้อัตราผลตอบแทนตลอดอายุโครงการคือประมาณ 16% ซึ่งมากกว่าต้นทุนของเงินทุนของโครงการและสูงกว่าอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังที่ตั้งไว้ที่ 15% และสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 5 ปี 3 เดือน

สรุปได้ว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิภาภัทร์ น้อยเทียม (2550) ที่กล่าวไว้ว่า ผลตอบแทนของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังก็มีความเป็นไปได้และคุ้มค่าต่อการลงทุนเช่นกัน เพราะผลการศึกษาผลตอบแทนพบว่ามีค่า NPV เป็นบวกและมีค่า IRR เท่ากับ 33.07% ซึ่งมากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ แสดงว่าโครงการนี้ให้ผลตอบแทนมากกว่าค่าลงทุน ดังนั้นสำหรับงานวิจัยฉบับนี้จึงสรุปได้ว่าสมควรแก่การลงทุน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

1. โครงการให้อัตราผลตอบแทนที่มากกว่าต้นทุนเงินทุนของโครงการ และอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังที่ตั้งไว้ที่ 15% เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งทำให้โครงการมีความอ่อนไหวและความเสี่ยงค่อนข้างสูง โดยถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ เช่น อัตราคิดลดหรือต้นทุนเงินทุนของโครงการเพิ่มมากขึ้น อาจทำให้โครงการมีผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

2. จำนวนเงินลงทุนเริ่มต้นของโครงการที่มีการลงทุนที่ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะต้นทุนของการสร้างบ่อที่สูงถึง 5.2 ล้านบาท เมื่อเทียบกับผลตอบแทนที่จะได้จากการประหยัดค่าไฟฟ้าและก๊าซหุงต้มที่ไม่ได้สูงมากนัก ซึ่งอาจทำให้โครงการขาดความน่าสนใจ

3. ผลตอบแทนที่ได้รับจากการประหยัดค่าไฟฟ้าและก๊าซหุงต้มนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ ดังนั้นประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจึงมีความสำคัญต่อผลตอบแทนที่จะได้รับจากโครงการ ซึ่งถ้าระบบผลิตก๊าซเกิดมีปัญหาไม่สามารถผลิตก๊าซได้ตามที่ต้องการจะทำให้ความเป็นไปได้ของโครงการต่ำและไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

ซึ่งสามารถเปรียบเทียบผลงานวิจัยฉบับนี้กับงานวิจัยอื่นๆ ได้ดังนี้

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลงานวิจัยอื่นๆ

ผลงานวิจัยของ	ชื่องานวิจัย	NPV	IRR	PB
อรทัย วรรคาวิสันต์	การวิเคราะห์ความเป็นไปได้โครงการการลงทุนผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์	2,324,303	16%	5.3 ปี
นิภาภัทร์ น้อยเทียม	การวิเคราะห์โครงการทางด้านการเงินถึงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ	111,199,825	33.07%	-
สราวุธ ศรศักดา	การวิเคราะห์โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียเพื่อทดแทนน้ำมันเตาในหม้อไอน้ำ	122,354,580	35.31%	3.1 ปี

จะเห็นได้ว่าทั้งสามโครงการนี้มีแนวโน้มความเป็นไปได้ของโครงการที่สมควรแก่การลงทุน เนื่องจากต่างก็ให้ผลตอบแทนมากกว่าต้นทุนเงินทุนของโครงการ และมีระยะคืนทุนที่สั้นกว่าอายุของโครงการ

5.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้

1. เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นโครงการที่เกี่ยวกับพลังงานสะอาดและใช้เงินลงทุนค่อนข้างมาก แต่ทางรัฐบาลได้มีนโยบายในการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้ที่ต้องการลงทุนสามารถขอรับการสนับสนุนแหล่งเงินทุนจากสำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ได้ อันจะมีส่วนช่วยให้ลดการจัดหาเงินลงทุนของผู้ประกอบการที่จะนำมาลงทุนในโครงการไม่สูงมากนัก

2. ในเรื่องของกระบวนและประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพนั้นมีผลต่อปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ ซึ่งในการดูแลดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพจะต้องใช้ความรู้ความชำนาญอย่างดี ดังนั้นจึงควรมีการฝึกอบรมให้กับผู้ที่ต้องทำหน้าในการดูแลระบบ เพื่อพัฒนาระบบการผลิตก๊าซชีวภาพให้มีประสิทธิภาพแบบยั่งยืนต่อไป

5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

สำหรับผู้ที่ต้องการทำการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการวิเคราะห์การลงทุนผลิตก๊าซชีวภาพนั้น ผู้ศึกษาขอเสนอแนะให้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติมดังนี้

1. เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เท่านั้น แต่ยังมีการผลิตก๊าซชีวภาพจากแหล่งอื่นได้อีก เช่น จากโรงงานมันสำปะหลัง จากโรงงานน้ำตาลที่มีกากอ้อย จากโรงไม้ที่มีขี้เลื่อย จากโรงงานผลิตอาหารกระป๋องที่มีเศษอาหารเป็นวัสดุเหลือใช้ โดยนำมาเปรียบเทียบปริมาณก๊าซที่ได้ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

2. ควรศึกษาเปรียบเทียบการลงทุนการก่อสร้างรูปแบบของบ่อเก็บก๊าซชีวภาพในหลายๆ รูปแบบว่ามีต้นทุนและผลตอบแทนไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่อย่างไร

3. ศึกษาการเข้าโครงการกลไกที่ใสสะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) เพื่อขายคาร์บอนเครดิตให้กับภาครัฐและภาคเอกชน โดยนำปริมาณก๊าซที่ได้จากการผลิตมาแปลงเป็น

ค่าเทียบเท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อจะได้ทราบปริมาณการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศและนำไปขายให้กับผู้ที่ต้องการซื้อ ซึ่งถือเป็นรายได้อีกทางหนึ่งให้กับผู้ประกอบการ

บรรณานุกรม

บทความ

กำชัย ตันติกาพงศ์. (2548). วิธีการในการทำบ่อหมักแก๊สชีวภาพ. วารสารเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 47 (3), 16-19.

พิบูลย์ เจียมอนุกุลกิจ. (2548). การจัดการฟาร์มสุกรที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม. วารสารเศรษฐกิจ, 51 (579), 2-5.

วรรณา ภาณุวัฒน์สุข. (2547). การสร้างระบบเก็บก๊าซชีวภาพสำหรับชุมชน. วารสารวิจัย, 8, 1-23.

สมพงษ์ ใจมา. (2548). แนวทางการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทน. วารสารเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 1 (2), 3.

สุธรรม ปทุมสวัสดิ์. (2545). การผลิตก๊าซชีวภาพ. วารสารพัฒนาเทคนิคการศึกษา, 15 (44), 33-36.

วิทยานิพนธ์/สารนิพนธ์

เกรียงศักดิ์ คูสุวรรณ์. (2545). ผลตอบแทนด้านการเงินและด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก กรณีระบบผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าร่วมกันโดยธรรมชาติ และแบบใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงร่วม. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

นิภาภัทร์ น้อยเทียม. (2550). การวิเคราะห์ผลตอบแทนโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง. สารนิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ปรีชา ศิริชาญ. (2544). การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตก๊าซชีวภาพ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รณกร อำพันธ์ศรี. (2550). การประเมินประสิทธิภาพพลังงานของกระบวนการผลิตน้ำมันสบู่ดำสำหรับใช้ในท้องถิ่น. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิจารณ์ อินทรกำแหง. (2543). การประเมินอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอยชุมชน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สราวุธ ศรศักดา. (2546). การวิเคราะห์โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียเพื่อทดแทนน้ำมันเตาในหม้อไอน้ำ. การศึกษาอิสระเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาคม หมู่เก็ม. (2547). โครงการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

กรมปศุสัตว์. (2552). ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทยปี 2552. สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2552 จาก http://www.dld.go.th/ict/th/index.php?option=com_content&view=article&id=89:-2552&catid=74:2009-11-01-07-43-07&Itemid=60

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2552). พลังงานก๊าซชีวภาพ. สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2552 จาก http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=174

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2552). ก๊าซชีวภาพ. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2552 จาก http://www.doae.go.th/soil_fert/group/BioGas1.html

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2551). กระบวนการบำบัดน้ำเสีย. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2552 จาก http://www.efe.or.th/home.php?ds=content&mid=cMS7s93gtBdrFxPI&docmenu=db6kCTs0xBv3mVFc

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2551). ฟาร์มเลี้ยงสุกร. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2552 จาก http://www.efe.or.th/home.php?ds=preview&back=search_result&mid=&doc=aN8muxHJhDfnFLrM

ศูนย์ประสานงาน โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.). (2551). บ่อหมักแบบ Cover Lagoon. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2552 จาก http://www.thaibiogas.net/th/node/206

ศูนย์ประสานงาน โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.). (2551). บ่อหมักแบบ UASB. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2552 จาก http://www.thaibiogas.net/th/node/210

สถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2549). ฐานข้อมูลเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ (Biogas Technology Database) และคู่มือการจัดการฟาร์มสุกร. สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2552 จาก http://teenet.chiangmai.ac.th/btc/

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. (2552). การส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2552 จาก http://www.nepo.go.th/vrs/VRS47-07-BioGas.html

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2552). กลไกการพัฒนาที่สะอาด. สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2552 จาก http://www.tgo.or.th/index.php?

เอกสารอื่นๆ

เจนศักดิ์ เอกบูรณะวัฒน์และวัฒนา กสิกุล. (2548). การวิเคราะห์ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรเป็นเชื้อเพลิง, เอกสารการประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, 1-6.

ชุมนัดภ์ มณีศิริและณัฐกรณ์ โตวิเวก. (2552). เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพในประเทศไทย. เอกสารส่งเสริมงานวิจัยของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 16-20.

ปฏิกรณ์ แสนสิ่ง. (2548). "BIOGAS Energy from Biological Conversion of Organic Waste". เอกสารสัมมนาเชิงวิชาการของสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 25-32.

สำนักวิจัยค้นคว้าพลังงาน. (2547). ก๊าซชีวภาพ . เอกสารสัมมนาเชิงวิชาการของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, 6-18.

BANGKOK UNIVERSITY
FOUNDED 1962

ภาคผนวก

เงินลงทุนเริ่มต้น

ลำดับ	เงินลงทุนสินทรัพย์ถาวร	จำนวนเงิน(บาท)
1	ค่าสร้างบ่อเก็บก๊าซชีวภาพปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เมตร/บ่อ จำนวน 2 บ่อๆ ละ 2,600,000 บาท (ค่าก่อสร้าง+ค่าแรง+ค่าวัสดุอุปกรณ์)	5,200,000
2	ค่าใช้จ่ายในการปูผืนพลาสติกชนิด High Density Polyethylene (HDPE) เพื่อคลุมบ่อในการกักเก็บก๊าซ 2 ผืนๆ ละ 50,000 บาท	100,000
3	ค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบส่งน้ำเสียล้างพื้นคอกโรงเรือนเพื่อส่งไปยังบ่อรวมมูล	50,000
4	ค่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ควบคุมจำนวน 2 ชุดๆ ละ 320,000 บาท	640,000
5	ค่าระบบและอุปกรณ์ในการส่งก๊าซ	30,000
6	ค่าติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และระบบควบคุมไฟฟ้า	30,000
	รวมเงินลงทุนสินทรัพย์ถาวร	**6,050,000**
7	ค่าใช้จ่ายก่อนการดำเนินงาน(ค่าTest Run ระบบ)	20,000
รวมเงินลงทุนเริ่มต้นทั้งหมด		**6,070,000**

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ของการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อหมัก

รายการ	ต่อเดือน	หน่วย	จำนวนเงินรวม/ปี
ค่าซ่อมบำรุงวัสดุอุปกรณ์ของบ่อหมัก	8,000	บาท/เดือน	96,000
ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	7,000	บาท/เดือน	84,000
ค่าแรงงานดูแลระบบ 6 คน	6,000	บาท/คน/เดือน	432,000
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	3,000	บาท/เดือน	36,000
รวมค่าใช้จ่าย			**648,000**

ผลตอบแทนจากการผลิตก๊าซชีวภาพ

รายการ	ปริมาณการใช้ทดแทน	ราคา/หน่วย	จำนวนเงิน (บาท/เดือน)	จำนวนเงิน (บาท/ปี)
รายได้จากการประหยัดค่าไฟฟ้า	960	2.60	74,880	898,560
รายได้จาการประหยัดค่าแก๊สหุงต้ม	110	20.00	66,240	794,880
รายได้จากการขายปุ๋ยอินทรีย์	2.50	500	37,500	450,000

รายได้จากการทำบ่อหมักผลิตก๊าซชีวภาพ

รายได้	จำนวนเงิน(บาท/ปี)
รายได้จากการประหยัดค่าไฟฟ้า	898,560
รายได้จาการประหยัดค่าแก๊สหุงต้ม	794,880
รายได้จากการขายปุ๋ยอินทรีย์	450,000
รวมรายได้	**2,143,440**

ประมาณการค่าเสื่อมราคา

รายการ	ราคาทุน	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
โครงสร้างบ่อบำบัดก๊าซชีวภาพ	8,400,000	1,680,000	336,000	67,200	13,440	2,688	538	108	22	4	1	0	0	0	0	0
เครื่องจักรกล	700,000	140,000	28,000	5,600	1,120	224	45	9	2	0	0	0	0	0	0	0
รวมค่าเสื่อมราคา		**1,820,000**	**364,000**	**72,800**	**14,560**	**2,912**	**582**	**116**	**23**	**5**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

ประมาณการผลตอบแทนของโครงการ

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
รายได้จากประหยัดค่าไฟฟ้า	898,560	898,560	925,517	925,517	925,517	953,282	953,282	953,282	953,282	953,282	981,881	981,881	981,881	981,881	981,881
รายได้จากการประหยัดค่า แก๊สหุงต้ม	794,880	794,880	818,726	818,726	818,726	843,288	843,288	843,288	843,288	843,288	868,587	868,587	868,587	868,587	868,587
รายได้จากขายปุ๋ยอินทรีย์	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000	450,000
รวมรายได้ทั้งสิ้น	**2,143,440**	**2,143,440**	**2,194,243**	**2,194,243**	**2,194,243**	**2,246,570**	**2,246,570**	**2,246,570**	**2,246,570**	**2,246,570**	**2,300,468**	**2,300,468**	**2,300,468**	**2,300,468**	**2,300,468**

ประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของโครงการ

รายการ	ปีที่1	ปีที่2	ปีที่3	ปีที่4	ปีที่5	ปีที่6	ปีที่7	ปีที่8	ปีที่9	ปีที่10	ปีที่11	ปีที่12	ปีที่13	ปีที่14	ปีที่15
ค่าซ่อมบำรุงวัสดุอุปกรณ์ของบ่อหมัก	96,000	98,880	101,846	104,902	108,049	111,290	114,629	118,068	121,610	125,258	129,016	132,886	136,873	140,979	145,209
ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	84,000	86,520	89,116	91,789	94,543	97,379	100,300	103,309	106,409	109,601	112,889	116,276	119,764	123,357	127,058
ค่าแรงงานดูแลระบบ	432,000	453,600	476,280	500,094	525,099	551,354	578,921	607,867	638,261	670,174	703,682	738,867	775,810	814,600	855,330
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	36,000	37,800	39,690	41,675	43,758	45,946	48,243	50,656	53,188	55,848	58,640	61,572	64,651	67,883	71,278
รวม	**648,000**	**676,800**	**706,932**	**738,459**	**771,449**	**805,969**	**842,094**	**879,900**	**919,468**	**960,881**	**1,004,228**	**1,049,601**	**1,097,098**	**1,146,820**	**1,198,874**

ประมาณการงบกำไร(ขาดทุน)

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
กระแสเงินสดรับ																
รายได้		2,143,440	2,143,440	2,194,243	2,194,243	2,194,243	2,246,570	2,246,570	2,246,570	2,246,570	2,246,570	2,300,468	2,300,468	2,300,468	2,300,468	2,300,468
รวม กระแสเงินสดรับ		**2,143,440**	**2,143,440**	**2,194,243**	**2,194,243**	**2,194,243**	**2,246,570**	**2,246,570**	**2,246,570**	**2,246,570**	**2,246,570**	**2,300,468**	**2,300,468**	**2,300,468**	**2,300,468**	**2,300,468**
กระแสเงินสดจ่าย																
เงินลงทุน	-6,050,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ค่าใช้จ่ายก่อนดำเนินการ	-20,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หักค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน																
ค่าซ่อมบำรุงวัสดุอุปกรณ์ของบ่อหมัก		96,000	98,880	101,846	104,902	108,049	111,290	114,629	118,068	121,610	125,258	129,016	132,886	136,873	140,979	145,209
ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องยนต์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า		84,000	86,520	89,116	91,789	94,543	97,379	100,300	103,309	106,409	109,601	112,889	116,276	119,764	123,357	127,058
ค่าแรงงานดูแลระบบ		432,000	453,600	476,280	500,094	525,099	551,354	578,921	607,867	638,261	670,174	703,682	738,867	775,810	814,600	855,330
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด		36,000	37,800	39,690	41,675	43,758	45,946	48,243	50,656	53,188	55,848	58,640	61,572	64,651	67,883	71,278
หักค่าเสื่อมราคา		1,820,000	364,000	72,800	14,560	2,912	582	116	23	5	1	0	0	0	0	0
กำไรก่อนหักภาษี		**-324,560**	**1,102,640**	**1,414,511**	**1,441,224**	**1,419,883**	**1,440,019**	**1,404,360**	**1,366,647**	**1,327,098**	**1,285,689**	**1,296,240**	**1,250,867**	**1,203,370**	**1,153,648**	**1,101,593**
ภาษี(30%)		0	330,792	424,353	432,367	425,965	432,006	421,308	409,994	398,129	385,707	388,872	375,260	361,011	346,094	330,478
กำไรจากการดำเนินการหลังหักภาษี		**-324,560**	**771,848**	**990,158**	**1,008,857**	**993,918**	**1,008,013**	**983,052**	**956,653**	**928,969**	**899,982**	**907,368**	**875,607**	**842,359**	**807,553**	**771,115**
บวกค่าเสื่อมราคา		1,820,000	364,000	72,800	14,560	2,912	582	116	23	5	1	0	0	0	0	0
กระแสเงินสดสุทธิ	**-6,070,000**	**1,495,440**	**1,135,848**	**1,062,958**	**1,023,417**	**996,830**	**1,008,596**	**983,168**	**956,676**	**928,973**	**899,983**	**907,368**	**875,607**	**842,359**	**807,553**	**771,115**

NPV 2,324,303.41 บาท

IRR 16 %

PB 5.3 ปี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – ชื่อสกุล	นางสาวอรทัย วรรคาวิสันต์
วัน เดือน ปี เกิด	17 เมษายน พ.ศ. 2522
วุฒิการศึกษา	สำเร็จปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวคอมพิวเตอร์ จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปีการศึกษา 2545
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท ซูมิโทรนิคส์ (ไทยแลนด์) จำกัด
ตำแหน่ง	Sales Project Management
E-mail Address	w_orathai@hotmail.com

BANGKOK UNIVERSITY FOUNDED 1962