บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีในการผลิตไฟฟ้า

ไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งเกิดจากแหล่งพลังงานที่ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน แหล่งพลังงานพลังงานธรรมชาติ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังความร้อนใต้พิภพ ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจะนำพลังงานจากแหล่งต่างๆ มาเป็นวัตถุดิบใส่เข้าไปในโรงงานผลิต ซึ่งเป็นตัวกลางทำหน้าที่เปลี่ยนรูปพลังงานวัตถุดิบให้เป็นพลังงานไฟฟ้าคือ โรงงานผลิตกำลังไฟฟ้าหรือโรงไฟฟ้า แหล่งพลังงานที่นำมาผลิตไฟฟ้าสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ (1) พลังงานฟอสซิล เช่น ถ่านหิน/ลิกไนต์ ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดิบ และน้ำมันสำเร็จรูป เป็นต้น (2) พลังงานหมุนเวียน เช่น แสงอาทิตย์ ลม น้ำ พลังงานชีวมวล แก๊สชีวภาพ ขยะ พลังความร้อนใต้พิภพ และคลื่น เป็นต้น (ดวงใจ จีนานุรักษ์, 2557 : หน้า 1) พลังงานไฟฟ้ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาพื้นฐานทางเศรษฐกิจ เพื่อช่วยสนับสนุนให้มีการพัฒนาในสาขาเศรษฐกิจในด้านอื่นๆ ในด้านอุตสาหกรรม ธุรกิจการเกษตร การสื่อสาร และบริการต่างๆ ให้สามารถขยายตัวไปอย่างรวดเร็ว ถ้าหากประเทศไทยมีความมั่นคงด้านแหล่งพลังงาน ราคาไฟฟ้าที่เหมาะสม มีคุณภาพและมาตรฐานที่สูง เหล่านี้จะเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างความมั่นใจให้นักลงทุนเข้ามาลงทุนหรือขยายงานต่อไป การใช้พลังงานไฟฟ้าจึงถือเป็นเป็นตัวชี้วัดทางอ้อมด้านเศรษฐกิจ ยิ่งตัวเลขผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศมากขึ้น ก็ยิ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น การมีพลังงานที่เพียงพอและมีราคาที่สามารถซื้อหาได้มีส่วนสำคัญในการช่วยลดปัญหาความยากจน พัฒนาสวัสดิการทางสังคมให้แก่ประชาชน และช่วยยกระดับมาตรฐานการครองชีพ จะเห็นได้จากความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พลังงานไฟฟ้าและผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (ดวงใจ จีนานุรักษ์, 2557 : หน้า 1)

การที่ประเทศไทยมีความต้องการแก๊สธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ และมีความต้องการอย่างต่อเนื่องให้ทำให้ปริมาณแก๊สธรรมชาติที่สามารถจัดหาได้จากแหล่งในประเทศ จากสภาวะดังกล่าวข้างต้นทำให้ประเทศไทยมีความเสี่ยงด้านพลังงานจากการพึ่งพาแหล่งเชื้อเพลิงสำรองอยู่ในระดับต่ำลงจากความต้องการใช้ไฟฟ้าต่อปีที่เพิ่มสูงขึ้น ในระยะยาวแล้วประเทศไทยต้องสร้างเสริมความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ โดยต้องมีกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 ของความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ด้วยการพัฒนาพลังงานทดแทนและโรงไฟฟ้าชีวมวลก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่สำคัญ ดังนั้นแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2573 (Thailand Power Development Plan 2010-2030; PDP 2010) เพื่อเป็นแผนจัดหาไฟฟ้าในระยะยาวให้เพียงพอต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม และภาครัฐได้มีการปรับปรุงแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย PDP 2010 เป็นฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 โดยได้พิจารณานโยบายด้านพลังงาน ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้ามีประเด็นสำคัญดังนี้ (ดวงใจ จีนานุรักษ์, 2557 : หน้า 4)

(1) แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี คือ นโยบายจะลดระดับการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมลงร้อยละ 25 ภายใน 20 ปี (พ.ศ.2554 - พ.ศ.2573) มีผลให้ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศลดลง เนื่องจากมีการสนับสนุนการประหยัดพลังงานและการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

(2) แผนพัฒนาพลังงานทดแทน และพลังงานทางเลือก ร้อยละ 25 ใน 10 ปี (พ.ศ.2555-2564) (Alternative Energy Development Plan: AEDP 2012-2021) คือนโยบายจะใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก เพื่อไปทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 25 ภายใน 10 ปี จะทำให้จำนวนโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลบางส่วน เช่น ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ ฯลฯ ถูกทดแทนด้วย โรงไฟฟ้าประเภทพลังงานหมุนเวียนจากแผนพลังงานทดแทน และพลังงานทางเลือก 10 ปี ของกระทรวงพลังงานจะมีโครงการไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนใหม่ในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564 สรุปตามประเภทของเชื้อเพลิง ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โครงการโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนใหม่ตามแผน 10 ปี (พ.ศ. 2555-2564)

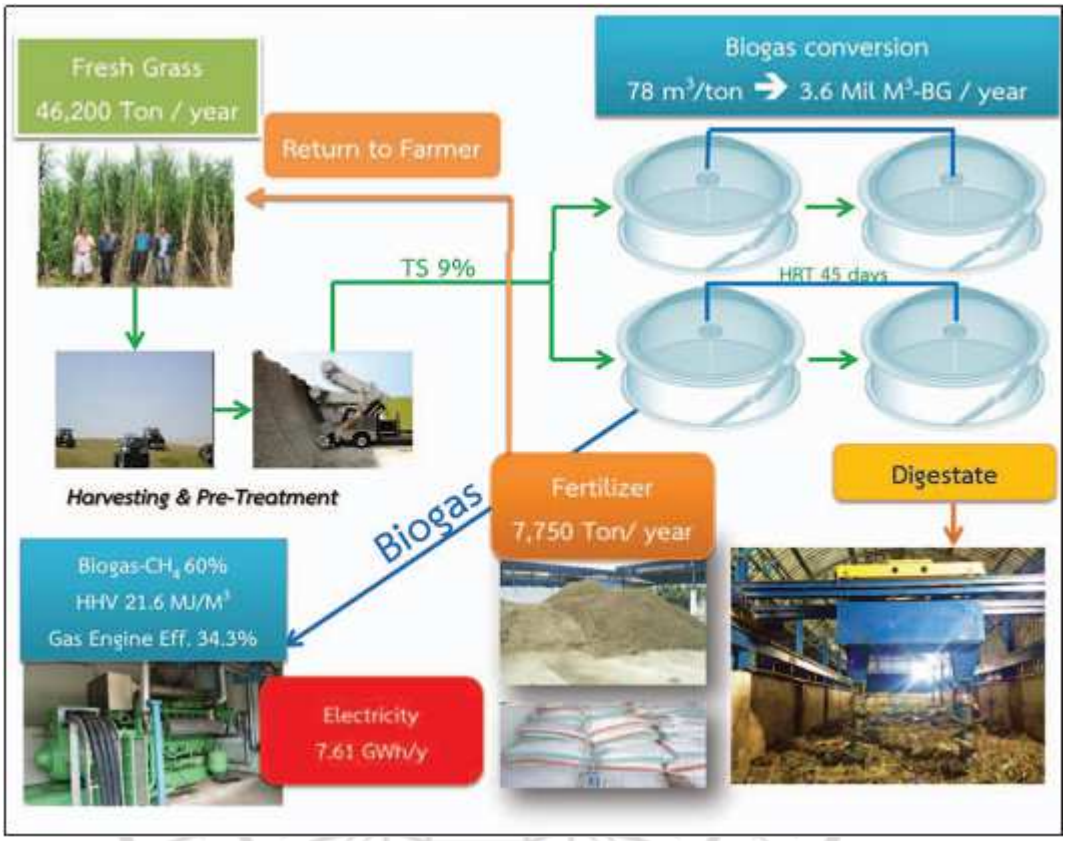
พลังงานหมุนเวียนใหม่ตามประเภทของเชื้อเพลง	กำลังการผลิต (เมกะวัตต์)
พลังงานแสงอาทิตย์	1,806.40
พลังลม	1,774.30
พลังน้ำ (ในประเทศและรับซื้อจากต่างประเทศ)	3,061.40
ชีวมวล	2,378.70
แก๊สชีวภาพ	22.1
ขยะ	334.5

(ดวงใจ จีนานุรักษ์, 2557 : หน้า 5)

พลังงานหมุนเวียนหมายถึงพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติ เมื่อใช้ไปแล้วสามารถผลิตทดแทนได้ใหม่ในระยะเวลาอันสั้น เช่น พลังงานคลื่นทะเล พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์พลังงานลม พลังงานจากแก๊สชีวภาพ พลังงานชีวมวล และเซลล์เชื้อเพลิง เป็นต้น เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีอุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรมากมาย เช่น ข้าว อ้อย ยางพารา ปาล์ม มันสำปะหลัง และสับปะรด เป็นต้น ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมเหล่านี้เป็นอินทรีย์สารที่เรียกว่าชีวมวล ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าได้ ปัจจุบันพลังงานชีวมวลที่ใช้กันอยู่นั้นมาจากเทคโนโลยีการผลิตที่หลากหลาย เช่น การเผาไหม้ในอากาศปกติเพื่อให้ได้พลังงานความร้อน หรือเผาไหม้ในอุปกรณ์ที่จำกัดอากาศเพื่อให้ได้แก๊สเชื้อเพลิง การหมักด้วยแบคทีเรียเพื่อให้ได้แก๊สชีวภาพและการผ่านกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้เชื้อเพลิงเหลว (ดวงใจ จีนานุรักษ์, 2557 : หน้า 6)

กระทรวงพลังงานมีการวางแผนและดำเนินการการผลิตไฟฟ้าให้สอดคล้องกับความต้องการใช้ไฟฟ้าเพื่อรองรับการขยายตัวของประชากร และการขยายตัวของเศรษฐกิจ โดยได้ส่งเสริมให้นำพลังงานหมุนเวียนมาผลิตไฟฟ้าเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานให้กับประเทศ โดยมีพลังงานจากชีวมวลเป็นทางเลือกหนึ่งที่สำคัญ (ดวงใจ จีนานุรักษ์ และ พิษณุวัฒน์ ทวีวัฒน์, 2557 :

หน้า 45) ภาพรวมของระบบผลิตไฟฟ้าแก๊สชีวภาพจากพืชพลังงาน แสดงดังภาพที่ 2.1 โดยมีข้อมูลวัตถุดิบที่เข้าและออกจากระบบแก๊สชีวภาพ



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างภาพรวมของระบบผลิตแก๊สชีวภาพจากพืชพลังงาน
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552 : หน้า 20)

ภาพรวมของระบบผลิตไฟฟ้าแก๊สชีวภาพจากพืชพลังงานมีรายละเอียดของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. เทคโนโลยีในการผลิตแก๊สชีวภาพ

ระบบผลิตแก๊สชีวภาพตั้งอยู่ในพื้นที่ของโรงงาน โดยจะใช้เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพแบบถังกวนต่อเนื่อง (Continuous Stirred Tank Reactor, CSTR) ถังปฏิกิริยาแบบถังกวนสมบูรณ์เป็นระบบบำบัดแบบจุลินทรีย์แขวนลอยอย่างง่าย ประกอบด้วย ถังกวนผสม ซึ่งอาจจะเป็นถังกลม ถังสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าลักษณะใดก็ได้ โดยรูปทรงของถังกวนจะสัมพันธ์ต่อการกวนผสม โดยมักสมมติว่าของเหลวที่อยู่ในถังได้รับการกวนผสมอย่างสมบูรณ์เป็นเนื้อเดียวกันทั่วทั้งถัง ถังปฏิกิริยาแบบกวนสมบูรณ์เป็นระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบไร้ออกซิเจนที่เก่าแก่ที่สุดประเภทหนึ่งเหมาะกับของเหลวที่มีความเข้มข้นสูงมีสารแขวนลอยสูง หรือแม้กระทั่งมีสารพิษปนอยู่ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อสารพิษเข้าสู่ระบบที่มีการกวนส่งผลให้สารพิษเจือจางลง โดยน้ำเสียจะถูกป้อนเข้าถังปฏิกิริยาเพื่อ

กวนผสมจนได้น้ำออกที่มีเนื้อเดียวกันกับของเหลวที่อยู่ในถัง โดยแก๊สที่ได้จากการทำปฏิกิริยาจะถูกนำออกจากถังปฏิกิริยาทางท่อนำแก๊สที่ติดตั้งอยู่บนฝาถังติดตั้งใบกวนแบบ (Paddle) แบบสกรู (Screw) หรือใช้การหมุนวนน้ำหรือแก๊สชีวภาพ (Gas Diffuser) ในการกวนผสม เพื่อให้จุลินทรีย์และสารอาหารในถังปฏิกิริยามีการสัมผัสกันมากขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์ดีขึ้น (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552 : หน้า 21)

2. เทคโนโลยีในการผลิตกระแสไฟฟ้า

การผลิตกระแสไฟฟ้านั้นจะใช้แก๊สชีวภาพที่ผลิตได้จ่ายเข้าเครื่องยนต์ซึ่งเพลาต่อรวมอยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ได้รับความนิยมใช้กันมากคือแบบ Syschronous และ Induction Generator (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552 : หน้า 22) การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพสามารถกระทำได้ด้วยวิธีหลัก ๆ 3 วิธี ดังนี้

(ก) การผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยระบบกังหันไอน้ำ

วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไป โดยระบบกังหันไอน้ำแต่ละระบบจะต่างกันตรงชนิดเชื้อเพลิงที่นำมาเผาให้ความร้อนแก่หม้อน้ำเท่านั้น ระบบนี้เป็นการนำแก๊สชีวภาพมาเผาเพื่อต้มน้ำในหม้อน้ำโดยตรงให้กลายเป็นไอน้ำ จากนั้นใช้ไอน้ำไปหมุนกังหันไอน้ำที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง อุปกรณ์หลักประกอบด้วย เตาเผาก๊าซชีวภาพ หม้อน้ำ (Boiler) ระบบจ่ายน้ำและบำบัดน้ำ เครื่องควบแน่น (Condenser) หอหล่อเย็น (Cooling tower) กังหันไอน้ำ (Turbine) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญที่ซับซ้อนหลายชนิด จุดเด่นของระบบคือคุณภาพและความดันของแก๊สชีวภาพที่ใช้ไม่จำเป็นต้องสูงมากนัก สิ่งที่ต้องระวังก็คืออย่าให้การเผาแก๊สก่อความเสียหายแก่เตาเผา การจัดการกับก๊าซในระบบนี้ ทำได้ง่าย จุดด้อยของระบบคือระบบนี้มีความซับซ้อนมาก ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง การติดตั้งต้องใช้เวลานานและใช้พื้นที่มาก การเคลื่อนย้ายระบบทำได้ลำบาก ปริมาณน้ำที่ใช้สูง ใช้แรงงานในการจัดการมากและประสิทธิภาพของระบบต่ำ อยู่ที่ประมาณ 15 %

(ข) การผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยระบบกังหันแก๊สเดินคู่กับระบบกังหันไอน้ำ

วิธีนี้น่าจะมีประสิทธิภาพดีที่สุด หลักการทำงานก็คือใช้ระบบกังหันแก๊สชนิดเดียวกับที่ใช้ในเครื่องบินไอพ่น โดยอัดอากาศผ่านเครื่องอัดความดันสูง แล้วนำอากาศความดันสูงที่ได้มาเผาร่วมกับแก๊สชีวภาพในห้องเผาไหม้ ซึ่งทำให้ แก๊สที่เผาไหม้แล้วเกิดการขยายตัวทันที กลายเป็นพลังงานไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เนื่องจากแก๊สเสียมีอุณหภูมิสูงถึง 450-550 องศา ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้ให้ความร้อนแก่หม้อน้ำ เพื่อไปหมุนกังหันไอน้ำที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อีกทอดหนึ่ง ระบบนี้ให้ประสิทธิภาพโดยรวมประมาณ 30% จุดเด่นของระบบคือ การทำงานของระบบมีความแน่นอนเชื่อถือได้ เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพของแก๊สชีวภาพ แม้จะมีกำมะถันและสิ่งอื่นเจือปนอยู่บ้างก็ไม่เป็นปัญหา เนื่องจากระบบกังหันแก๊สมีประสิทธิภาพสูง แต่ขนาดไม่ใหญ่ สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ดังนั้นจึงเหมาะกับโครงการแก๊สชีวภาพที่ไม่มีความแน่นอนในเรื่องวัตถุดิบที่นำมาทำเชื้อเพลิง จุดด้อยของระบบคือใช้พลังงานสูงในกระบวนการผลิตไฟฟ้า โดยเฉพาะระบบกังหันแก๊สซึ่งแม้จะมีประสิทธิภาพสูงแต่ก็ต้องการพลังงานสูงเช่นกันในการอัดแก๊สผสมจำนวนมาก ทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ได้ลดลงถึง 15-20% เมื่อรวมกับพลังงานไฟฟ้าจากระบบกังหันไอน้ำ ส่งผลให้

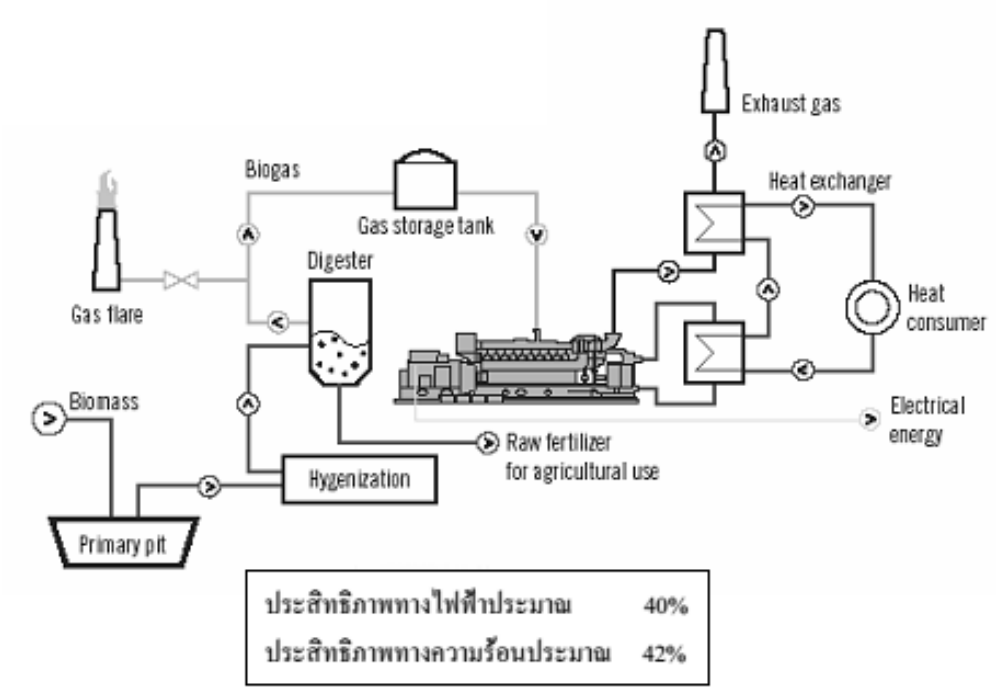
ประสิทธิภาพต่ำลง 10-15% นอกจากนี้ยังมีข้อเสียอื่น ๆ ของระบบกังหันไอน้ำเช่นเดียวกับวิธีที่ใช้ผลิตไฟฟ้าด้วยระบบกังหันไอน้ำ

(ค) การผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยระบบเครื่องยนต์แก๊สสันดาปภายใน

เครื่องยนต์สันดาปภายในเครื่องแรกที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง ผลิตขึ้นในปี ค.ศ.1876 ที่ประเทศเยอรมนี ต่อมาอีก 10 ปี เครื่องยนต์สันดาปภายใน 4 จังหวะที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงได้ถือกำเนิดขึ้นที่เยอรมันเช่นกัน สำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในที่ใช้แก๊สธรรมชาติและใช้แก๊สชีวภาพนั้น การทำงานของเครื่องยนต์จะมีลักษณะเหมือนกับการทำงานของเครื่องยนต์ในรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ซึ่งต้องมีการจุดระเบิดโดยใช้หัวเทียน แต่มีส่วนประกอบหรือชิ้นส่วนต่าง ๆ เหมือนกับเครื่องยนต์ดีเซลมากกว่า โดยแก๊สที่เผาไหม้ในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ก๊าซสันดาปภายในที่จุดศูนย์กลาง อาจมีอุณหภูมิสูงถึง 1,400 องศา ทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบนี้สูงกว่าระบบที่ใช้กังหันแก๊สเดินคู่กับระบบกังหันไอน้ำโดยมีค่าอยู่ที่ 32-40 % และค่าเฉลี่ยทั่วไปจะอยู่ที่ 35% จุดเด่นของระบบ คือ (1) คุณภาพของแก๊สไม่จำเป็นต้องสูงมากนักและไม่ต้องเพิ่มความดันให้กับแก๊สที่นำมาใช้ ถ้าปริมาณ H_2S ในก๊าซชีวภาพไม่เกิน 200 mg/cu.m. ก็สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง (2) ประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าสูงถึง 32-40 % หากนำความร้อนจากไอเสียมาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยทำน้ำร้อนและน้ำเย็นเพื่อใช้เป็นระบบปรับอากาศ อาจจะได้ประสิทธิภาพสูงถึง 80 % (3) การสูญเสียพลังงานในระบบการผลิตมีน้อย ปริมาณน้ำที่ใช้ไม่มาก พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตประมาณ 2-4% (4) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำ การติดตั้งใช้เวลาน้อย เครื่องยนต์แก๊สสันดาปภายในใช้เทคโนโลยีไม่สูง ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ 80% เหมือนกับเครื่องยนต์ดีเซล การซ่อมบำรุงรักษาทำได้ง่าย การรื้อถอนและขนย้ายทำได้สะดวก 5. สามารถสร้างได้ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึง 10 MW

3. การใช้เครื่องยนต์แก๊สชีวภาพเพื่อผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม

เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วมด้วยเครื่องยนต์แก๊สที่สามารถใช้แก๊สชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงได้โดยตรงนี้เป็นเทคโนโลยีของต่างประเทศ ซึ่งในปัจจุบันมีผู้ผลิตและนำเข้ามาจำหน่ายในประเทศโดยมีขนาดเครื่องยนต์ตั้งแต่ 100 ถึง 1,000 kW มีอายุการใช้งานประมาณ 80,000 ชั่วโมง ซึ่งการผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วมในเครื่องยนต์แก๊สจะประกอบไปด้วยระบบหลัก ๆ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียและผลิตแก๊สชีวภาพ ระบบเผาแก๊สส่วนเกิน และระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อน การการทำงานในขั้นต้นเริ่มจากการส่งน้ำเสียเข้าสู่ส่วนของระบบบำบัดน้ำเสีย (Digester) เพื่อผลิตแก๊สชีวภาพ หลังจากนั้นแก๊สชีวภาพ ที่ได้จะถูกส่งต่อไปเก็บยังถังเก็บแก๊ส (Gas storage tank) เพื่อใช้เป็นที่เก็บเชื้อเพลิงให้แก่เครื่องยนต์แก๊สในการผลิตไฟฟ้าและความร้อน ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิต ในท้ายที่สุดแก๊สชีวภาพที่เหลือใช้จะต้องถูกเผาทิ้งที่ระบบเผาแก๊สส่วนวนเกิน เนื่องจากการปลดปล่อยแก๊สชีวภาพสู่บรรยากาศจะส่งผลให้เกิดมลภาวะทางอากาศ เพราะส่วนประกอบในแก๊สชีวภาพเป็นมีเทนประมาณ 60-70 % และคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 30-40 % (ณัฐธิชา มะโน, 2548 : หน้า 19)



ภาพที่ 2.2 ระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วมด้วยเครื่องยนต์แก๊ส
(ณัฐธิชา มะโน, 2548 : หน้า 19)

2.2 พลังงานแก๊สชีวภาพ

การเกิดวิกฤติการณ์พลังงาน อันเนื่องมาจากราคาน้ำมันดิบเพิ่มสูงขึ้นตลอดเวลารวมทั้งมีปริมาณการผลิตที่ลดลง ทำให้ประเทศต้องเร่งพัฒนาหาแหล่งพลังงานอื่นๆ ทดแทนน้ำมัน แหล่งพลังงานที่ได้รับความสนใจที่สุดในขณะนี้ได้แก่พลังงานทดแทน ซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบเช่น แก๊สชีวภาพ, แสงอาทิตย์,ลม, คลื่น เป็นต้น แก๊สชีวภาพเป็นพลังงานทดแทนที่ได้รับความสนใจมากที่สุดในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะการผลิตแก๊สชีวภาพสามารถผลิตได้จากมูลสัตว์และสารอินทรีย์อื่น นอกจากจะได้ประโยชน์ในด้านพลังงานแล้วยังจะได้ในการเกษตรอีกด้วยโดยนิยมใช้สารอินทรีย์ที่ได้จากถังหมักเป็นปุ๋ย ความรู้ทางแก๊สชีวภาพเข้ามาเผยแพร่ในประเทศไทย ได้มีมานานแล้ว การส่งเสริมให้เกษตรกรสร้างบ่อแก๊สชีวภาพจะสามารถแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานทดแทนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งแล้วอีกทั้งยังจะสามารถได้แก๊สชีวภาพมาใช้เป็นแหล่งพลังงานในการหุงต้มและแสงสว่างในครัวเรือนซึ่งจะช่วยให้ประหยัดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นการช่วยชาติได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้บ่อแก๊สชีวภาพยังให้ปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงดินเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้อีกด้วย หรือนำมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยเคมีให้เป็นประโยชน์กับพืชได้มากขึ้น ทำให้ลดการขาดดุลทางการค้าในการสั่งปุ๋ยจากต่างประเทศได้อีกทางหนึ่ง

แก๊สชีวภาพ (Biogas) คือ แก๊สที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากการหมักย่อยสลายของสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน โดยทั่วไปจะหมายถึงแก๊สมีเทนที่เกิดจากการหมักของสารอินทรีย์ โดยกระบวนการนี้สามารถเกิดขึ้นได้ในหลุมขยะ กองมูลสัตว์และก้นบ่อแหล่งน้ำนิ่ง

กล่าวคือเมื่อไหร่ก็ตามที่มีสารอินทรีย์หมักกันเป็นเวลานานก็อาจเกิดแก๊สชีวภาพ แต่นี่เป็นเพียงแค่หลักการทางทฤษฎีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแก๊สมีเทน(CH_4) ประมาณ 50-70% และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 30-40% ส่วนที่เหลือเป็นแก๊สชนิดอื่น ๆ เช่น ไฮโดเจน(H_2) ออกซิเจน (O_2) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไนโตรเจน (N) และไอน้ำเป็นต้น (จุฑาภรณ์ ชนะถาวร, (2560 : หน้า 6; ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์ และโกวิท สุวรรณหงษ์, 2555 : หน้า 5; ศิริลักษ์ ช่วยพนัง และอุษา อันทอง, 2556 : หน้า 1) แก๊สชีวภาพหรือแก๊สหนองน้ำขึ้นอยู่กับแหล่งที่มันเกิด กระบวนการนี้เป็นที่นิยมในการเปลี่ยนของเสียประเภทอินทรีย์ทั้งหลายไปเป็นกระแสไฟฟ้า นอกจากกำจัดขยะได้แล้วยังทำลาย เชื้อโรค ได้ด้วย การใช้แก๊สชีวภาพเป็น การบริหารจัดการของเสีย ที่ควรได้รับการสนับสนุนเพราะไม่เป็นการเพิ่มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในชั้นบรรยากาศที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจกส่วนการเผาไหม้ แก๊สชีวภาพ ซึ่งมีแก๊สมีเทนเป็นส่วนประกอบหลักที่สะอาด

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบของแก๊สชีวภาพโดยทั่วไป

ชนิด	ปริมาณ %
มีเทน	50-70
คาร์บอนไดออกไซด์	30-50
แอมโมเนีย (NH_3)	0-300 ppm
ออกซิเจน (O_2)	<1
ไนโตรเจน (N_2)	1-4
ความชื้น (H_2O)	2-5

(จุฑาภรณ์ ชนะถาวร, 2560 : หน้า 6)

ตารางที่ 2.3 แสดงสัดส่วนของแก๊สชีวภาพจากวัตถุดิบต่างๆ

ชนิดของพืชและมูลสัตว์	ส่วนประกอบมีเทน
มูลวัว มูลควาย	65 %
มูลสัตว์ปีก (เป็ด, ไก่, ห่าน)	60 %
มูลสุกร	67 %
มูลจากฟาร์มทั่วไป	55 %
ฟาง	59 %
หญ้า	70 %
ใบไม้	58 %
ขยะจากครัว	50 %

(พลกฤษณ์ คุ้มกล่ำ, 2557 : หน้า 11)

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แก๊สชีวภาพเกิดจากกระบวนการการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ ทั้งจากพืช สัตว์หรือแม้แต่ของเสียจากสัตว์ รวมถึงขยะมูลฝอยที่เป็นขยะอินทรีย์ โดยกระบวนการย่อยสลายทั้งหมดเกิดขึ้นจากการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในสภาวะที่ไร้อากาศ แก๊สชีวภาพสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ ถ้ามี สภาพที่เหมาะสม หรือเกิดขึ้นในระบบผลิตแก๊ส กล่าวคือเมื่อไหร่ก็ตามที่มีสารอินทรีย์ทับถมกันเป็นเวลานานก็จะเกิดแก๊สชีวภาพ เมื่อองค์ประกอบต่างๆ ครบถ้วน เช่น มีแบคทีเรีย สารอินทรีย์ อาหารเสริม และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่เหมาะสมแต่ไม่มีออกซิเจน กระบวนการสร้างแก๊สชีวภาพ ก็สามารถเกิดได้ตามธรรมชาติโดยทันที ในธรรมชาตินั้น แก๊สชีวภาพจะเกิดในบ่อที่มีการหมัก ก้นแม่น้ำ ทะเลสาบ ลำไส้คนและวัว ไร่นาข้าวที่มีน้ำท่วมขัง ในเปลือกไม้ที่อับชื้น ใต้ท้องทะเลลึก เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเกิดในสภาวะที่กล่าวมาแล้วขั้นต้นนั้นเป็นกระบวนการที่เกิด ในธรรมชาติ ซึ่งอัตราการสร้างแก๊สชีวภาพจะเร็วหรือช้านั้นถูกกำหนดโดยธรรมชาติ (พลกฤษณ์ คุ้มกล่ำ, 2557 : หน้า 12)

ในการผลิตแก๊สชีวภาพเชิงอุตสาหกรรม วัตถุดิบที่ใช้ก็คือ สารอินทรีย์ (Organic Matter) ที่อยู่ในน้ำเสีย หรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมทางการเกษตร ชุมชน และฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เช่น น้ำเสียที่ออกจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ โรงงานผลไม้กระป๋อง โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิต แอลกอฮอล์ โรงฆ่าสัตว์ ขยะชุมชนเฉพาะส่วนที่เป็นขยะอินทรีย์ ฟาร์มสุกร เป็นต้น โดยน้ำเสียหรือของเสียดังกล่าวจะถูกป้อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียหรือของเสีย ซึ่งจะทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และได้แก๊สชีวภาพเป็นผลผลิตจากการบำบัด นอกจากนี้สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากก็จะเหลือกลายเป็นกากตะกอนอินทรีย์ซึ่งจะมีคุณสมบัติใกล้เคียงปุ๋ยอินทรีย์และสามารถนำมาใช้เป็นสารปรับปรุงดินได้ ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีปริมาณวัตถุดิบเป็นจำนวนมากมายไม่ว่าจะเป็น มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน น้ำตาล และฟาร์มเลี้ยงสัตว์โดยกระบวนการแปรรูปผลิตผลทางเกษตรเหล่านี้จะก่อให้เกิดน้ำเสียจำนวนมากและมีกลิ่นเหม็น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งและยังจะให้ผลผลิตที่เป็นแก๊สชีวภาพกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตได้อีก อย่างไรก็ตามศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติและปริมาณของน้ำเสีย (พลกฤษณ์ คุ้มกล่ำ, 2557 : หน้า 12-13)

2.2.1 ระบบผลิตแก๊สชีวภาพใช้ทั่วไปในปัจจุบัน

ระบบการย่อยสลายในสภาวะไร้อากาศ มีการป้อนสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบหมักหรือถังปฏิกิริยาในลักษณะที่แตกต่างกัน สามารถแบ่งตามลักษณะการป้อนสามารถแบ่งได้เป็น 3 วิธี ดังต่อไปนี้ (จุฑาภรณ์ ชนะถาวร, 2560 : หน้า 14-16)

1. การทำงานระบบแบบแบทช์หรือแบบกะ (Batch operation)

เป็นลักษณะการป้อนสารอินทรีย์ทั้งหมดเข้าสู่ระบบหมักหรือถังปฏิกิริยาในครั้งแรกเพียงครั้งเดียวให้เต็มระบบ ในขณะเริ่มต้นระบบจากนั้นจะถูกปิดเป็นระบบปิดและจะปล่อยให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยแบคทีเรียในระบบและจะไม่มีการป้อนสารอินทรีย์เพิ่มเข้าไปอีก สารอินทรีย์ถูกย่อยสลายจนหมดสังเกตได้จากไม่มีแก๊สเกิดขึ้น จึงถ่ายหรือสูบตะกอนทิ้งไป แล้วเติมสารอินทรีย์เข้าไปใหม่ ระบบนี้เหมาะสมกับวัตถุดิบที่ปริมาณมาก ๆ แต่นานๆ จึงจะมีสักครั้ง การ

หมักแบบนี้ประสิทธิภาพไม่ดีนัก และเสถียรภาพของระบบไม่คงที่ เนื่องจากปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอ

2. การทำงานระบบแบบกึ่งต่อเนื่อง (Semi-continuous operation)

เป็นลักษณะการป้อนสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบหมักหรือถังปฏิกิริยาในลักษณะเป็นช่วงๆ แต่สม่ำเสมอ โดยจะมีการป้อนเข้าของสารอินทรีย์และถ่ายวัสดุหมักที่ผ่านการกำจัดสารอินทรีย์แล้วออกจากระบบหมักหรือถังปฏิกิริยา เหมาะสำหรับใช้ในกรณีที่มีวัตถุดิบเป็นประจำ จะมีท่อสำหรับป้อนวัตถุดิบลงในระบบและท่อสำหรับให้วัตถุดิบเก่าในระบบที่ผ่านการย่อยสลายแล้วไหลล้นออกมาหรือถ่ายทิ้ง ปกติจะเติมสารอินทรีย์ใหม่ทุกวัน ๆ ละครั้ง การหมักแบบนี้จะส่งผลดีต่อการทำงานของแบคทีเรีย เนื่องจากช่วยให้เกิดสภาวะคงตัวของระบบ เนื่องจากแบคทีเรียที่สร้างมีเทนไวต่อการเปลี่ยนแปลงต่อความเข้มข้นของสารอาหาร ช่วยลดปัญหาอันเนื่องมาจากการที่สารอาหารเพิ่มเข้าสู่ระบบอย่างกะทันหันมีผลทำให้ประสิทธิภาพดีกว่าแบบครั้งคราวปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นค่อนข้างสม่ำเสมอนิยมใช้ทั่วไป

3. การทำงานแบบต่อเนื่อง (Continuous operation)

เป็นลักษณะการป้อนสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบหมักหรือถังปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา วัสดุหมักจะถูกย่อยสลายภายในระบบหมักหรือถังปฏิกิริยาช่วงเวลาหนึ่งและถูกถ่ายออกจากระบบหมักหรือถังปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกันประสิทธิภาพของระบบจะสูงที่สุด แต่การเติมวัสดุหมักตลอดเวลาด้วยอัตราคงที่นั้น อาจทำได้ยากหากไม่มีเครื่องสูบ ดังนั้นในทางปฏิบัติระบบนี้อาจจะมีความยุ่งยากเมื่อนำไปใช้ผลิตแก๊สชีวภาพขนาดเล็กในชนบท

2.2.2 ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ

การบวนการหมักแก๊สชีวภาพในระบบการหมักแบบไร้อากาศ จำเป็นต้องอาศัยจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบ เพื่อเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของแก๊สชีวภาพ สภาวะของระบบหมักจะต้องเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เพื่อป้องกันการล้มเหลวของระบบ การย่อยสลายสารอินทรีย์และการผลิตแก๊สชีวภาพมีปัจจัยต่างๆ เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ (จุฑาภรณ์ ชนะถาวร, 2560 : หน้า 1-14; ผจงสุข สุธารัตน์ และคณะ, 2560 : หน้า 9-12; พลกฤษณ์ คุ้มกล่ำ, 2557 : หน้า 23-25)

1. ค่าความเป็นกรดด่าง มีความสำคัญต่อการหมักมาก ช่วง pH ที่เหมาะสมอยู่ในระดับ 6.6-7.5 ถ้า pH ต่ำเกินไปจะเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียที่สร้างแก๊สมีเทนในถังหมักแก๊สชีวภาพเกี่ยวข้องโดยตรงกับระยะเวลาในการหมัก ระยะเริ่มต้นของการหมักปริมาณของกรดอินทรีย์จะถูกสร้างขึ้นโดยแบคทีเรียที่สร้างกรด ค่า pH ภายในถังหมักสามารถลดลงถึงระดับที่ต่ำกว่า 5 ซึ่งจะชะลอหรือหยุดการย่อยหรือการหมักได้ หรืออีกนัย หนึ่งก็คือแบคทีเรียตาย Methanogen นั้นอ่อนไหวต่อความเป็นกรดด่างมาก และจะไม่เจริญเติบโตหาก pH ต่ำกว่า 6.5 ในช่วงท้ายของกระบวนการ ความเข้มข้นของ NH_4 จะมากขึ้นตามการย่อยสลายไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ค่า pH เพิ่มโดยอาจเกิน 8 จนกระทั่งระบบผลิตเริ่มมีความเสถียร pH จะอยู่ระหว่าง 6-8

2. อุณหภูมิ การย่อยสลายอินทรีย์และการผลิตแก๊สในสภาพปราศจากออกซิเจนสามารถเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมาก ตั้งแต่ 4-60 ºC ขึ้นอยู่กับชนิดของกลุ่มจุลินทรีย์แบคทีเรีย

สร้างมีเทนจะไม่ทำงานในอุณหภูมิที่ต่ำมากๆ หรือสูงมากๆ อุณหภูมิสูงสุดที่เมทาโนเจนทำงานอยู่ได้ คือ 35 ºC และถ้าอุณหภูมิลดต่ำลงถึงระดับ 10 ºC กระบวนการผลิตแก๊สจะหยุดโดยสิ้นเชิง ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแก๊สชีวภาพ คือ 25-30 ºC การทำฉนวนที่เหมาะสมสำหรับถังหมักจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในช่วงฤดูหนาว เมื่ออุณหภูมิโดยรอบถังหมักมีค่า 30 ºC หรือน้อยกว่า อุณหภูมิเฉลี่ยภายในถังหมักจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกถังหมักประมาณ 4 ºC คือ ประมาณ 34 ºC

3. ระยะเวลาในการย่อย ระยะเวลาในการย่อยวัสดุหมักที่เหมาะสมที่สุดควรอยู่ระหว่าง 40-60 วัน สามารถคำนวณหาระยะเวลาในการย่อยสลายได้โดยนำค่าของปริมาตรถังหมัก หรือบ่อหมักหารด้วยปริมาตรของวัสดุหมักที่เติมเข้าไปใน 1วัน ดังนั้นปริมาตรของถังหมักหรือบ่อหมักจึงควรมีค่าเป็น 40-60 เท่า ของปริมาตรวัตถุดิบที่ใส่เข้าไปในแต่ละวัน นอกจากนั้นระยะเวลาในการย่อยยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ระยะเวลาในการย่อยน้อยลง ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่าจุลินทรีย์ที่สร้างแก๊สมีเทนสามารถเจริญเติบโต ในช่วง pH แคบเท่านั้น และปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมจะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต จุลินทรีย์พวกสร้างแก๊สมีเทนทุกชนิดเป็นจุลินทรีย์ที่ดำรงชีวิตอยู่ได้เฉพาะในสภาวะไร้ออกซิเจนเท่านั้น

4. สารยับยั้งและสารพิษ สารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับระบบได้แก่ กรดไขมันระเหยได้ไฮโดรเจน หรือแอมโมเนีย รวมถึงธาตุไอออน, สารพิษ, โลหะหนัก, สารทำความสะอาดต่างๆ เช่นสบู่ น้ำยาล้างต่างๆ และยาปฏิชีวนะ สามารถส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตและการผลิตแก๊สของแบคทีเรียได้ โลหะหนักบางประเภท เช่น ทองแดง, นิเกิล, โครเมียม, สังกะสี, ตะกั่ว และอื่นๆ ในปริมาณที่น้อยๆ ช่วยในการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย แต่เมื่อความเข้มข้นสูงก็จะเป็นพิษ

5. วัตถุดิบที่ป้อนเข้าระบบสารอินทรีย์ทุกชนิดสามารถนำมาใช้วัตถุดิบในการผลิตแก๊สชีวภาพ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วนิยมใช้วัสดุที่เป็นของเสียเหลือทิ้ง เช่น น้ำเสีย และขยะอินทรีย์ มาผลิตแก๊สชีวภาพ เนื่องจากเป็นการลดปริมาณของเสียไม่มีต้นทุนของวัตถุดิบและยังเป็นการนำของเสียมาเพิ่มมูลค่าจากการศึกษากระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อผลิตแก๊สชีวภาพพบว่าสามารถใช้สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ พวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นวัสดุที่ใช้หมักแก๊สชีวภาพได้การใส่เศษอาหารแทนมูลสัตว์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้ เนื่องจากทั้งมูลสัตว์และเศษอาหารต่างก็เป็นสารที่มีองค์ประกอบของสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ที่เหมือนกัน ทั้งนี้บทบาทของจุลินทรีย์กลุ่มแรกที่ขับน้ำย่อยออกมาย่อยสารโมเลกุลใหญ่ พวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันให้เป็นสารโมเลกุลเล็กที่ละลายน้ำก็ยังคงเดิม

6. อัตราการป้อนสารอินทรีย์อัตราการป้อนสารอินทรีย์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้ในการอธิบายปริมาณสารอินทรีย์หรือวัตถุดิบที่เติมเข้าสู่ถังหมักในแต่ละครั้งต่อช่วงเวลา โดยปริมาณสารตั้งต้นโดยการปรับอัตราการป้อนสารอินทรีย์ อัตราการป้อนสารอินทรีย์ที่เหมาะสมของระบบการย่อยสลายอินทรีย์แบบไร้อากาศ อยู่ในช่วงประมาณ 1-15 g VS/m^3.d ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของถังหมักที่ในการผลิตแก๊สชีวภาพ

7. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) เป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในสารอินทรีย์และมีความสำคัญสร้างเป็นโปรโตพลาสซึมของเซลล์ใหม่และสร้างกำบังบัฟเฟอร์ให้กับระบบอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมในการย่อยสลายสารอินทรีย์ใน

สภาวะไร้อากาศยู่ในช่วง 8-23 ถ้าอัตราส่วน C/N มีค่าสูงเกินไป ไนโตรเจนจะมีไม่เพียงพอเนื่องจากถูกใช้หมดอย่างรวดเร็ว ผลคืออัตราการเกิดเซลล์ของแบคทีเรียลดน้อยลง ส่งผลโดยตรงต่อปริมาณการผลิตแก๊สชีวภาพ ทำให้แก๊สชีวภาพที่ผลิตได้มีปริมาณน้อย ในทางกลับกันถ้าหากอัตราส่วน C/N มีค่าต่ำเกินไป ไนโตรเจนจะมีมากเกินความจำเป็นในการท้างานของแบคทีเรีย ทำให้เปลี่ยนมาสะสมอยู่ในรูปของแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งจะเป็นตัวยับยั้งการทำงานของระบบ

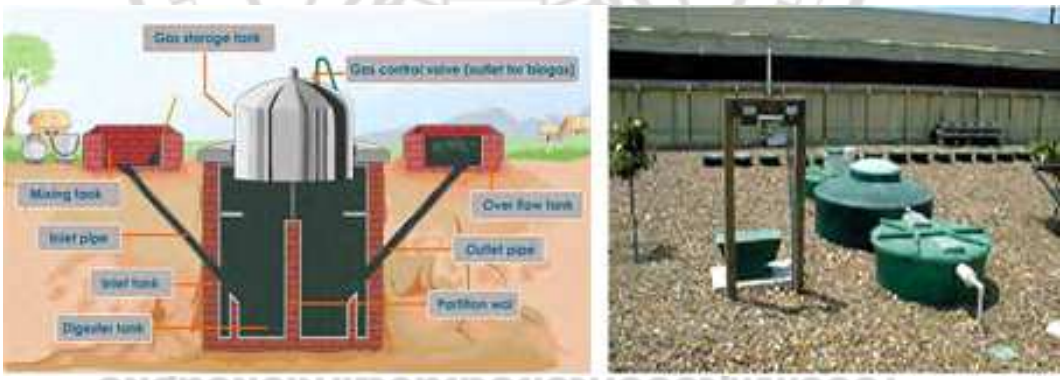
8. กรดอินทรีย์ระเหยง่ายกรดอินทรีย์ระเหยง่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก หรือในองค์ประกอบของสารอินทรีย์จะถูกนำไปใช้โดยแบคทีเรียพวกสร้างแก๊สมีเทน แต่ถ้าใช้ไม่ทันจะเกิดการสะสมของกรด ส่งผลให้ค่า pH ลดลง ทำให้เกิดอันตรายต่อแบคทีเรีย โดยทั่วไปปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยง่ายในถังหมักไม่ควรเกิน 2,000 mg/L แต่อาจทนได้ถึง 5,000 mg/L

9. อัลคาลินิตี้ (Alkalinity) เป็นความสามารถในการรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างของระบบ หากค่าอัลคาลินิตี้มีค่าต่ำจะมีแนวโน้มเป็นกรดได้ง่าย ค่าอัลคาลินิตี้ที่เหมาะสมต่อระบบหมักมีค่าประมาณ 1,000-5,000 mg/L ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)

2.2.3 ชนิดและแบบของบ่อแก๊สชีวภาพ

บ่อแก๊สชีวภาพแบ่งตามลักษณะการทำงาน ลักษณะของของเสียที่เป็นวัตถุดิบและประสิทธิภาพ การทำงานได้ดังนี้ (ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, 2554 : หน้า 20-21)

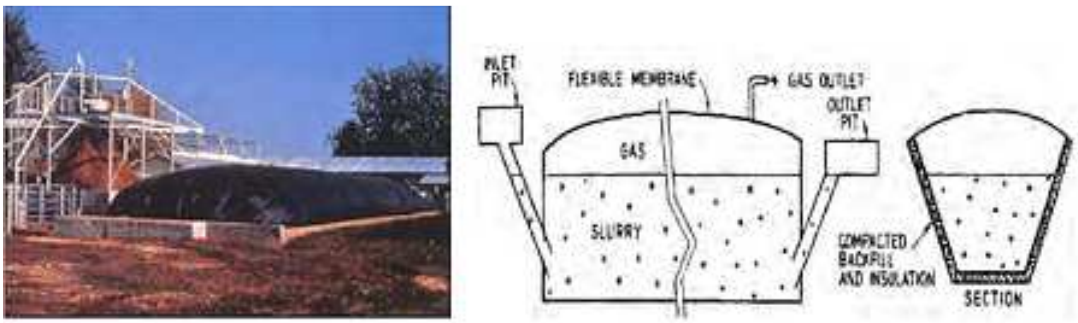
1. แบบยอดโดมหรือแบบฟิกซ์โดม (Fixed dome) ลักษณะเป็นทรงกลมฝังอยู่ใต้ดิน ส่วนที่กักเก็บแก๊สมีลักษณะเป็นโดมแบบนี้เหมาะสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ขนาดเล็ก มีข้อดี คือ ประหยัดพื้นที่บริเวณฟาร์มง่ายต่อการต่อรางระบายมูลสุกรจากโรงเรือนไปสู่บ่อหมัก



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

ภาพที่ 2.3 บ่อหมักช้าแบบโดมคงที่
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554 : หน้า 9)

2. แบบรางขนานหรือแบบปลั๊กโฟลว์ (Plug flow) มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูฝังในดิน ส่วนที่ใช้เก็บแก๊สจะใช้ผ้าพลาสติกคลุมส่วนของบ่อหมักไว้ ข้อดีของบ่อแบบนี้ คือ เนื่องจากลักษณะของบ่อเป็นแนว จึงทำให้ระยะเวลาในการหมักมูลสุกรมากขึ้น ซึ่งถ้ามูลสุกรมีเวลาในการหมักนาน ก็จะทำให้ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นมีมากขึ้นด้วย



ภาพที่ 2.4 บ่อหมักช้าแบบราง
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554 : หน้า 10)

3.แบบไฮฟี (Hiphi) ระบบการกำจัดของเสียแบบไฮฟีระบบนี้ออกแบบขึ้นมาเพื่อกำจัดของเสียจากฟาร์มสุกรระดับกลางถึงระดับใหญ่หรือฟาร์มขนาดประมาณ 1,500 ตัว โดยเฉพาะ โดยมุ่งกำจัดทิ้งของเสียที่เป็นของแข็งได้แก่มูลสุกรและส่วนที่เป็นของเหลว ได้แก่ ปัสสาวะและน้ำล้างคอก ระบบนี้ออกแบบมาเพื่อกำจัดของเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ คำว่า ไฮฟีย่อมาจากคำว่า Hybrid plug - flow high-rate system ระบบนี้ประกอบด้วยถังหมักตะกอนแบบหมักช้า (Plug -flow) และถังหมักของเสียเป็นน้ำแบบหมักเร็วเข้าด้วย เพื่อทำให้ระบบการกำจัดของเสียดังกล่าวสามารถกำจัดของเสียที่เป็นน้ำได้

2.2.4 การสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ

ในการสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ (ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, 2554 : หน้า 19)

1. การเลือกสถานที่นั้น ควรอยู่ในที่ที่มีแสงสว่างส่องถึง เพราะจะทำให้ระบบการหมักทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรเลือกสร้างที่ดอน น้ำท่วมไม่ถึง มีระดับน้ำใต้ดินลึก

2. การเลือกแบบบ่อหมักแก๊สชีวภาพ การพัฒนาแบบการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพให้เหมาะสมกับสภาพของแต่ละพื้นที่ โดยยึดหลักสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย ง่ายแก่การปฏิบัติมีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับการใช้พลังงานประจำวัน ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

- สถานที่ที่จะสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ
- ขนาดของบ่อหมัก
- ลักษณะของแบบ หรือรูปทรงของบ่อที่เหมาะสม
- จำนวนสัตว์ที่เลี้ยงอยู่ในฟาร์มซึ่งจะสัมพันธ์กับมูลที่ถ่ายออกมา
- เงินทุนที่ใช้ในการก่อสร้าง
- การใช้กระแสไฟฟ้าภายในฟาร์ม
- วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ก่อสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ
- หน่วยงานทางราชการที่ให้คำปรึกษาเฉพาะด้านที่เกี่ยวกับเรื่องแก๊สชีวภาพ

3. ขั้นตอนการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ ขั้นตอนการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพเริ่มต้นจากการสำรวจพื้นที่และชนิดของดินบริเวณที่จะก่อสร้างบ่อก่อน ต่อมาให้วางผังโดยใช้ปูนขาวโรยบริเวณที่เราจะขุดบ่อ บ่อที่จะขุด มีทั้งหมด 3 บ่อ คือ บ่อเติม บ่อหมัก บ่อล้น แล้วจึงขุดบ่อตามแบบที่เราต้องการ โดยเริ่มต้นก่อสร้างบริเวณก้นบ่อก่อนทุกบ่อ แต่งรูปทรงบ่อให้ราบเรียบจากนั้นจึงเริ่มก่อผนังของแต่ละบ่อ และสร้างที่เก็บกักแก๊สที่ได้จากการหมักและโรงผลิตกระแสไฟฟ้า

2.2.5 การใช้ประโยชน์จากแก๊สชีวภาพ

ในกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ มีระบบกักเก็บแก๊ส แล้วนำแก๊สที่ผลิตได้หลังจากกระบวนการหมักมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรูปของความร้อนโดยตรง เช่น เชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มไอน้ำในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการอบแห้ง ใช้กับหัวกกลูกสุกร ใช้ในครัวเรือน เป็นต้น ทางเลือกนี้จะเหมาะสำหรับฟาร์มที่มีรูปแบบการใช้พลังงานความร้อนภายในฟาร์ม และปริมาณความต้องการแก๊สชีวภาพเพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิงมีสูงพอ เมื่อเทียบกับปริมาณแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้ โดยส่วนใหญ่จะเป็นดัดแปลงอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม ให้สามารถใช้งานกับแก๊สชีวภาพได้ จะเป็นการนำแก๊สชีวภาพไปใช้งานที่ได้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูง พลังงานจากแก๊สชีวภาพยังสามารถถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปแบบอื่น ๆ เช่น พลังงานกล โดยใช้เดินเครื่องจักรเครื่องยนต์ เป็นพลังงานความร้อน ใช้ในการหุงต้ม จุดตะเกียงให้แสงสว่าง ขึ้นอยู่กับความต้องการและเทคโนโลยีที่จะหามาใช้ได้ โดยสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้ (ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, 2554 : หน้า 18-19)

1. ด้านพลังงาน เมื่อพิจารณาถึงด้านเศรษฐกิจแล้ว การลงทุนผลิตแก๊สชีวภาพจะลงทุนต่ำกว่าการผลิตเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงจากแหล่งอื่นๆ เช่น ฟืน ถ่าน น้ำมัน แก๊สหุงต้ม และไฟฟ้า แก๊สชีวภาพจำนวน 1 ลูกบาศก์เมตรสามารถนำไปใช้ได้ดังนี้

- ให้ค่าความร้อน 3,000-5,000 กิโลแคลอรี่ ความร้อนนี้จะทำให้น้ำ 130 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 20 $^{\circ}$C 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. ด้านปรับปรุงสภาพแวดล้อมโดยการนำมูลสัตว์ และน้ำล้างคอกมาหมักในบ่อแก๊สชีวภาพ จะเป็นการช่วยกำจัดมูลในบริเวณที่เลี้ยงทำให้กลิ่นเหม็นและแมลงวันในบริเวณนั้นลดลง และผลจากการหมักมูลสัตว์ ในบ่อแก๊สชีวภาพที่ปราศจากออกซิเจนเป็นเวลานานๆ ทำให้ไข่พยาธิและเชื้อโรคส่วนใหญ่ในมูลสัตว์ตายด้วย ซึ่งเป็นการทำลายแหล่งเพาะเชื้อโรคบางชนิด เช่น โรคบิด อหิวาตกโรค และพยาธิที่อาจแพร่กระจายจากมูลสัตว์ด้วยกัน นอกจากนี้แล้วยังเป็นการป้องกันไม่ให้มูลสัตว์ถูกชะล้างลงไปในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

3. ด้านการเกษตร

- การทำเป็นปุ๋ย กากที่ได้จากการหมักแก๊สชีวภาพเราสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ดีกว่ามูลสัตว์สดๆ และปุ๋ยคอก ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่มีการหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจนในมูลสัตว์ ทำให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

- การทำเป็นอาหารสัตว์ โดยน้ำส่วนที่เหลือจากการหมัก นำไปตากแห้ง แล้วนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์ให้โคและสุกรกินได้ แต่ทั้งนี้มีข้อจำกัด คือ ควรใส่ อยู่ระหว่าง 5-10 กิโลกรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กิโลกรัม จะทำให้สัตว์เจริญเติบโตตามปกติและเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย

2.3 กระบวนการทางจุลชีววิทยาของการผลิตชีวภาพ

หลักการย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อการผลิตแก๊สชีวภาพ คือสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายโดยกลุ่มจุลินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ โดยสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรตโปรตีนและไขมันจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์กลุ่มที่เปลี่ยนสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เป็นกรดอินทรีย์ขนาดเล็ก เช่น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวกรดอะมิโนและกรดไขมัน เป็นต้น กลุ่มแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติกจะเปลี่ยนกรดอินทรีย์ขนาดเล็กให้เป็นกรดอะซิติกและก๊าซไฮโดรเจน และขั้นตอนสุดท้ายกลุ่มแบคทีเรียจะสร้างแก๊สมีเทนโดยเปลี่ยนกรดอะซิติกและไฮโดรเจนให้กลายเป็นแก๊สมีเทนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งแก๊สดังกล่าวที่เกิดขึ้นจะลอยตัวขึ้นเหนือผิวน้ำและจะถูกรวบรวมนำไปใช้ผลิตพลังงานทดแทนต่อไป ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจนอิสระของกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนต่อเนื่องกันดังนี้ (จุฑาภรณ์ ชนะถาวร, 2560 : หน้า 8)

1. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

เป็นกระบวนการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ให้กลายเป็นสารโมเลกุลเล็ก คือ โพลิแซคคาไรด์กลายเป็น โมโนแซคคาไรด์ และไดแซคคาไรด์ สำหรับ โพลิเปปไทด์จะกลายเป็นกรดอะมิโน ปฏิกิริยานี้จะเกิดภายนอกเซลล์ของเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งเป็นกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์จุลินทรีย์จะทำการใช้เอนไซม์เปลี่ยนสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็กลง โดยจะเปลี่ยนให้อยู่ในรูปโมเลกุลของโมโนแซคคาร์ไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว) กรดอะมิโนและกรดไขมัน (ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์โกวิท สุวรรณหงษ์, 2555 : 5 ; จุฑาภรณ์ ชนะถาวร, 2560 : หน้า 8; ผจงสุข สุธารัตน์ และคณะ, 2560 : หน้า 4)

2. ปฏิกิริยาอะซิโดเจนนิซิส (Acidogenesis)

สารอินทรีย์ที่ได้จากกระบวนการไฮโดรไลซิสจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ภายในเซลล์และขับออกมาภายนอกโดยแบคทีเรียพวกสร้างกรด (Acidogenic bacteria) ให้เป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลเดี่ยวและดูดซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่เซลล์ เพื่อใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งพลังงาน โดยกระบวนการหมัก (Fermentation) ผลของปฏิกิริยาจะเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์เชิงเดี่ยวให้กลายเป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Fatty Acid) ที่มีโมเลกุลคาร์บอนไม่เกิน 5 อะตอม เช่น กรดอะซิติก กรดฟอร์มิค กรดโพรพิโอนิค กรดไอโซบิวทีริค กรดวาเลอริค กรดไอโซวาเลอริค และกรดบิวทีริค เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้แอลกอฮอล์ แก๊สไฮโดรเจน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อีกด้วยในขั้นตอนนี้ สารอินทรีย์โมเลกุลเล็กซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์ของการย่อยในขั้นตอนแรกเช่น พวกน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กรดอะมิโน และกรดไขมัน ถูกเปลี่ยนเป็นกรดอินทรีย์ชนิด (Valeric acid) และกรดแลคติก (Lactic acid) โดยแบคทีเรียสร้างกรด มีชื่อว่า Acidogenesisbacteria หรือ Obligate หรือ Facultative anaerobes โมเลกุลเล็ก เช่น กรดอะซิติก (Acetic acid) กรดโพรไพโอนิก

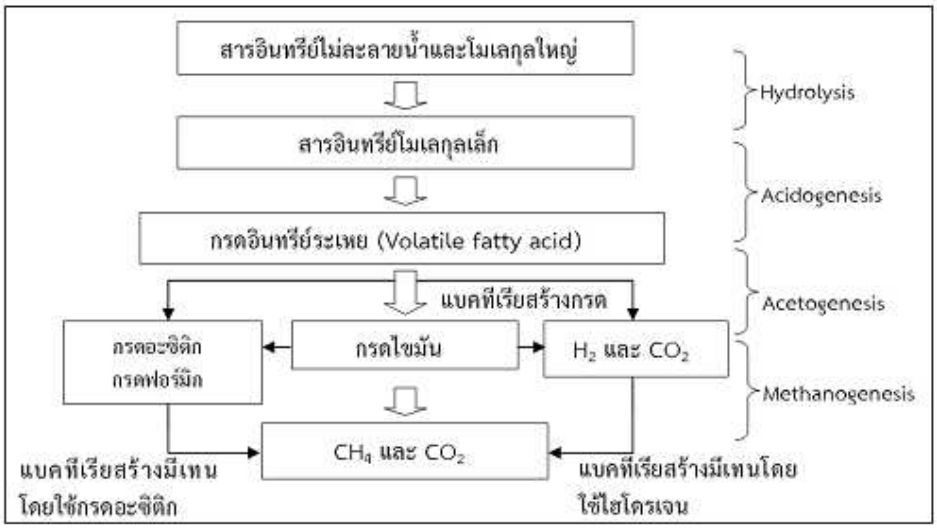
(Propionic acid) กรดวาเลอริกโดยเกิดจากจุลินทรีย์กลุ่มกลุ่มสร้างกรด (Acid-producing bacteria) สามารถหมักได้ โดยจะทำการเปลี่ยนสารโมเลกุลเล็ก ๆ จากขั้นตอนแรกไปเป็น กรดอะซิติก, ไฮโดรเจน, คาร์บอนไดออกไซด์ และกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic acid) เช่น กรด Propionic และ กรด Butyric ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นกรด Acetic ได้เช่นกัน และในขั้นตอนสุดท้ายนี้ กรด Acetic ไฮโดรเจนและ CO_2 จะเปลี่ยนไปเป็นแก๊สมีเทนและ CO_2 โดยจุลินทรีย์กลุ่ม Methanogenic bacteriaไขมัน (ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์ และโกวิท สุวรรณหงษ์, 2555 : 5; ผจงสุข สุธารัตน์ และคณะ, 2560 : หน้า 5)

3. ปฏิกิริยาอะซิโตเจนนิซิส (Acetogenesis)

ขั้นตอนอะซิโตเจนนิซิสถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนอะซิโดเจนนิซิส ในระบบหากเกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ส่งผลทำให้เกิดสภาวะที่มีความเป็นกรดด่างสูงและจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย และประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพต่ำในที่สุดขั้นตอนนี้เป็นการเปลี่ยนกรดไขมันระเหยง่ายที่มีขนาดใหญ่ให้กลายเป็นกรดอะซิติก เพื่อลดการสะสมของกรดอินทรีย์ในระบบ จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการเมทาโนเจเนซิส (Methanogenesis) (จุฑาภรณ์ ชนะถาวร, 2560 : หน้า 9)

4. ปฏิกิริยาเมทาโนเจนนิซิส (Methanogenesis)

ปฏิกิริยาเมทาโนเจนนิซิส เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยแบคทีเรียกลุ่มเมทาโนเจน (Methanogens) ซึ่งมีทั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบที่มีรูปร่างแตกต่างกัน ทำหน้าที่เปลี่ยนกรดอะซิติคและไฮโดรเจนให้กลายเป็นมีเทน โดยแบคทีเรียที่สร้างมีเทนมีสองแบบ แบบแรกจะเกิดจากการเปลี่ยนกรดอะซิติกเป็นแก๊สมีเทน โดยคิดเป็นร้อยละ 70 ของแก๊สมีเทนที่เกิดขึ้นในระบบ และแบบที่สอง เกิดการรวมตัวกันของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สไฮโดรเจนกลายเป็นแก๊สมีเทนคิดเป็นร้อยละ 30 (จุฑาภรณ์ ชนะถาวร, 2560 : หน้า 10; ศิวรินทร์ ธิวรรณ์, 2560 : หน้า 8)



ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนการเกิดแก๊สชีวภาพ
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552 : หน้า 49)

2.3.1 ชนิดของจุลินทรีย์ในการผลิตแก๊สมีเทน

แบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในการผลิตแก๊สมีเทนเป็นแบคทีเรียชนิด Anaerobic bacteria พวก Methanogenic bacteria ซึ่งจะพบในธรรมชาติตามโคลนสีดำ ดิน มูลของสัตว์กินหญ้า ผิวน้ำทะเลสาบ ขยะ แหล่งน้ำเน่า เป็นต้น สามารถแยกแบคทีเรียพวก Methanogenic bacteria ออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกันตามรูปร่าง (Morphological group) ดังนี้ (ผจงสุข สุธารัตน์ และคณะ, 2560 : หน้า 6-7)

1. แบคทีเรียพวก Methanogen ที่มีรูปร่างเป็นท่อน
2. แบคทีเรียพวก Methanogen ที่มีรูปร่างกลม

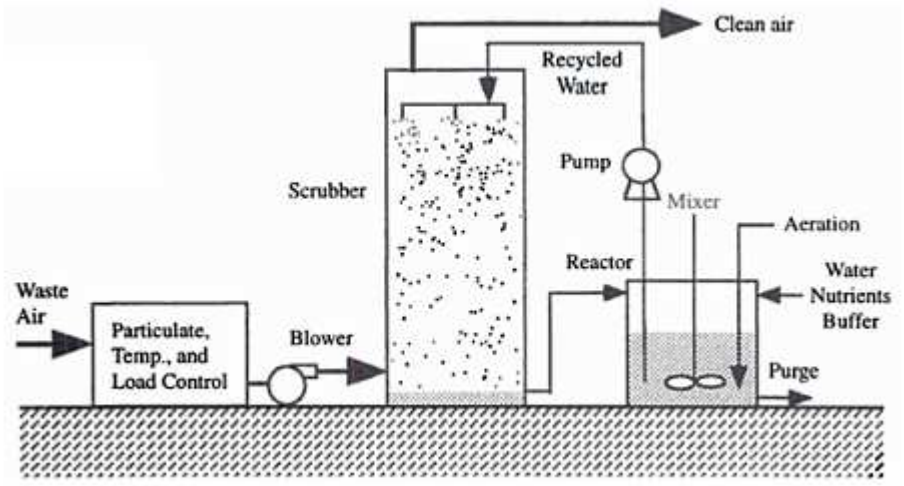
การดำรงชีพของแบคทีเรียพวก Methane formers มีความไวต่อการเปลี่ยนสภาวะแวดล้อมมากกว่าแบคทีเรียพวก Acid formers ดังนั้นจำนวนประชากรของแบคทีเรียชนิด Methane formers จึงมีความสำคัญต่อเสถียรภาพของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพมากที่สุด การเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมเพียงเล็กน้อยอาจทำให้แบคทีเรียพวก Methane formers ชะงักการเจริญเติบโต แต่กระนั้นแบคทีเรียพวก Acid formers ยังคงเจริญได้รวดเร็ว ทำให้มีปริมาณกรดอินทรีย์ในระบบค่อยๆ สะสมเพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อย ๆ pH จึงต่ำลงจนเป็นอันตรายต่อการดำรงชีพ (ผจงสุข สุธารัตน์ และคณะ, 2560 : หน้า 7)

2.4 ระบบบำบัดแก๊สชีวภาพก่อนนำไปใช้ประโยชน์

ก่อนที่จะมีการนำแก๊สชีวภาพจากระบบผลิตแก๊สไปใช้ให้เกิดประโยชน์ จำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพแก๊สชีวภาพให้ดีก่อน เพราะว่าแก๊สชีวภาพที่ได้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หรือแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์เจือปนมากจนเกินกว่าที่อุปกรณ์จะสามารถทำงานได้อย่างดี หากนำแก๊สชีวภาพไปประโยชน์เพื่อการเผาไหม้ในเครื่องยนต์แล้ว ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดการเผาไหมจะทำให้เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (S_2O) ที่มีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะสูงและสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดเป็นกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ได้ (จตุพร อินริสพงศ์, 2562 : หน้า 14; ณัฐธิชา มะโน, 2548 : หน้า 8) ระบบการกรองชีวภาพ (Biofiltration) เป็นระบบบำบัดอากาศเสียจากแหล่งกำเนิดที่สามารถกำจัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบการย่อยสลายทางชีวภาพโดยใช้จุลินทรีย์ ข้อดีของระบบการกรองชีวภาพคือต้นทุนในการติดตั้งระบบและต้นทุนในการเดินระบบต่ำ ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อย บำรุงรักษาระบบง่ายและไม่เกิดของเสียที่ต้องส่งต่อไปกำจัดด้วยวิธีการอื่น อย่างไรก็ตามระบบการกรองชีวภาพมีข้อเสียกล่าวคือต้องการอัตราการป้อนอากาศเสียที่ต่อเนื่อง ต้องรู้ชนิดและปริมาณความเข้มข้นที่แน่นอนของไอสารอินทรีย์ระเหยง่ายเพราะสารอินทรีย์ระเหยง่ายบางชนิดเป็นพิษต่อจุลินทรียในระบบ นอกจากนี้ระบบนี้ยังต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก ระบบการกรองชีวภาพที่ใช้ในการบำบัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยวิธีทางชีวภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ (เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์, 2559 : หน้า 7)

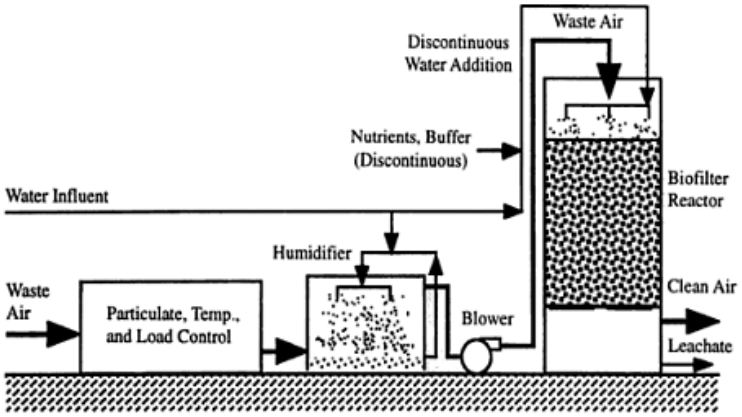
(1) ระบบฟอกชีวภาพ (Bioscrubber) แบ่งออกเป็น น 2 ส่วน ส่วนแรกเรียกว่า Bioscrubber tower ซึ่งเป็นส่วนทีแก๊สชีวภาพสัมผัสกับของเหลวและถูกของเหลวดูดซับไว้จากนั้นจะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียออกซิไดซ์ซัลเฟอร์ (Sulfur oxidizing bacteria) ที่อยู่ในของเหลวก่อนที่จะเข้าสู่ถังที่มีการเติมอากาศต่อไป หลักการของระบบนี้ คือ จุลินทรีย์จะแขวนลอยอยู่ในน้ำและอากาศเสียที่มี

ส่วนประกอบของสารอินทรีย์ระเหยง่ายจะถูกน้ำ มีจุลินทรีย์ดูดซับบริเวณหอสเปรย์ (Spray tower) หรือในแพ็คคอลัมน์ (Packed column) จากนั้นน้ำที่มีส่วนผสมของจุลินทรีย์และสารอินทรีย์ระเหยง่ายจะถูกส่งไปยังถังพัก (Storage tank) และการย่อยสลายทางชีวภาพจะเกิดขึ้นบริเวณถังพักและน้ำ จากกระบวนการย่อยสลายจากถังพักจะถูกนำไปใช้อีกครั้งเหลือเพียงบางส่วนถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับระบบกรองชีวภาพแบบหยด (Bio strickling filter) (เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์, 2559 : หน้า 8)



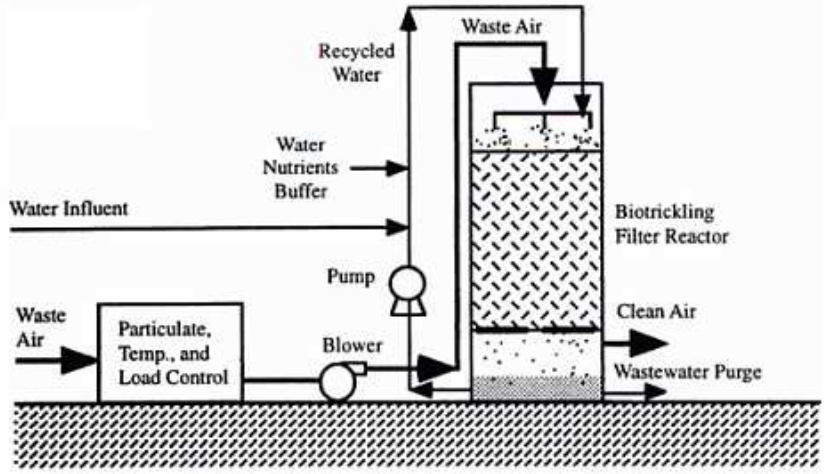
ภาพที่ 2.6 ระบบฟอกชีวภาพ
(เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์, 2559 : หน้า 9)

(2) ระบบตัวกรองชีวภาพ (Biofilter) ระบบนี้ประกอบด้วยตัวกลางที่มีรูพรุนซึ่งอาจเป็นวัสดุสารประเภทอินทรีย์ โดยใช้เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ได้แก่ ดินเปลือกไม้ กากตะกอน น้ำเสีย ขยะอินทรีย์เป็นต้น หลักการของระบบตัวกรองชีวภาพ จุลินทรีย์จะเคลือบอยู่บนตัวกลางที่มีรูพรุนในรูปของฟิล์มชีวภาพ (Biofilm) เมื่อผ่านอากาศเสียที่ต้องการบำบัดเข้าสู่ตัวกลางที่มีจุลินทรีย์อยู่ จุลินทรีย์จะดูดซับอากาศเสียบนตัวกลางที่มีรูพรุนซึ่งเคลือบด้วยฟิล์มชีวภาพด้วยกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ ซึ่งจะเกิดขึ้นทั้งบริเวณฟิล์มชีวภาพและในตัวกลางที่มีรูพรุนจุลินทรีย์จะทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารปนเปื้อนให้กลายเป็นสารประกอบขนาดเล็ก ได้แก่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ นอกจากนี้เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบตัวกรองชีวภาพคงที่ จะต้องมีการเติมน้ำและอาหารเป็นครั้งคราวเพื่อเพิ่มความชื้นและอาหารให้กับจุลินทรีย์ในระบบ เนื่องจากมีการเติมน้ำและอาหารแบบเป็นครั้งคราวไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นน้ำชะที่ออกมาจากระบบมีสารอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลายจุลินทรีย์ปะปนออกมาแต่มีปริมาณน้อยมาก (เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์, 2559 : หน้า 9)



ภาพที่ 2.7 ระบบตัวกรองชีวภาพ
(เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์, 2559 : หน้า 10)

(3) ระบบกรองชีวภาพแบบหยด (Biostrickling filter) การกรองชีวภาพประเภทนี้จุลินทรีย์จะถูกตรึงอยู่ในวัสดุอนินทรีย์ (Inorganic packing material) ซึ่งเป็นวัสดุที่ได้จากการสังเคราะห์และบางส่วนจะแขวนลอยอยู่ในน้ำ โดยน้ำ อาหารและจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ จะถูกพ่นให้สัมผัสกับอากาศเสียอย่างต่อเนื่อง ระบบนี้อากาศเสียที่มีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ระเหยง่ายจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่ถูกตรึงอยู่ในวัสดุอนินทรีย์และจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ น้ำที่สัมผัสกบสารอินทรีย์ระเหยง่ายแล้วจะไหลลงมาที่ส่วนล่างของระบบซึ่งบางส่วนจะถูกหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่เนื่องจากมีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ระเหยง่ายแขวนลอยอยู่ ดังนั้นจึงเหลือน้ำทิ้งในปริมาณน้อยที่ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม (เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์, 2559 : หน้า 10)



ภาพที่ 2.8 ระบบกรองชีวภาพแบบหยด
(เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์, 2559 : หน้า 11)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำเพชร พันธุ์พิพัฒน์ และสุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ. (2555) ทำการศึกษาประเมินศักยภาพของชีวมวลเหลือทิ้งที่มีมากกว่า 24 ล้านตันต่อปี จาก ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน โดยเศษวัสดุเหลือใช้เหล่านี้สามารถนำมาผลิตแก๊สชีวภาพเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ จากการประเมินศักยภาพแก๊สชีวภาพ จาก ฟางข้าว ต้นและเหง้ามันสำปะหลัง และหญ้าเนเปียร์ยักษ์ เพื่อผลิตไฟฟ้าขนาด 1 เมกะวัตต์ สำหรับชุมชน โดยต้นทุนวัตถุดิบสำหรับการผลิตแก๊สชีวภาพ จาก ฟางข้าว ต้นและเหง้ามันสำปะหลัง และหญ้าเนเปียร์ยักษ์ เท่ากับ 4.43 3.87 และ1.38 บาทต่อกิโลวัตต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าราคาต้นทุนการผลิตแก๊สชีวภาพเพื่อผลิตไฟฟ้าจากฟางข้าวยังมีราคาสูงและการเพาะปลูกข้าวสามารถปลูกได้ 1-2 ครั้งต่อปี ดังนั้นจำเป็นต้องเก็บฟางข้าวหรือเศษวัสดุเหลือใช้อื่นๆ ทดแทนเสริมในช่วงที่ไม่มีวัตถุดิบ ซึ่งเศษวัสดุเหลือใช้จากการเพาะปลูกมันสำปะหลังก็มีลักษณะเช่นเดียวกับฟางข้าว ส่วนหญ้าเนเปียร์ยักษ์มีศักยภาพในการผลิตเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตแก๊สชีวภาพสำหรับโรงไฟฟ้าได้เพราะสามารถเก็บเกี่ยวได้เกือบตลอดทั้งปี ซึ่งเมื่อนำมาวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมาศึกษาพิจารณาบริหารการจัดการวัตถุดิบจะใช้พื้นที่เพาะปลูกข้าว มันสำปะหลัง และหญ้าสำหรับการผลิตไฟฟ้าต้องใช้พื้นที่ 21,417 71,993 และ 940 ไร่ตามลำดับ สำหรับวัตถุดิบที่จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้า 1 MW ภายในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งหญ้าเนเปียร์ยักษ์มีศักยภาพด้านพื้นที่และราคาการผลิตที่เหมาะต่อการผลิตไฟฟ้า

ปริพัฒน์ จึงชัยชนะ และสุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ. (2555) ได้ทำการศึกษาและประเมินถึงศักยภาพความเป็นไปได้ในด้านของการเพิ่มความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าภายในชุมชน โดยการนำขยะและเศษอินทรีย์สารจากตลาดและขยะภายในชุมชนมาผลิตเป็นแก๊สชีวภาพด้วยเทคโนโลยีการผลิตแก๊สชีวภาพแบบ Dry fermentation จากนั้นจึงนำแก๊สชีวภาพที่ได้มาเข้าเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าให้กับชุมชนต่อไป โดยผลจากการศึกษาข้อมลปริมาณขยะในส่วนที่สามารถนำมาผลิตเป็นแก๊สชีวภาพตลอดปี พ.ศ. 2553 พบว่าอัตราเฉลี่ยปริมาณขยะภายในตลาดไท มีค่าเท่ากับ 94.19 ตันต่อวัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าจะสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ที่ 17,807 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยจะสามารถผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อยู่ที่ 12,643 – 24,929 kWh หรือเท่ากับ 0.53-1.04 MW (จากการคิดค่าปริมาณแก๊สชีวภาพที่ 1 ลกบาศก์เมตรต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต่ำสุด 0.71 และสูงสุดที่ 1.4 kWh) ซึ่งจากการคำนวณและประเมินค่าใช้จ่ายและรายรับจากโครงการแล้วนั้นพบว่า รายจ่ายรวมต่อวนจะอยู่ที่ 12,119 บาท ในขณะที่รายได้ทั้งในส่วนการจำหน่ายไฟฟ้าและขายปุ๋ยที่ได้จากส่วนที่เหลือของกระบวนการการผลิตแก๊สชีวภาพหลังหักรายจ่ายในส่วนต่างๆ ทั้งหมดออกแล้ว กรณีที่ไม่คิด Adder ค่าต่ำสดจะอยู่ที่ 56,419 บาทต่อวัน และค่าสูงสุดจะอยู่ที่ 89,150 บาทต่อวัน และในกรณีที่คิด Adder ค่าต่ำสุดจะอยู่ที่ 62108 บาทต่อวัน และค่าสูงสุดจะอยู่ที่ 100,369 บาทต่อวัน โดยมีค่า NPV ของโครงการค่าต่ำสดจะอยู่ที่ 144,561,595 บาท และค่าสูงสุดจะอยู่ที่เท่ากับ 232,162,873 บาท และ IRR ต่ำสดของโครงการจะเท่ากับร้อยละ 28.93 และสูงสุดที่เท่ากับร้อยละ 48.01

ชลิดา อู่ตะเภา. (2548) ได้ทำการวิจัยศึกษาศักยภาพของขยะและผักผลไม้ เช่น คะน้า กวางตุ้ง แตงโม ในการผลิตแก๊สมีเทนแบบไร้อากาศ โดยทำการทดลอง 25 วัน อุณหภูมิเฉลี่ย 25

องศาเซลเซียส พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายแบบไร้อากาศซึ่งอัตราส่วน C:N ที่เหมาะสมในการทำงานของระบบคือ 7.25-9.16 และปริมาณลิกนินเซลลูโลสรวมกันน้อยกว่าร้อยละ 60

ชยันต์ กิมยงค์. (2545) ได้ศึกษาการผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลสุกรโดยใช้กระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศชนิดสองขั้นตอนที่มีการไหลวนกลับของน้ำเสีย โดยในกระบวนการนี้มีถังปฏิกรณ์ 2 ถัง ถังปฏิกรณ์แรกเป็นถังปฏิกรณ์ผลิตกรดอินทรีย์เป็นถังที่เติมมูลสุกรเพียงครั้งเดียวตลอดการทดลอง (batch reactor) ทำหน้าที่ผลิตกรดอินทรีย์จากมูลสุกรในส่วนที่เป็นของแข็งและส่งผ่านไปยังถังปฏิกรณ์ที่สอง ถังปฏิกรณ์ที่สองเป็นถังปฏิกรณ์ผลิตแก๊สมีเทนเป็นถังแบบมีตัวกลาง (packed bed) ซึ่งมีคุณสมบัติเก็บกักตะกอนจุลินทรีย์ได้ดี ผลการศึกษาสรุปได้ว่าการเพิ่มปริมาตรน้ำในการไหลวนจะช่วยเพิ่มให้มีการพาสารอินทรีย์จากถังปฏิกรณ์ผลิตกรดอินทรีย์ไปกำจัดในถังปฏิกรณ์ผลิตแก๊สมีเทนได้มากขึ้น ทำให้เกิดแก๊สมีเทนในถังปฏิกรณ์ผลิตแก๊สมีเทนได้มากขึ้นการย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 40 วันแรก และความสามารถในการกำจัดซีโอดีทั้งหมดที่อัตราการไหลวนน้ำ 2, 4 และ 6 ลิตรต่อวันเป็น 3.1, 3.0 และ 3.3 กิโลกรัม ตามลำดับ และผลิตแก๊สชีวภาพได้ 38, 52 และ 135 ลิตร ตามลำดับ และยังได้ทำการศึกษาต่อโดยเพิ่มปริมาณมูลสุกร ซึ่งสรุปผลการศึกษาได้ว่าการเพิ่มปริมาณมูลสุกรไม่มีผลต่อการผลิตแก๊สมีเทนในถังปฏิกรณ์ผลิตแก๊สมีเทนแต่การเกิดแก๊สมีเทนในถังปฏิกรณ์ผลิตกรดลดลง และพบว่าระบบบำบัดสองขั้นตอนมีเสถียรภาพการทำงานดีกว่าแบบขั้นตอนเดียว

อวัสดา ฉลานุวัฒน์. (2545) ได้ศึกษาอิทธิพลของ HRT ที่ 10, 15, 20 และ 25 วันและความถี่ในการเติมของเหลวที่ 1 และ 3 วันต่อครั้งต่อการสร้างแก๊สมีเทนและประสิทธิภาพการกำจัดอินทรีย์สารโดยใช้ความเข้มข้นเศษอาหาร 4% พบว่าประสิทธิภาพการกำจัด COD แปรผันตรงกับ HRT และความถี่ในการเติมของเหลวที่มากขึ้นที่ HRT 20 วันความถี่ในการเติมของเหลว 1 ครั้งต่อวันมีปริมาณแก๊สชีวภาพ 2.60 ลิตรต่อวันเป็นแก๊สมีเทน 60.56% สามารถกำจัด COD, TS, TVS และ VFA เท่ากับ 56.48, 52.39, 70.38 และ 27.03% ตามลำดับ

สมจินตนา ลิ้มสุข, ปุณยวี เพียรธรรม และอนุรักษ์ ปีติรักษ์สกุล. (2554) ทำการศึกษาการผลิตแก๊สชีวภาพจากเศษอาหารและการเพิ่มอัตราการผลิตแก๊สชีวภาพโดยการเติมกลีเซอรีนดิบที่ได้จากการผลิตไบโอดีเซล โดยกระบวนการหมักแบบไร้อากาศในถังหมักขนาด 200 ลิตร แบบกึ่งกะ ในตอนเริ่มต้นเดินระบบใช้เศษอาหารอย่างเดียวป้อนที่อัตราภาระสารอินทรีย์เฉลี่ยในช่วง 0.306-1.245g/L reactor-day (56.6-230.2 กรัม/วัน) ให้ผลผลิตของแก๊สมีเทนเฉลี่ย 0.465 m^3 CH_4/kg.COD ที่อุณหภูมิมองและให้ค่าผลผลิตของแก๊สชีวภาพเฉลี่ย 0.789 m^3 biogas/kg.COD ในการป้อนกลีเซอรีนดิบร่วมกับเศษอาหารที่อัตราป้อนเศษอาหาร 1.245 กรัม/วันreactor-day ปริมาตรแก๊สชีวภาพเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 36.8 ลิตร/วัน เป็น 72.2 ลิตร/วัน และ 90.4 ลิตร/วันหลังจากเพิ่มกลีเซอรีน 30.8 และ 46.3 มิลลิลิตร/วันตามลำดับ

ตระกูลศักดิ์ เสนานิคม, วรายุทธ คัมภีราวัฒน์ และอาคม แก้วระวัง. (2557) ได้ทำการศึกษาและทดลองการหมักแก๊สชีวภาพจากน้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจากกองขยะของขยะอินทรีย์และศึกษาผลของสภาพความเป็นกรด-ด่างและการกวนที่มีผลต่ออัตราการเกิดแก๊สชีวภาพ โดยทำการทดลองในถังหมักต้นแบบ การออกแบบการทดลองแบ่งออกเป็นสามส่วน ส่วนแรกเป็นการทดลองการเกิดแก๊สชีวภาพ โดยใช้น้ำเสียจากกองขยะของขยะทั่วไปและน้ำเสียจากกอง

ขยะของขยะอินทรีย์ โดยทำการปรับค่า pH ให้เป็นกลางก่อนทำการทดลอง ส่วนที่สองเป็นการทดลองผลของความเป็นกรด-ด่างที่มีผลต่อการเกิดแก๊สชีวภาพ โดยการทดลองได้แบ่งค่าความเป็นกรด–ด่างออกเป็น 3 ค่า ได้แก่ค่า pH=6.5, 7.0 และ 7.5 ส่วนที่สามเป็นการทดลองการกวนที่มีผลต่อการเกิดแก๊สชีวภาพ โดยการทดลองได้แบ่งการกวนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่กวน 15 นาที หยุด 15 นาที, กวน 15 นาที หยุด 30 นาทีและกวน 15 นาที หยุด 45 นาที จากการศึกษานี้พบว่าการนำน้ำเสียจากกองขยะมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแก๊สชีวภาพ ควรใช้น้ำเสียจากกองของขยะอินทรีย์และค่า pH=7.5 และการกวน 15 นาทีหยุด 15 นาที จึงจะทำให้เกิดแก๊สชีวภาพสูงสุด

ธัชกร ผลพันธิน, วลัยรัตน์ อุตตมะปรากรม และประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ. (2557) ทำการศึกษาศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำเสียอุตสาหกรรม 5 ประเภท ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทแป้ง โรงงานอุตสาหกรรมประเภทน้ำมันปาล์ม โรงงานอุตสาหกรรมประเภทเอทานอล โรงงานอุตสาหกรรมประเภทแปรรูปอาหาร และอุตสาหกรรมประเภทแปรรูปยาง รวมถึงการคัดเลือกเทคโนโลยีระบบผลิตแก๊สชีวภาพที่เหมาะสมในแต่ละประเภทน้ำเสียอุตสาหกรรม งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ การเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะน้ำเสีย ต่อมาคือการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพและการคัดเลือกเทคโนโลยี ส่วนสุดท้ายคือการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อผลการตัดสินใจลงทุนสำหรับผู้ประกอบการ รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคในการส่งเสริมเทคโนโลยีการผลิตแก๊สชีวภาพพร้อมเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น สำหรับศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพที่ได้จากงานวิจัยนี้เป็นเพียงภาพรวมสำหรับการผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำเสียในแต่ละประเภทอุตสาหกรรม โดยยึดประเภทและจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำการขึ้นทะเบียนโดยตรงกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม โดยศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำเสียอุตสาหกรรมโดยรวมที่มากที่สุด คือ อุตสาหกรรมประเภทเอทานอล โดยมีศักยภาพการผลิตที่ 1,005.55 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี รองลงไปคือ อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังมีศักยภาพที่ 416.54 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี อุตสาหกรรมประเภทน้ำมันปาล์มมีศักยภาพที่ 156.04 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี อุตสาหกรรมประเภทแปรรูปอาหารมีศักยภาพที่ 60.10 ล้านลุกบาศก์เมตรต่อปี และอุตสาหกรรมประเภทยางมีศักยภาพที่ 18.05 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ตามลำดับ จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า น้ำเสียอุตสาหกรรมทั้ง 5 ประเภท มีศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพที่ดีรวมถึงเทคโนโลยีในการผลิตแก๊สชีวภาพหรือเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมที่มีความเข้มข้นสูงในค่า ซีโอดี และบีโอดี เพื่อลดค่าใช้จ่ายภายในโรงงานและช่วยรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ชนกพร วงษ์วัน และอรทัย ชวาลภาฤทธิ์. (2555) ทำการศึกษาผลของการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ การแช่ด้วยสารละลายด่าง (NaOH) การใช้ความร้อน ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าการใช้ของเสียกลีเซอรอลที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลเป็นสารหมักร่วมกับต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายด่าง (NaOH) สามารถผลิตแก๊สชีวภาพทั้งหมด 0.2 m^3/kg VS removed เมื่อเทียบกับต้นข้าวโพดที่ไม่มีการปรับสภาพสามารถผลิตแก๊สได้เพียง 0.1 m^3/kg VS removed เมื่อนำกลีเซอรอลที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลมาหมักร่วมกับข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายด่าง (NaOH) จะช่วยเพิ่มสารอินทรีย์ในระบบทำให้เกิดการผลิตแก๊สชีวภาพสูงขึ้น ในงานวิจัยนี้ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของการเติมกลีเซอรอล

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพ ผลการทดลองพบว่าเมื่อเติมกลีเซอรอลจำนวน 1% (V/V) สามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ดีที่สุด โดยสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ถึง 0.24 m^3/kg VS removed

นพวรรณ เสมวิมล และเกษม จันทร์แก้ว. (2556) ได้ทำการศึกษาปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักกากตะกอนที่เกิดจากระบบบำบัดน้ำเสีย ภายใต้กระบวนการธรรมชาติช่วยธรรมชาติ เพื่อศึกษาปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักกากตะกอนภายใต้สภาวะไร้อากาศและปัจจัยด้านความชื้นที่ส่งผลต่อปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น โดยทำการหมักตะกอนในขวดแก้วสีชาขนาด 2.5 ลิตร บรรจุตะกอนสดที่คิดเป็นน้ำหนักแห้ง 200 กรัม ลงในแต่ละขวดแล้ววัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักโดยอาศัยหลักการ fluid displacement ทำการเปรียบเทียบปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากตะกอน 2 กลุ่ม คือตะกอนจากโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมัน บ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี เป็นตัวแทนของตะกอนกลุ่มที่มีค่าคาร์บอนสูง และตะกอนจากระบบบ่อบำบัดของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดเพชรบุรีเป็นตัวแทนของตะกอนกลุ่มที่มีค่าคาร์บอนต่ำ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแก๊สที่ปลดปล่อยออกมาจากการหมักตะกอนจากระบบบ่อบำบัดของโครงการแหลมผักเบี้ยฯ เริ่มเกิดแก๊สขึ้นในวันที่ 2 ของการหมักและมีปริมาณการปลดปล่อยแก๊สสูงสุดในวันที่ 6 ของการหมักอยู่ที่ 70 มิลลิลิตรต่อวัน สามารถปลดปล่อยแก๊สรวมทั้งหมด (ระยะเวลา 10 วัน) 360.23 มิลลิลิตร คิดค่าเฉลี่ยเป็น 36.02 มิลลิลิตรต่อวัน โดยคิดเป็นปริมาณแก๊สที่ถูกปลดปล่อยออกมาต่อน้ำหนักตะกอนแห้ง 1 กรัมได้เท่ากับ 1.80 ส่วนปริมาณแก๊สที่ปลดปล่อยออกมาจากการหมักตะกอนจากโรงงานแป้งมันมีปริมาณการปลดปล่อยแก๊สสูงสุดในวันที่ 1อยู่ที่ 142.6 มิลลิลิตรต่อวัน สามารถปลดปล่อยแก๊สรวมทั้งหมด (ระยะเวลา 9 วัน) 649.97 มิลลิลิตร คิดค่าเฉลี่ยเป็น 72.2 มิลลิลิตรต่อวัน โดยคิดเป็นปริมาณแก๊สที่ถูกปลดปล่อยออกมาต่อน้ำหนักตะกอนแห้ง 1 กรัมได้เท่ากับ 3.25 มิลลิลิตร และผลจากการวิเคราะห์ชนิดและองค์ประกอบแก๊สโดยวิธีเก็บแก๊สจาก chamber แล้วตรวจวิเคราะห์แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์และแก๊สมีเทนด้วยเครื่อง GC สำหรับแก๊สแอมโมเนียใช้เครื่อง IC พบว่าตะกอนระบบบ่อบำบัดของโครงการแหลมผักเบี้ยฯ พบแก๊สมีเทนที่ความเข้มข้นสูงที่สุด 101,395 ppm รองลงมาคือแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (360.27 ppm) และแก๊สแอมโมเนีย (36.22 ppm) ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันตะกอนจากโรงงานแป้งมันพบแก๊สมีเทนเป็นแก๊สที่ความเข้มข้นสูงที่สุด 9,900,837 ppm รองลงมาคือแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (68,050 ppm) และแก๊สแอมโมเนีย (44.15 ppm) ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บุญสม จิตโสภณปัญญา, รัตนชัย ไพรินทร์ และเก้ากันยา สุดประเสริฐ. (2556) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแก๊สชีวภาพจากนมหมดอายุ โดยใช้วิธีหมักร่วมกับมูลโคและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรคือฟางข้าวโดยหมักรวมกันเพื่อให้เกิดแก๊สชีวภาพ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนโดยวิธีการหมักที่อัตราส่วนแตกต่างกันในถังหมักขนาด 3 ลิตร โดยทำการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนและทำการหมักแบบครั้งเดียวที่อุณหภูมิแวดล้อมปกติ โดยการเก็บปริมาณแก๊สด้วยการแทนที่น้ำและวิเคราะห์สัดส่วนปริมาณแก๊สชีวภาพด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี จากการทดลองพบว่าผลการทดลองที่ดีที่สุดเป็นการทดลองเงื่อนไขที่ 1 ด้วยอัตราส่วนของนมหมดอายุ/มูลโค/ฟางข้าวเป็น 1: 0.25: 0.05 เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการการเกิดแก๊สชีวภาพเร็วกว่าทุกผลการทดลอง

โดยใช้ระยะเวลา 15 วัน ได้เปอร์เซ็นต์แก๊สมีเทนโดยเฉลี่ย 63 % ปริมาณเฉลี่ยแก๊สชีวภาพมากสุด 1875 มล./วันค่า pH ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 7.5-8.0 หากนำนมหมดอายุ 1 ตันสามารถผลิตแก๊สชีวภาพโดยเฉลี่ยได้ 3.75 ลูกบาศก์เมตรได้ค่าความร้อน 80.63 MJ/m^3สามารถทดแทนเป็นพลังงานก๊าซหุงต้ม (LPG) ได้ 1.73 กิโลกรัมพลังงานไฟฟ้าคิดเป็น 4.50 Kw-hr พลังงานชีวมวลถ่านได้ 6.00 กิโลกรัม น้ำมันดีเซลได้ 1.50 ลิตร น้ำมันเบนซิลได้ 2.25 ลิตร น้ำมันเตาเกรด A ได้ 1.76 ลิตร ดังนั้นนมหมดอายุจึงนำมาใช้เป็นพลังงานทางเลือก เพื่อให้เกิดความหลากหลายและความมั่นคงทางด้านพลังงาน

มยุรา ศรีกัลานุกูล, ฐปน ชื่นบาล และรุ่งทิพย์ กาวารี. (2556) ทำการศึกษาการผลิตแก๊สไฮโดรเจนจากน้ำทิ้งฟาร์มสุกรโดยใช้กระบวนการหมักแบบ 2 ขั้นตอน ทำการปรับสภาพตะกอนหัวเชื้อโดยการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}C$ เป็นเวลา 30 นาที ทำการออกแบบถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการผลิตแก๊สไฮโดรเจนโดยกระบวนการหมักแบบ 2 ขั้นตอน ประกอบด้วยถังผลิตกรด และถังผลิตแก๊สไฮโดรเจน ขนาด 60 ลิตร ทำการศึกษาระยะเวลากักเก็บ (HRT) ที่ 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง ต่อการผลิตแก๊สไฮโดรเจนทำการหมักที่มีการควบคุม pH ที่ 5.0 พบว่าระยะเวลาการกักเก็บที่ 24 ชั่วโมง สามารถผลิตแก๊สไฮโดรเจนได้สูงสุด คือ 540 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากนั้นศึกษาความเข้มข้นของน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรที่ 25, 50, 75 และ 100 (v/v) ต่อการผลิตแก๊สไฮโดรเจน พบว่าความเข้มข้นของน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร 100 % (v/v) สามารถผลิตกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (VFA) ได้แก่ กรดอะซิติก กรดโพรไพโอนิก กรดบิวทิริก และกรดคาโพรอิก 274.34, 113.29, 47.73 และ 46.75 mg/l ผลิตแก๊สไฮโดรเจนได้สูงสุด คือ 540 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ชัยรัตน์ หงษ์ทอง และเกรียงไกร แซมสีม่วง. (2555) ทำการศึกษาการผลิตแก๊สชีวภาพที่ได้จากโคลนที่มีการทับถมของเสียอยู่ในโคลนเป็นเวลานาน การนำแก๊สชีวภาพที่ได้นั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยแทนที่เราจะรอให้แก๊สลอยขึ้นมาเหนือน้ำแล้วทิ้งไปโดยไม่เกิดประโยชน์ งานวิจัยนี้ทำการกระตุ้นโดยใช้คนย้ำไปที่โคลนเพื่อให้แก๊สชีวภาพเกิดและลอยขึ้นมาหลังจากนั้นนำมาเก็บไว้และนำมาทดลองโดยการใช้กับหัวเตาแก๊สที่ผลิตมาใช้กับแก๊สชีวภาพจากการทดลองพบว่าจะต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานจำนวน 2 คนเพื่อลงไปในน้ำและทำการกระตุ้นโคลนเพื่อให้เกิดแก๊สลอยตัวผ่านน้ำขึ้นมาและจัดเก็บแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นไว้ในภาชนะที่ครอบไว้บนผิวน้ำ หลังจากนั้นนำแก๊สชีวภาพที่ได้ไปจัดเก็บไว้ในภาชนะทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 นิ้วเมื่อแก๊สชีวภาพที่ได้เต็มภาชนะที่จัดเก็บแล้วโดยใช้เวลาที่ 10 นาทีนำขึ้นมาวัดหาปริมาณแก๊สชีวภาพโดยเครื่องมือวัดแก๊สชีวภาพแบบพกพา GFM 416 ผลที่ได้คือแก๊สมีเทน (CH_4) ประมาณ 20.5% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 0.8% ส่วนที่เหลือเป็นแก๊สชนิดอื่น ๆ ขั้นตอนต่อไปนำต่อเข้ากับหัวเตาแก๊สที่สามารถใช้ได้กับแก๊สชีวภาพเพื่อทดลองการนำไปใช้งาน จากการทดลองสามารถใช้งานได้เฉลี่ยที่ 11.17 นาที ขั้นตอนต่อไปทดลองการหาประสิทธิภาพในการนำไปใช้งานจริง โดยการนำไปทอดไข่ไก่สามารถทอดได้ 2 ฟองในเวลาโดยเฉลี่ยที่ 11.56 นาที

สุพจน์ เกิดมี และคณะ. (2555) ทำการศึกษาและพัฒนาศักยภาพการใช้พลังงานแก๊สชีวภาพ ของชุมชนน้ำก้อ แล้วนำเศษวัสดุที่เหลือจากการเกษตรมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และศึกษาการใช้พลังงานแก๊สชีวภาพในการทดแทนพลังงานเชื้อเพลิง (LPG) ในชีวิตประจำวัน การศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาปริมาณเศษวัสดุทางการเกษตรเพื่อมาผลิตแก๊ส

ชีวภาพ ศึกษาปริมาณการใช้ของพลังงานเชื้อเพลิงเพื่อมาผลิตแก๊สชีวภาพมาใช้แทน เพื่อเป็นแนวทางส่งเสริมให้มีการใช้อย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นการสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนด้านพลังงานเป็นผลดีต่อการพัฒนาท้องถิ่น ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาการใช้พลังงานแก๊สชีวภาพจากมูลสัตว์และเศษวัสดุทางการเกษตรนั้น สามารถสร้างเตาชีวมวลอย่างง่ายเพื่อใช้ทดแทนเตาแบบธรรมดาและเตาแก๊สที่ใช้กันในปัจจุบัน จากข้อมูลที่ได้จากการทดสอบการใช้เตาชีวมวลเปรียบเทียบกับการใช้เตาธรรมดาระยะเวลาในการจุดเตาและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเตาชีวมวลนั้นมีค่าน้อยกว่า และสำหรับค่าความร้อนของแก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตจากเตาชีวมวลมีค่าสูงกว่าเตาแบบธรรมดา จะเห็นได้ว่าเตาชีวมวลมีประสิทธิภาพสูงทำให้ลดค่าใช้จ่ายด้านการใช้เชื้อเพลิงจากแก๊สธรรมชาติได้ และในส่วนของถังหมักแก๊สชีวภาพนั้นสามารถออกแบบและสร้างถังหมักและถังเก็บแก๊สและใช้งานได้จริง แต่เนื่องจากปริมาณของมูลสัตว์และเศษอาหารของชุมชนน้ำก้อนั้น มีปริมาณไม่เพียงพอสำหรับการใช้หมักแก๊สจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้แก๊สชีวภาพที่เกิดจากการหมักมูลสัตว์และเศษอาหาร ในการประกอบอาหาร ทดแทนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากแก๊สธรรมชาติ ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยคือ การทำถังหมักแก๊สชีวภาพสำหรับครอบครัวเล็กควรใช้ถังหมักขนาด 60 ลิตร ครอบครัวใหญ่ควรใช้ถังหมักแก๊สที่มีขนาด 200 ลิตร

กฤตภาส สิงคิบุตร, วิชชากร จารุศิริ และปฐมทัศน์ จิระเดชะ. (2554) ทำการศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการผลิตแก๊สชีวภาพจากขยะเศษอาหารที่มีความแตกต่างกันของกรณีตัวอย่างคือระบบ CSTR แบบแห้งระบบ CSTR แบบ1ขั้นตอนและระบบ CSTR แบบ AMR ซึ่งทั้ง 3 ระบบมีขนาดการรองรับเศษอาหารใกล้เคียงกันคือประมาณ 200 กิโลกรัมเศษอาหารต่อวัน โดยศึกษาเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่าเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินและการลงทุน การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนมีเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนคือ อัตราผลตอบแทนค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาค่าเสียโอกาสที่ดิน โดยผลประโยชน์ประกอบด้วยแก๊สชีวภาพปุ๋ยลดกลิ่น อีกทั้งเป็นการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมพร้อมยังเป็นการช่วยบรรเทาการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่าระบบการผลิตแก๊สชีวภาพจากเศษอาหารในขนาด 200 กิโลกรัมเศษอาหารต่อวันเดินระบบ 365 วัน/ปี อายุของโครงการ 15 ปี ให้แก๊สชีวภาพโดยเฉลี่ย 4,147 กิโลกรัม(แก๊ส)/ปี เทคโนโลยีที่ให้ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุดคือเทคโนโลยี CSTR 1-Stage อัตราผลตอบแทน IRR เท่ากับ 47.10% และระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุดคือ 2.12 ปี

ชนะ เปลื้องกลาง, มณฑิชา พุทซาคำ และศิริลักษณ์ วงษ์พิเชษฐ์. (2554) ได้ทำการวิจัยโดยมีมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาระยะเวลาการเกิดแก๊สชีวภาพที่ได้จากการเติมสารกลีเซอรีนและเพื่อศึกษาระดับของสารกลีเซอรีนที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดแก๊สชีวภาพสูงสุด ดำเนินงานวิจัยโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์เตรียมหน่วยทดลองโดยใช้โอ่งขนาด 2,000 ลิตร จำนวน 12 ใบโอ่งแต่ละใบบรรจุมูลโค 500 ลิตรและน้ำ 500 ลิตร หมักไว้ 7 วัน จากนั้นสุ่มออกเป็น 3 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำได้รับสารกลีเซอรีนในปริมาณที่แตกต่างกันดังนี้ ทรีตเมนต์ที่ 1 มูลโคผสมน้ำ (กลุ่มควบคุม) ทรีตเมนต์ที่ 2 มูลโคผสมน้ำและเติมสารกลีเซอรีน 1% และทรีตเมนต์ที่ 3 มูลโคผสมน้ำและเติมสารกลีเซอรีน 3 % หลังจากนั้นหมักต่ออีก 3 วัน บันทึกระยะเวลาที่แก๊สชีวภาพเต็มถัง 100 ลิตร เติมมูลโคและน้ำในอัตรา 40:40 และเติมกลีเซอรีนตามปริมาณที่กำหนดทุก 3 วัน และบันทึก

ระยะเวลาที่แก๊สชีวภาพเต็มถัง 100 ลิตร ทุกวัน บันทึกต้นทุนการผลิตทั้งหมดวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาแก๊สชีวภาพเต็มถัง 100 ลิตรของแต่ละกลุ่มโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test ผลการวิจัยพบว่าทรีตเมนต์ที่ 3 ที่เติมกลีเซอรีน 3% มีผลทำให้ระยะเวลาในการเกิดแก๊สชีวภาพจากการหมักมูลโคเต็มถัง 100 ลิตร มีระยะเวลาเฉลี่ยสั้นที่สุดเท่ากับ 0.57 นาที รองลงมาคือทรีตเมนต์ที่ 2 ที่เติมกลีเซอรีน 1% เท่ากับ 2.08 นาที และทรีตเมนต์ที่ 1 มีระยะการเกิดแก๊สชีวภาพนานที่สุดเท่ากับ 22.14 นาที สำหรับต้นทุนการผลิตพบว่าทรีตเมนต์ที่ 1 มีต้นทุนเท่ากับ 5,000 บาททรีตเมนต์ที่ 2 เท่ากับ 5,125 บาทและทรีตเมนต์ที่ 3 เท่ากับ 5,375 บาท

ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์ และโกวิท สุวรรณหงษ์. (2555) ทำการศึกษาหากระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตพลังงานทดแทนจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับวัชพืชน้ำ และการสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านการจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและการกำจัดวัชพืชน้ำให้เกิดประโยชน์ต่อวิถีชีวิตของชุมชน โดยใช้กระบวนวิจัย 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย การสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อค้นหาปัญหา กำหนดแนวทางการดำเนินงาน และคัดเลือกพื้นที่ตัวอย่าง โดยใช้ผลการหารือร่วมกับตัวแทนชุมชนทั้ง 11 ตำบลของอำเภออัมพวา พร้อมทั้งสอบถามเฉพาะกลุ่ม (Focus group) ในการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา การนำตัวอย่างวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและวัชพืชน้ำมาทดลองผลิตแก๊สชีวภาพในระดับห้องปฏิบัติการ การร่วมออกแบบสร้างระบบผลิตแก๊สชีวภาพในพื้นที่ตัวอย่าง และการจัดอบรม สาธิต ประเมินผลระดับความพึงพอใจของชุมชนผลการวิจัย พบว่า ร้อยละ 85.5 ของผู้เข้าประชุมร่วมหารือให้ใช้พื้นที่ของตำบลบางนางลี่เป็นพื้นที่ตัวอย่างในการศึกษา ซึ่งมีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและวัชพืชน้ำที่สร้างปัญหากับสิ่งแวดล้อม และปัญหาด้านการสัญจรทางน้ำ ประกอบด้วย เปลือกมะพร้าวสด ประมาณ 10-15 ตันต่อฤดูกาล เปลือกส้มโอประมาณ 2-4 ต่อฤดูกาล วัชพืชน้ำประเภทสาหร่ายหางกระรอก ผักตบชวา จอก แหน ประมาณ 1-3 ตันต่อเดือน ในส่วนของผลการทดลองผลิตแก๊สชีวภาพในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า สามารถผลิตแก๊สชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 4 ประเภท ประกอบด้วย วุ้นมะพร้าว เปลือกส้มโอ สาหร่ายหางกระรอก ผักตบชวา ร่วมกับมูลโค ในสัดส่วน 1:0:0:0:1 โดยน้ำหนักในปริมาตร 10 ลิตร สามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้สูงสุดที่ 101.44 มิลลิลิตร ในระยะเวลา 15 วัน ผลิตแก๊สมีเทนได้สูงสุด 77.70 เปอร์เซ็นต์ และจากการนำผลการศึกษาไปสู่การออกแบบผลิตแก๊สชีวภาพในระดับชุมชนโดยสร้างระบบผลิตแก๊สชีวภาพแบบปล๊กโฟลว์ ความจุ 4,000 ลิตร พบว่าสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้สูง 115.86 ลิตร และผลิตแก๊สมีเทนได้สูงสุด 80.5% โดยใช้เวลาในการผลิต ต่อเนื่องระยะเวลาประมาณ 30-45 วัน และผลการทดสอบระดับความพึงพอใจในภาพรวมของกระบวนการวิจัยอยู่ในระดับดีมาก

พลกฤษณ์ คุ้มกล่ำ. (2557) ได้ทำกาวิจัยการผลิตแก๊สชีวภาพจากฟางข้าว ด้วยวิธีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในกระบวนการย่อยสลายใช้ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบหลักหมักร่วมกับกากน้ำตาลและใช้ปุ๋ยยูเรียเพื่อปรับค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจน การทดลองได้ออกแบบการหมักไว้ 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างที่ 1 ประกอบด้วยฟางข้าว 3 กิโลกรัม และน้ำ 60 ลิตร ตัวอย่างที่ 2 ประกอบด้วย ฟางข้าว 3 กิโลกรัม น้ำ60 ลิตร และกากน้ำตาล 2 ลิตร ตัวอย่างที่ 3 ประกอบด้วย ฟางข้าว 3 กิโลกรัม น้ำ 60 ลิตร และปุ๋ยยูเรีย 1 กิโลกรัม ทุกตัวอย่างใช้เวลาในการหมัก 30 วัน ผลการทดลอง

พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์การจุดติดไฟสูงสุดเท่ากับ 93% และแสดงถึงการผลิตแก๊สชีวภาพได้ด้วยวิธีอย่างง่าย

ดวงใจ จีนานุรักษ์ และพิษณุวัฒน์ ทวีวัฒน์. (2557) ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 1 เมกะวัตต์โดยใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นเชื้อเพลิง ในอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพทั่วไปของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 2) ศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค และศึกษาความเป็นไปได้ด้านการเงินการเงิน เครื่องมือที่ใช้ คือ ต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (WACC) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในทั้งก่อนและหลังการปรับค่าแล้ว (IRR, MIRR) ดัชนีกำไร (PI) การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน (SVT) และ 3) ศึกษาอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าที่เหมาะสมของโครงการ โดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิจากการสังเกตแบบมีส่วนร่วมและ สัมภาษณ์เชิงลึกกับที่ปรึกษาการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลประมาณ 500 ไร่ และให้ผลผลิต 60-80 ตันต่อไร่ต่อปี การปลูกครั้งหนึ่งสามารถเก็บเกี่ยวได้นาน 6-7 ปี หญ้าเนเปียร์ที่นำมาเป็นเชื้อเพลิง ใช้ปริมาณหญ้าเท่ากับ 35,837 ตันต่อปี เมื่อทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน โดยกำหนดอายุโครงการ 26 ปี ที่ต้นทุนเงินทุนร้อยละ 9.91 โดยพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ -51,853,492 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการก่อนและหลังการปรับค่าเท่ากับร้อยละ 0.29และ 6.61 ต่อปี ตามลำดับ และดัชนีกำไรเท่ากับ 0.45 สามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน แต่ถ้ารัฐบาลจะสนับสนุนควรจะเพิ่มอัตราส่วนรับซื้อไฟฟ้าจาก 0.50 บาท เป็น 2.03 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี