คำนำ

ในสภาวะปัจจุบันนี้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยกำลังประสบปัญหาด้านพลังงาน จึงทำให้หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนให้การส่งเสริมสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ ซึ่งพลังงานจากก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่ง ที่สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ เช่น ทดแทนไฟฟ้า ทดแทนน้ำมัน แต่อย่างไรก็ตาม หากไม่มีการนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวไปใช้ได้ทั้งหมด เกิดการปล่อยก๊าซชีวภาพทิ้งสู่บรรยากาศหรือเผาทิ้งสู่บรรยากาศย่อมส่งผลเสียต่อสภาวะแวดล้อม เนื่องจากก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบหลัก คือ ก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เกิดการสะสมของก๊าซในบรรยากาศ เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ส่งผลให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น

คู่มือการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ในเชิงพาณิชย์เล่มนี้ เป็นการนำเสนอแนวทางการนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ภายในฟาร์มสุกรไปใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่าที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เป็นแนวทางที่จะช่วยลดการปล่อยก๊าซชีวภาพซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศได้เป็นอย่างดี โดยภายในคู่มือประกอบด้วย 3 แนวทาง คือ การเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรอง การบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังเพื่อนำไปใช้ในการหุงต้ม และการจัดทำระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพ กรมควบคุมมลพิษหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้จะเป็นแนวทางสำหรับเกษตรกร หรือหน่วยงานที่สนใจใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สารบัญ

บทนำ 1

- รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรแบบก๊าซชีวภาพ 3
- การประยุกต์นำก๊าซชีวภาพมาใช้ให้เกิดประโยชน์ 10
- เทคโนโลยีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพ 18
- ปัญหาและอุปสรรคในการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์ 25

ระบบเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรอง 27

- แบบถังเหล็กขนาดใหญ่ 27
- แบบถุงพลาสติกพีวีซี 37

การบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังเพื่อใช้ในการหุงต้ม 43

การจัดทำระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพ 56

บทนำ

ปัญหามลพิษทางน้ำเป็นปัญหาสำคัญที่ประเทศไทยประสบอยู่ ซึ่งน้ำเสียจากฟาร์มสุกรเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดมลพิษดังกล่าวเนื่องจากมีปริมาณความสกปรกสูง หากมีการระบายลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติโดยไม่ได้ผ่านการบำบัดที่ถูกต้องจะยิ่งเป็นการเพิ่มปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

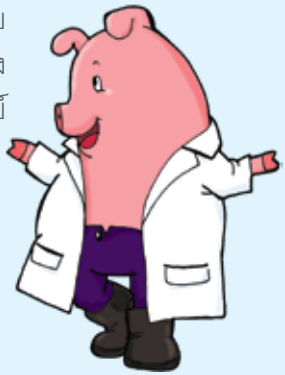
น้ำเสียจากฟาร์มสุกร เกิดจาก

- ปัสสาวะและมูลสุกร
- การทำความสะอาดสุกร การฉีดน้ำระบายความร้อนให้กับสุกร
- การล้างทำความสะอาดคอกและโรงเรือน

ลักษณะทั่วไปของน้ำเสียจากฟาร์มสุกร

อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/ตัว/วัน)	10-20
ความเป็นกรด-ด่าง	5.5-9.0
บีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	1,500-3,000
ซีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	4,000-7,000
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)	2,000-4,800
ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (มิลลิกรัม/ลิตร)	400-800
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)	8-17

ทั้งนี้น้ำเสียจากฟาร์มสุกรนอกจากจะมีความสกปรกสูง ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำแล้วนี้ยังพบปัญหากลิ่นเหม็นและแมลงวันก่อให้เกิดความรำคาญและรบกวนชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงอีกด้วย ดังนั้นระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมจึงเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศจึงได้มีการนำเทคโนโลยีการบำบัดของเสียและน้ำเสียจากฟาร์มสุกรแบบก๊าซชีวภาพมาใช้ ซึ่งช่วยแก้ปัญหาด้านการบำบัดน้ำเสียกลิ่นเหม็นรบกวนและแมลงวันได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังได้รับผลพลอยได้ที่เกิดขึ้น คือ ก๊าซชีวภาพ และปุ๋ยอินทรีย์อีกด้วย



รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรแบบก๊าซชีวภาพ

ในปัจจุบันมีระบบบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรแบบก๊าซชีวภาพที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนทั้งสิ้น 3 รูปแบบ

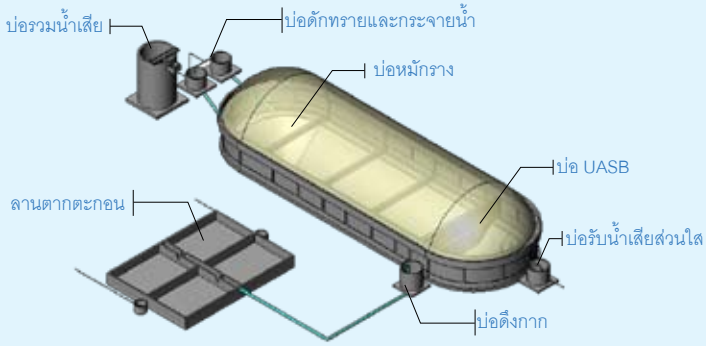
- **ระบบก๊าซชีวภาพของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่** ซึ่งมี 2 ระบบ คือ
  - *แบบบ่อหมักรางตามด้วยบ่อหมักเร็วน้ำใส (Medium Farm Channel-Upflow Anaerobic Sludge Blanket หรือ MC-UASB)* สำหรับฟาร์มขนาดเล็กและขนาดกลาง
  - *แบบบ่อหมักเร็วน้ำข้น (High-Suspension Solid-Upflow Anaerobic Sludge Blanket หรือ H – UASB)* สำหรับฟาร์มขนาดใหญ่
- **ระบบโดมคงที่** (Fixed Dome) สนับสนุนโดย สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร
- **ระบบแบบพลาสติกคลุมบ่อดิน** (Covered Lagoon) หน่วยงานที่นำระบบนี้ไปใช้ส่วนใหญ่เป็นหน่วยงานเอกชน ได้แก่ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)

ระบบก๊าซชีวภาพของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

แบบบ่อหมักรางตามด้วยบ่อหมักเร็วน้ำใส (MC-UASB)

เป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับฟาร์มขนาดเล็กและขนาดกลาง ระบบมีหน่วยบำบัดย่อยประกอบด้วย ระบบส่งน้ำเสีย บ่อรวบรวมน้ำเสีย บ่อดักกรวดทราย บ่อหมักราง บ่อ UASB บ่อดึงกาก ลานตากตะกอน และบ่อบำบัดขั้นหลัง โดยบ่อหมักรางจะทำหน้าที่เป็นบ่อหมักย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย รวมถึงทำหน้าที่ในการแยกของเสียส่วนข้นและ

ส่วนใสออกจากกันอีกด้วย ของเสียส่วนข้นจะถูกจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียกลายเป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะถูกกักเก็บไว้ภายใต้ผืนพลาสติกที่ใช้คลุมบ่อสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ และของเสียส่วนข้นที่ผ่านการย่อยสลายแล้วนี้จะเข้าสู่ลานตากตะกอนเป็นปุ๋ยอินทรีย์ สำหรับน้ำใสจะไหลผ่านไปยังบ่อหมักเร็วน้ำใส (UASB) น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากบ่อนี้จะเหลือค่าปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยวิธีการทางเคมี (COD) ประมาณ 800-1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และไหลลงไปสู่บ่อพักสุดท้าย น้ำที่ผ่านการบำบัดนี้สามารถนำกลับไปใช้ในการล้างทำความสะอาดคอกสัตว์ หรือปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้

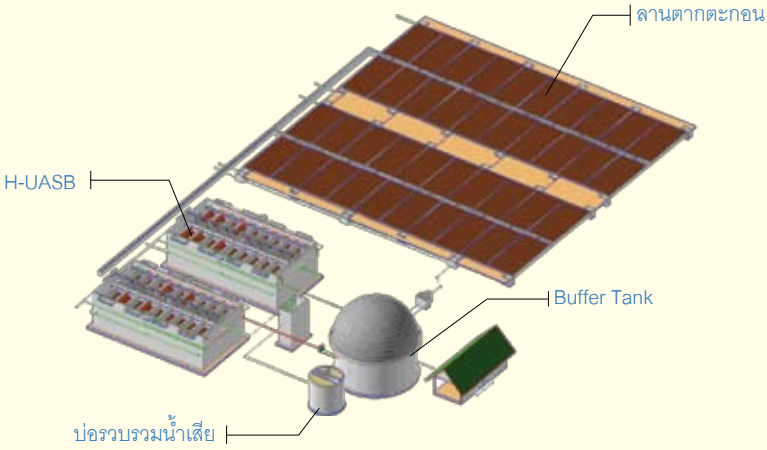


องค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพของระบบแบบ MC-UASB

ตัวอย่างระบบ MC-UASB

แบบบ่อหมักเร็วน้ำข้น (H–UASB)

เป็นระบบที่ใช้สำหรับฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ โดยน้ำเสียจากระบบรวบรวมน้ำเสียจะถูกส่งเข้าสู่ถังพักน้ำเสีย (buffer tank) เพื่อปรับคุณภาพน้ำให้มีความเหมาะสม และปรับอัตราการไหลของน้ำให้มีความสม่ำเสมอเพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยบำบัดในระบบต่อไป นอกจากนี้ถังพักน้ำเสียจะมีส่วนช่วยแยกกากตะกอนเฉื่อยออกจากน้ำเสียก่อนเข้าถังหมัก H-UASB พร้อมกันนี้ยังได้ติดตั้งโดมพลาสติกบนถังพักน้ำเสียด้วย เพื่อทำหน้าที่เก็บกักก๊าซชีวภาพภายในระบบ จากนั้นน้ำเสียจะถูกส่งไปยังบ่อหมัก H-UASB ซึ่งจะทำหน้าที่หมักย่อยสารอินทรีย์ในระบบโดยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศ เกิดผลพลอยได้เป็นก๊าซชีวภาพที่จะถูกส่งกลับไปเก็บยังถังพักน้ำเสีย ตะกอนที่ผ่านการย่อยสลายแล้วจะถูกส่งไปยังลานตากตะกอนเพื่อนำไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ต่อไป ส่วนน้ำเสียส่วนใสจะถูกส่งไปยังระบบบำบัดขั้นหลังต่อไป น้ำที่ผ่านการบำบัดจากถังหมักแบบ H-UASB สามารถลดค่าความสกปรกของสารอินทรีย์ได้ประมาณร้อยละ 97 ของค่าความสกปรกเริ่มต้น



องค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพของแบบ H-UASB

ตัวอย่างระบบ H-UASB

ระบบโดมคงที่ (Fixed Dome) ของกรมส่งเสริมการเกษตร

เป็นระบบที่เหมาะสำหรับฟาร์มขนาดเล็ก ลักษณะเป็นบ่อทรงกลมฝังอยู่ใต้ดิน ส่วนที่กักเก็บก๊าซมีลักษณะเป็นโดม ของเสียต่างๆ จากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ไหลลงไปผสมกันที่บ่อเติมมูลสัตว์แล้วปล่อยให้ไหลไปในบ่อหมัก ภายในบ่อหมักเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์และมูลสุกรจนกลายเป็นก๊าซชีวภาพลอยตัวอยู่บริเวณยอดโดมของบ่อ ก๊าซที่เกิดขึ้นจะดันมูลสุกรและน้ำที่อยู่ส่วนล่างของบ่อหมัก ให้ทะลักขึ้นไปตามท่อเก็บไว้ในบ่อล้น เมื่อมีการเปิดวาล์วก๊าซจากบ่อหมักนำไปใช้งาน มูลสุกรและน้ำจากบ่อล้นจะไหลย้อนกลับเข้าไปในบ่อหมักอีก และจะไปช่วยให้เกิดก๊าซขึ้นสามารถนำไปใช้ได้อีก ส่วนน้ำเสียส่วนใสจะถูกส่งไปยังระบบบำบัดขั้นหลัง เพื่อบำบัดต่อไป

องค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพแบบโดมคงที่

ตัวอย่างระบบโดมคงที่

ระบบแบบพลาสติกคลุมบ่อดิน (Covered Lagoon)

สามารถใช้ได้กับฟาร์มสุกรทุกขนาด โครงสร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพอาจเป็นคอนกรีตหรือดินขุด ในกรณีที่เป็นบ่อดินขุด ควรมีการปูแผ่นพลาสติกทับ เพื่อไม่ให้เกิดการรั่วซึมของของเสียลงใต้ดิน ด้านบนของบ่อคลุมด้วยผืนพลาสติกขนาดใหญ่ดังรูป เพื่อรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นนำไปใช้ประโยชน์ และป้องกันกลิ่นเหม็นรบกวน ระบบนี้สามารถดัดแปลงจากบ่อผึ่งหรือบ่อเก็บกักน้ำเสียเดิมของฟาร์มก็ได้ หลักการทำงานของบ่อโดยน้ำเสียไหลเข้าสู่ระบบทางด้านล่างของบ่อ แล้วจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาพไร้ออกซิเจน ก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพขึ้น โดยมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์สูงกว่าร้อยละ 60 หลังจากนั้นน้ำเสียจะถูกส่งไปยังระบบบำบัดขั้นหลังต่อไป

ตัวอย่างระบบ Covered Lagoon

ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบก๊าซชีวภาพ

- **ด้านพลังงาน**
  ก๊าซชีวภาพให้พลังงานความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้หุงต้มอาหาร กกลูกสุกร ใช้กับเครื่องยนต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งสามารถนำไปใช้งานต่อได้สะดวก และเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน เป็นต้น
- **ด้านการป้องกันและรักษาสิ่งแวดล้อม**
  การนำมูลสัตว์ไปหมักในสภาพไร้อากาศในบ่อก๊าซชีวภาพ ซึ่งจะทำให้ลดมลภาวะการระบาดของแมลง อีกทั้งช่วยลดกลิ่นเหม็นในฟาร์ม และลดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ
- **ด้านการเกษตร**
  กากตะกอนประกอบไปด้วยธาตุอาหารพืชพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์กับพืช และอยู่ในรูปที่นำไปใช้ได้ทันที
- **ด้านการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่**
  น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วสามารถนำมาหมุนเวียนใช้ใหม่ภายในฟาร์มได้ เช่น ทำความสะอาดคอก หรือโรงเลี้ยงสัตว์

การประยุกต์นำก๊าซชีวภาพมาใช้ให้เกิดประโยชน์

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการหมักแบบไร้อากาศมาใช้บำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรนอกจากจะลดความสกปรกของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดแล้วยังก่อให้เกิดผลพลอยได้ที่เป็นประโยชน์จากการบำบัดน้ำเสียที่กล่าวไปแล้วในตอนต้น คือ ก๊าซชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทน เช่น ทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) ในครัวเรือน เครื่องกกลูกสุกร หม้อต้มไอน้ำ ฯลฯ รวมถึงใช้กับเครื่องยนต์สำหรับสูบน้ำหรือผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในฟาร์ม

ผลที่ได้รับจากระบบบำบัดน้ำเสีย

- ก๊าซชีวภาพ
- ปุ๋ยอินทรีย์
- น้ำเสียเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

ก๊าซชีวภาพที่เกิดจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ประกอบไปด้วยก๊าซหลายชนิด เช่น ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น

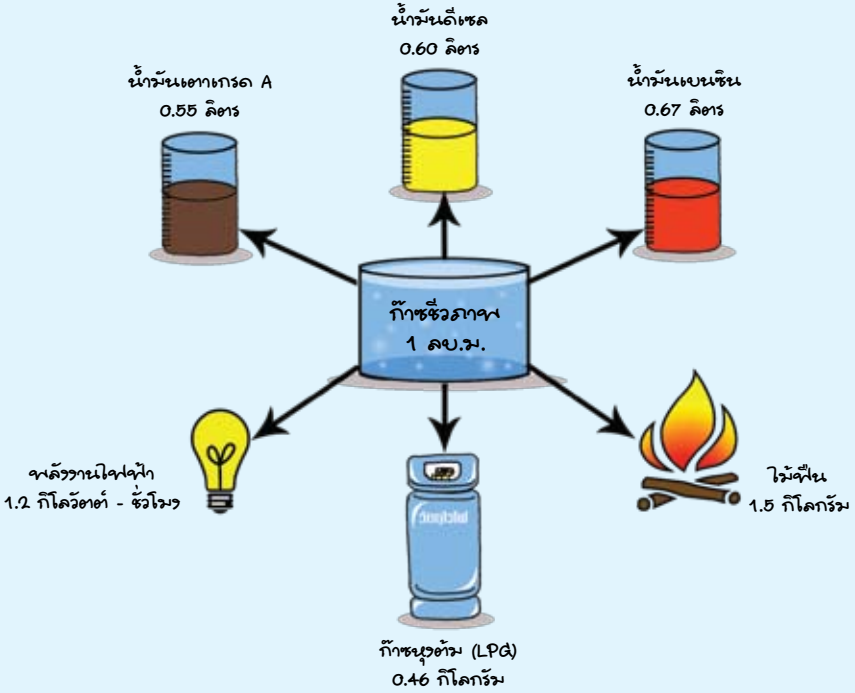
องค์ประกอบก๊าซชีวภาพ

- ก๊าซมีเทน (CH_4) ร้อยละ 60-70
- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ร้อยละ 28-38
- ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์
- ก๊าซอื่นๆ
- ไอน้ำ

ตารางแสดงคุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ

ค่าความร้อน	21 5.96	เมกกะจูล/ลบ.ม. (MJ/m^3) กิโลวัตต์ชั่วโมง/ลบ.ม. (kWh/m^3)
ความเร็วเปลวไฟ	25	เซนติเมตร/วินาที (cm/s)
อุณหภูมิเผาไหม้ในอากาศ	650	องศาเซลเซียส ^oC
อุณหภูมิจุดติดไฟของ CH_4	600	องศาเซลเซียส ^oC
ค่าความจุความร้อน	1.6	กิโลจูล/ลบ.ม.- องศาเซลเซียส (kJ/m^3-^oC)
ความหนาแน่น	1.15	กิโลกรัม/ลบ.ม. (kg/m^3)

การทดแทนพลังงานเทียบจากปริมาณก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม.



จากอัตราการทดแทนพลังงานของก๊าซชีวภาพดังแสดงข้างต้นนี้ สามารถสรุปเป็นรูปแบบการนำพลังงานที่ไปใช้ด้านต่างๆ ได้ดังนี้

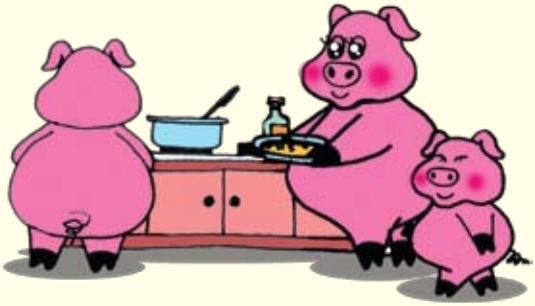
พลังงานความร้อน

การนำก๊าซชีวภาพไปเผาไหม้ให้ความร้อนโดยตรงนั้นจะได้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูง เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มไอน้ำ ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการอบแห้ง ใช้กับหัวกกลูกสุกร และใช้ในครัวเรือน เป็นต้น โดยสามารถใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มและไม้ฟืนได้เป็นอย่างดี

รูปการใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม

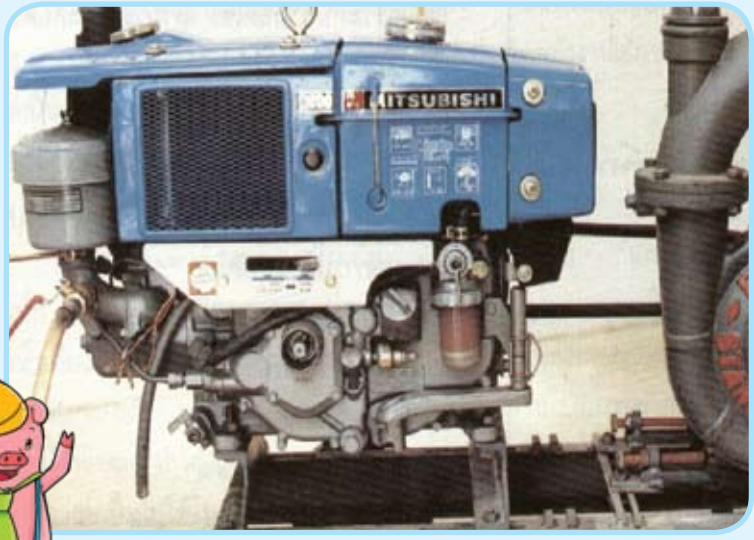
รูปการใช้ก๊าซชีวภาพกับหม้อต้มไอน้ำ

รูปการใช้ก๊าซชีวภาพกับหัวกกลูกสุกร

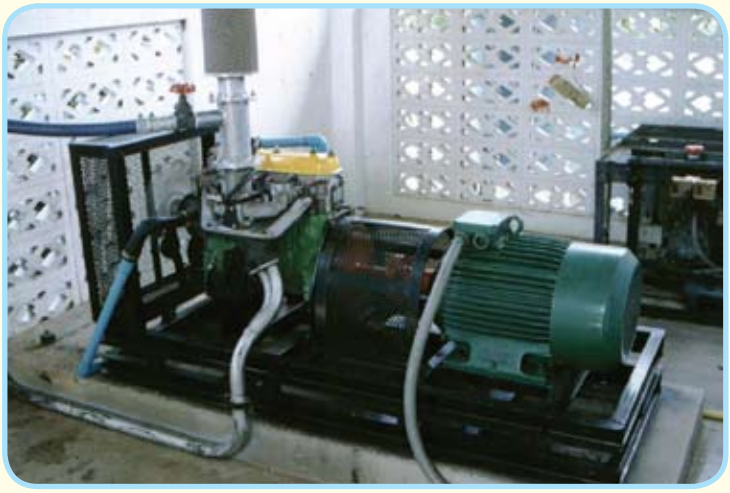


พลังงานกล/ไฟฟ้า

การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ในการผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้นี้สามารถนำไปใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้เป็นอย่างดี วิธีการนี้จำเป็นต้องมีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพออกก่อนการนำไปใช้โดยเฉพาะก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เนื่องจากเป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนของเครื่องยนต์



รูปการใช้ก๊าซชีวภาพกับเครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงสำหรับขับปั๊มสูบน้ำ

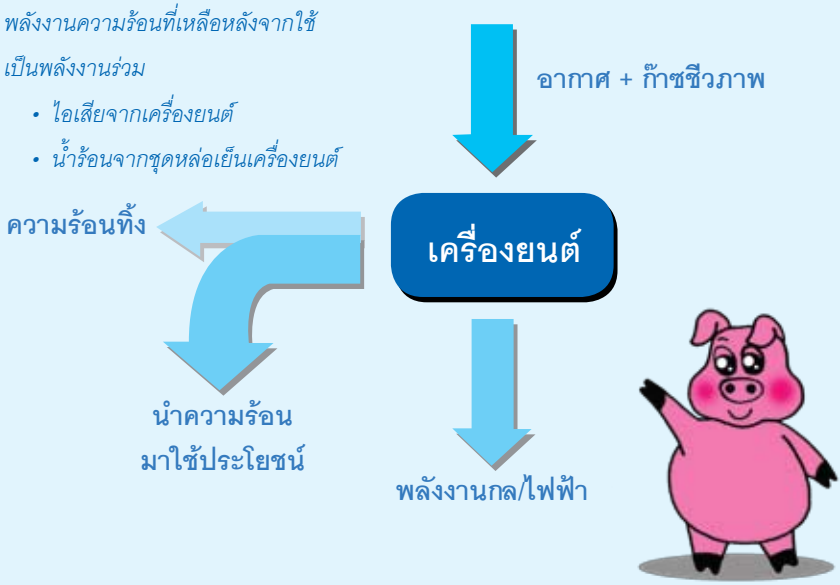


รูปการใช้ก๊าซชีวภาพกับเครื่องยนต์เบนซินดัดแปลงร่วมกับ
เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า

รูปการใช้ก๊าซชีวภาพกับเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพ
โดยเฉพาะเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

พลังงานร่วม

การผลิตพลังงานร่วม หมายถึง การผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้า และความร้อนร่วมกัน ซึ่งเป็นระบบที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์อย่างสูงสุด มากกว่าการนำมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า/ความร้อนเพียงอย่างเดียว เช่น การนำความร้อนทิ้งจากเครื่องยนต์ผลิตพลังงานไฟฟ้า มาผลิตน้ำร้อนไปยังระบบกกลูกสุกรแบบสัมผัสโดยตรง (คือ มีท่อน้ำร้อนวิ่งอยู่ภายใต้พื้นเพื่อส่งความร้อนให้กับพื้นและให้ความอบอุ่นแก่ลูกสุกรโดยการนอนสัมผัสพื้นดังกล่าว) หรือนำความร้อนมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของลานตากตะกอน เป็นการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในรูปของพลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด แต่อย่างไรก็ตามการนำพลังงานความร้อนมาใช้ดังกล่าว มีขีดความสามารถใช้ประโยชน์ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น (ไม่เกินร้อยละ 50) ส่วนที่เหลือจะกลายเป็นความร้อนทิ้งสู่อากาศ



เทคโนโลยีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพ

การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ทดแทนพลังงานด้านต่างๆ ควรมีการปรับปรุงคุณภาพของก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้ก๊าซชีวภาพมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน และลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยก๊าซทั้งสองชนิดมีรายละเอียด ดังนี้

ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)

ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) มีชื่อสามัญว่า ก๊าซไข่เน่า เป็นก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นเฉพาะตัว มีคุณสมบัติเป็นก๊าซพิษ โดยหากมีปริมาณมากถึง 2,000 ส่วนในล้านส่วน (ppm) จะมีผลต่อการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำ จะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดซัลฟูริค ($H_2S + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ กรดซัลฟูริค) สามารถกัดกร่อนโลหะและวัสดุอุปกรณ์ได้ ทำให้อายุการใช้งานสั้นทั้งนี้ เครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพ (Biogas Engine) สำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ออกแบบโดยทั่วๆ ไปนั้น โดยเฉพาะจากต่างประเทศ มักจะยอมรับให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพที่มีการปนเปื้อนของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ อยู่ในระดับไม่เกิน 500 ppm ดังนั้นการลดปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ ในก๊าซชีวภาพก่อนการนำไปใช้ประโยชน์นั้น จะเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม และจะช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ใช้ก๊าซด้วย

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นส่วนหนึ่งของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักย่อยกากสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบที่ไม่มีประโยชน์ในด้านเชื้อเพลิง แต่ทำให้ค่าความร้อนของก๊าซต่ำลง การลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากก๊าซชีวภาพจะมีผลทำให้ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพต่อหน่วยปริมาตรที่ส่งเข้าสู่อุปกรณ์ผลิตพลังงานนั้นสูงมากขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการนำพลังงานจากก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น

ปัจจุบันฟาร์มสุกรและหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจะเน้นการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพเป็นหลัก เนื่องจากมีผลกระทบต่อการนำไปใช้งานมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กล่าวคือ มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำไปใช้งานดังที่ได้กล่าวไปในข้างต้น ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นไม่มีผลต่อการกัดกร่อนของอุปกรณ์ที่นำไปใช้งานแต่อย่างใด แต่มีผลในการจุดติดไฟยากของก๊าซชีวภาพ หรือเปลืองพื้นที่ในกรณีนำไปบรรจุถังเพื่อนำไปใช้เป็นพลังงานรูปแบบต่างๆ หากมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพสูง ซึ่งหากก๊าซชีวภาพที่จะนำไปใช้งานมีปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) ต่ำกว่าร้อยละ 50 จะต้องกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้สามารถจุดติดไฟได้ง่ายขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีที่จะนำเสนอต่อไปนี้เป็นเทคโนโลยีที่มีการนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพอย่างแพร่หลายในฟาร์มสุกรต่างๆ โดยจะเน้นการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลัก มีรายละเอียด ดังนี้

เทคโนโลยีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

ชุดกรองกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยใช้ฝอยเหล็ก

ชุดกรองโดยใช้ฝอยเหล็กใช้ในการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ หลักการในการทำงาน คือ เมื่อก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ทำปฏิกิริยากับไอน้ำหรือความชื้น จะเกิดเป็นกรดซัลฟูริค ดังสมการ

$$2H_2S + 4H_2O \longrightarrow H_2SO_4 \text{ (กรดซัลฟูริค)} + 5H_2$$

ซึ่งกรดซัลฟูริคนี้สามารถกัดกร่อนโลหะและอุปกรณ์ จึงก่อให้เกิดปัญหาในการนำไปใช้งานโดยตรง ดังนั้นจึงใช้ฝอยเหล็กมาเป็นตัวถูกกัดกร่อนแทนก่อนการนำก๊าซไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งฝอยเหล็กจะถูกกรดซัลฟูริคกัดกร่อนเป็นสนิมและทำให้ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพลดน้อยลงหรือหมดไปในที่สุด

วิธีการง่ายๆ ที่เกษตรกรสามารถทำได้เอง โดยใช้เศษฝอยเหล็กที่ได้จากการกลึงเหล็กมาบรรจุใส่ท่อ PVC ขนาด 2-3 นิ้ว จนเต็มและนำไปต่อเข้ากับท่อที่เป็นทางผ่านก๊าซชีวภาพ ก่อนการนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ดังแสดงในรูป ส่วนระยะเวลาการใช้งานหรือการเปลี่ยนฝอยเหล็กนั้นเกษตรกรจะต้องคอยสังเกตและทำการเปลี่ยนฝอยเหล็กใหม่ เมื่อฝอยเหล็กกลายเป็นสนิมหมด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของชุดกรอง

ชุดกรองก๊าซโดยใช้ฝอยเหล็กก่อนเข้าครัวเรือนสำหรับเตาหุงต้ม

ชุดกรองชีวภาพ Bio-Filter

ระบบกรองชีวภาพนี้ เป็นระบบที่อาศัยฟิล์มจุลชีพที่เกาะบนผิวตัวกลางซึ่งจมอยู่ในน้ำ หรือผิวตัวกลางที่ถูกพรมน้ำให้มีความชื้นอย่างสม่ำเสมอ เมื่อเดินระบบไประยะเวลาหนึ่งจะเกิดฟิล์มจุลชีพขึ้น ซึ่งเป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้อากาศและซัลเฟอร์ในการดำรงชีพ เมื่อจุลินทรีย์ชนิดนี้ใช้ซัลเฟอร์ที่อยู่ในก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จะปล่อยซัลเฟอร์ที่เป็นธาตุอิสระออกมา ซึ่งจะเกาะติดอยู่ตามผนังกั้นบ่อโดยมีรูปแบบการก่อสร้าง เช่น การก่ออิฐเป็นบ่อปิดทรงสี่เหลี่ยม ดังแสดงในรูป ตัวกลางที่นิยมใช้ เช่น อิฐมอญ หรือพลาสติกที่ผลิตเพื่อใช้กับงานบำบัดน้ำเสีย (Media) ตัวกลางยิ่งมี

ผิวขรุขระมากเท่าไรจะยิ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดมากขึ้นเท่านั้น ชุดกรองชีวภาพ Bio-Filter นี้ เป็นแบบที่พัฒนามาจาก สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ชุดกรองชีวภาพ Bio-Filter

การเติมอากาศในบ่อพักก๊าซชีวภาพ

การเติมอากาศเข้าไปในบ่อพักก๊าซชีวภาพ (ฟาร์มสุกรขนาดใหญ่) หรือบ่อหมักราง (ฟาร์มสุกรขนาดกลาง) เป็นบ่อที่ทำหน้าที่รวบรวมก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ภายในระบบก่อนที่จะส่งไปยังชุดกรองก๊าซเจือปนและถังรวบรวมก๊าซ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ โดยเติมอากาศเข้าไปเพื่อตรึงไฮโดรเจนซัลไฟด์ให้กลายเป็นซัลเฟอร์ (กำมะถัน) ในสภาวะอิ่มตัว อัตราการเติมอากาศอยู่ที่ประมาณไม่เกินร้อยละ 5 ของก๊าซชีวภาพในระบบ ดังสมการ

$$6H_2S + 3O_2 \longrightarrow S_6 + 6H_2O$$

โดยซัลเฟอร์ที่เกิดขึ้นจะเกาะอยู่กับเมือกจุลินทรีย์บริเวณรอยต่อระหว่างชั้นน้ำและก๊าซภายในบ่อ วิธีนี้สามารถลดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ลงได้ 70-85% การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลเฟอร์ด้วยวิธีนี้ อยู่ในช่วงพัฒนาเพิ่มเติมของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ควรระวังไม่ให้อัตราการเติมอากาศมีมากเกินร้อยละ 5 ของปริมาณก๊าซชีวภาพในระบบ เนื่องจากคุณสมบัติของก๊าซชีวภาพจะมีช่วงของการลุกไหม้เมื่อมีอากาศประมาณร้อยละ 5-15 ของปริมาณก๊าซชีวภาพในระบบ

รูปการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วยการเติมอากาศ

เทคโนโลยีการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ชุดกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยสารละลายด่างเข้มข้น

สารละลายด่างเข้มข้น ทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) กลายเป็นผลึกของแข็งและของเหลวตกตะกอนอยู่ภายในถัง ทำให้ก๊าซที่ผ่านระบบนี้ไปมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ลดลงได้ ดังสมการ

$$CO_2 + Na^+ + 2OH^- \longrightarrow NaCO_3 + H_2O$$

$$2H_2S + 4H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 5\ H_2$$

โดยมีรูปแบบการก่อสร้างที่นิยมแพร่หลาย เช่น การก่ออิฐเป็นบ่อทรงสี่เหลี่ยม และการสร้างเป็นหอเหล็กสูง ดังแสดงในรูป โดยจะเดินท่อให้ก๊าซไหลเข้าจากทางด้านล่าง แล้วออกทางด้านบน ซึ่งทำให้ก๊าซชีวภาพสัมผัสกับสารละลายด่างที่ถูกพ่นมาจากด้านบนของถังอย่างทั่วถึง หรืออาจจะมีการนำตัวกลางพลาสติกที่ใช้สำหรับงานบำบัดน้ำเสีย (Media) มาบรรจุไว้ในถังด้วย เพื่อเพิ่มการสัมผัสระหว่างก๊าซชีวภาพกับสารละลายด่าง โดยระบบนี้ต้องตรวจเช็คค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่เสมอ เนื่องจากระบบนี้สามารถทำงานได้ดีในสภาวะเป็นกลาง สารละลายด่างที่เกษตรกรนิยมใช้กันมากที่สุดคือ น้ำปูนขาว เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย และราคาไม่แพง

ชุดกรองก๊าซชีวภาพโดยใช้สารละลายด่างแบบถังเหล็ก

ชุดกรองก๊าซชีวภาพโดยใช้สารละลายด่างแบบถังคอนกรีต

ปัญหาและอุปสรรคในการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์

การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในปัจจุบันนั้น ยังมีปัญหา และอุปสรรคในการนำไปใช้งาน เนื่องจาก

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ไม่สามารถนำมาใช้ได้อย่างได้คุ้มค่า

ปัจจุบันฟาร์มสุกรส่วนใหญ่ที่สามารถผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียนั้น ไม่สามารถนำก๊าซชีวภาพจากระบบดังกล่าวไปใช้ได้ทั้งหมด ทำให้ก๊าซชีวภาพที่เหลือใช้ถูกปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศ ซึ่งเป็นการส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน

จากข้อมูลแสดงสถานภาพการใช้ก๊าซชีวภาพจากสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (31 ธ.ค. 2549) ซึ่งมีฟาร์มสุกรเข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 142 ฟาร์ม มีการเดินระบบแล้ว 77 ฟาร์ม สามารถสรุปได้ว่า

- ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้รวม 79,009 ลบ.ม./วัน
- ปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำไปใช้รวม 72,944 ลบ.ม./วัน
- ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เหลือ 6,065 ลบ.ม./วัน

นอกจากนี้ยังมีก๊าซชีวภาพเหลือใช้ที่ถูกปล่อยทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรแบบอื่นๆ เช่น ระบบแบบพลาสติกคลุมบ่อดิน และระบบโดมคงที่ ซึ่งขณะนี้ยังไม่มีการเก็บรวบรวมอีกจำนวนมาก

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างระบบพร้อมอุปกรณ์เพิ่มเติม

การลงทุนระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ และอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ ที่นำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์นั้น จะมีมูลค่าการลงทุนที่ค่อนข้างสูง และจัดว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่ ยังมีการศึกษาปรับปรุงอยู่เรื่อยๆ เพื่อให้ทันต่อความต้องการพลังงานทดแทนในยุคปัจจุบันซึ่งไม่มีที่สิ้นสุด จึงสร้างความลังเลให้กับเกษตรกรในการลงทุนระบบดังกล่าว

ข้อจำกัดการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ภายนอกฟาร์ม

ในปัจจุบันการนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบบำบัดน้ำเสียไปใช้ประโยชน์เฉพาะภายในฟาร์มสุกร เนื่องจากยังไม่มีระบบขนส่งหรือระบบการส่งจ่ายที่นำก๊าซชีวภาพไปใช้ภายนอกฟาร์มที่ดีพอ อีกทั้งยังไม่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรเท่าที่ควร เนื่องจากข้อจำกัดต่างๆ เช่น คนในชุมชนยังไม่มีความรู้ความเข้าใจในการนำไปใช้ มีความกลัวในเรื่องอันตรายของการนำไปใช้ ไม่มีทุนในการสนับสนุนจัดทำระบบการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ภายนอกฟาร์มสุกร เนื่องจากยังมีหน่วยงานไม่มากนักที่ให้การสนับสนุน

การดูแลรักษาระบบและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งใช้งานกับก๊าซชีวภาพ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ ทั้งประเภทเครื่องยนต์ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้ก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะ และเครื่องยนต์ดัดแปลงจากเครื่องยนต์เบนซินหรือดีเซล ดังนั้นทางฟาร์มสุกรจำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจในอุปกรณ์นั้นๆเป็นอย่างดี

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้ว กรมควบคุมมลพิษ จึงได้มีการศึกษาแนวทางในการนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าที่สุด 3 แนวทาง คือ ระบบการเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรอง การบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังเพื่อนำไปใช้ในการหุงต้ม และการจัดทำระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพ โดยรายละเอียดของแต่ละแนวทางจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

ระบบเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรอง

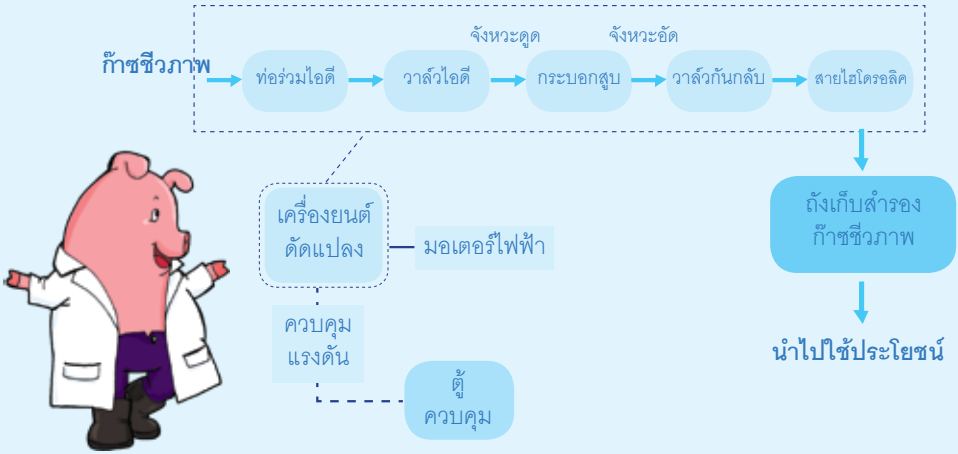
เป็นแนวทางที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรองให้สามารถเคลื่อนย้ายนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม โดยทางโครงการจัดทำเป็น 2 รูปแบบ คือ

- แบบถังเหล็กขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับฟาร์มสุกรขนาดกลางและขนาดใหญ่
- แบบถุงพลาสติกพีวีซี หมาะสำหรับฟาร์มขนาดเล็ก

แบบถังเหล็กขนาดใหญ่

ระบบเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรองแบบถังเหล็กขนาดใหญ่ มีความเหมาะสมสำหรับฟาร์มสุกรขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยฟาร์มสุกรนำร่อง คือ สามพรานฟาร์ม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบก๊าซชีวภาพของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ขนาด 1,000 ลบ.ม. สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 408 ลบ.ม.ต่อวัน แต่มีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้งานเพียง 331 ลบ.ม.ต่อวัน ทำให้แต่ละวันมีปริมาณก๊าซชีวภาพเหลือใช้ประมาณวันละ 77 ลบ.ม.

ทางโครงการได้ทำการพัฒนาระบบเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพนี้จากระบบเก็บสำรองและขนส่งก๊าซชีวภาพเดิมของฟาร์ม มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถเก็บสำรองก๊าซชีวภาพในถังเหล็กขนาดใหญ่ให้ได้ปริมาตรมากขึ้นตามความสามารถและอยู่ภายใต้ความปลอดภัยในการใช้งานของถังเก็บสำรอง โดยใช้เครื่องอัดอากาศที่ดัดแปลงมาจากเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งมีมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่เป็นต้นกำลังให้กับเครื่องยนต์ดัดแปลงดังกล่าว โดยมีองค์ประกอบและหลักการทำงาน ดังรูป



รูปแสดงระบบการเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรองแบบถังเหล็กขนาดใหญ่

หลักการทำงาน

เครื่องยนต์ดีเซลถูกดัดแปลงมาเพื่อให้ทำงานคล้ายเครื่องอัดอากาศ โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการขับเครื่องยนต์ดัดแปลงเพื่อสูบอัดก๊าซชีวภาพ เมื่อเริ่มการทำงานก๊าซชีวภาพจะถูกดูดเข้าทางท่อร่วมไอดี และไหลผ่านเข้าทางวาล์วไอดี เข้าสู่กระบอกสูบในจังหวะดูด และในจังหวะอัด ลูกสูบของเครื่องยนต์จะอัดก๊าซชีวภาพผ่านวาล์วกันกลับ ซึ่งดัดแปลงใส่แทนตำแหน่งหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงไหลผ่านสายไฮดรอลิคแต่ละเส้น และผ่านต่อไปตามท่อส่งก๊าซ เข้าไปรวมกันยังถังเก็บก๊าซชีวภาพสำรอง โดยจะมีชุดควบคุมแรงดันทำหน้าที่หยุดการทำงานของเครื่องอัดก๊าซชีวภาพเมื่อแรงดันภายในถังเก็บก๊าซชีวภาพสำรองถึง 120 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งเป็นแรงดันควบคุมเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน และในระบบควบคุมไฟฟ้าจะมีอุปกรณ์ตรวจสอบสถานะของไฟฟ้าในเรื่องกระแสไฟตก กระแสไฟเกิน รวมถึงมีระบบตัดการทำงานของมอเตอร์เมื่อมอเตอร์กินกระแสเกินพิกัดอีกด้วย

รายละเอียดขององค์ประกอบต่าง ๆ

ถังเหล็กเก็บสำรองก๊าซชีวภาพแบบติดตั้งกับที่ภายในฟาร์ม

โดยเป็นถังสำหรับบรรจุก๊าซหุงต้ม (LPG) ของปั๊มน้ำมัน นำมาใช้เป็นถังเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรอง ซึ่งเป็นถังที่มีความคงทนแข็งแรง หนา 0.5 นิ้ว สามารถทนความดันประมาณ 240 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) และมีความดันใช้งาน (Working Pressure) ประมาณ 140 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความจุถังประมาณ 10 ลูกบาศก์เมตร ตั้งอยู่ใกล้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพภายในฟาร์ม

รูปแสดงถังเก็บสำรองก๊าซชีวภาพไว้ใช้ภายในฟาร์มสุกร

ถังเหล็กเก็บสำรองก๊าซชีวภาพแบบติดตั้งบนรถบรรทุก 6 ล้อ สามารถเคลื่อนที่ได้

นอกจากนี้ทางฟาร์มยังได้มีการใช้ถังเก็บก๊าซชีวภาพสำรองแบบติดตั้งบนรถบรรทุก 6 ล้อ เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยถังที่ใช้เป็นถังสำหรับบรรจุก๊าซหุงต้ม (LPG) ของปั๊มน้ำมันเช่นเดียวกันกับถังเก็บสำรองแบบติดตั้งภายในฟาร์ม รวมทั้งมีความจุและความสามารถในการทนแรงดันเท่ากันด้วย ต่างกันเพียงถังเก็บสำรองนี้จะติดตั้งบนรถบรรทุก 6 ล้อ เพื่อสามารถขนย้ายก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ยังที่อื่นได้

รูปแสดงรถบรรทุกขนย้ายก๊าซชีวภาพสำรอง

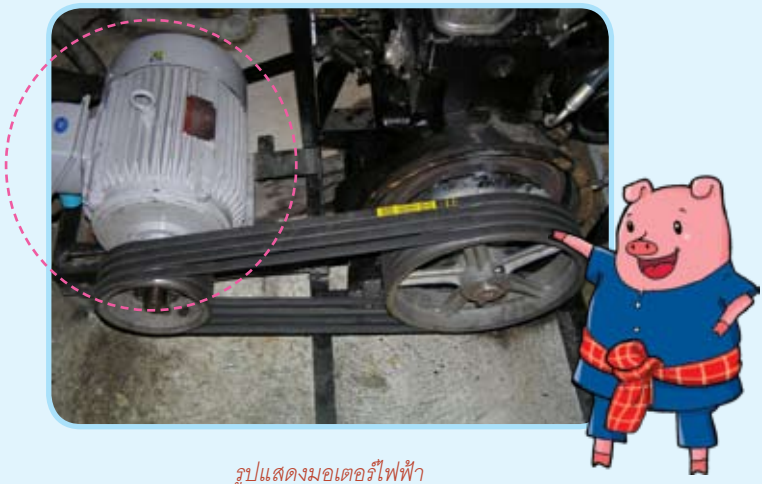
เครื่องอัดอากาศ (Compressor)

ทำการดัดแปลงจากเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 15 แรงม้า ที่มีประสิทธิภาพบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังในระดับแรงดันที่สูงสุดถึง 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ดังแสดงในรูป แต่เนื่องจากขีดความสามารถของถังเก็บก๊าซชีวภาพสำรองไม่สามารถรับความดันได้ถึง 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และเพื่อความปลอดภัย ทางโครงการจึงบรรจุก๊าซชีวภาพที่ความดันประมาณ 120 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งรายละเอียดของเครื่องอัดอากาศ มีดังนี้

รูปแสดงมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์ที่ทำการดัดแปลงจากเครื่องยนต์

มอเตอร์ไฟฟ้า

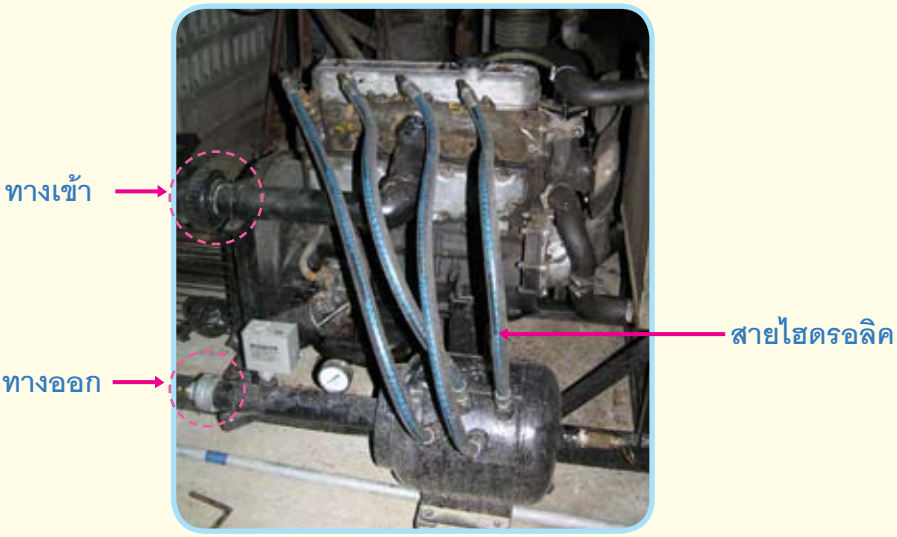
มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์เพื่อสูบอัดก๊าซชีวภาพ ลักษณะเป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่ ใช้งานได้กับไฟฟ้าแบบสามเฟสตั้งค่าการทำงานที่ 1,500 รอบต่อนาที โดยจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล



รูปแสดงมอเตอร์ไฟฟ้า

เครื่องยนต์ดัดแปลง

ก๊าซชีวภาพส่งผ่านเข้าเครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลง ทำหน้าที่อัดก๊าซชีวภาพเพื่อเก็บไว้ในถังเก็บสำรองให้ได้ปริมาตรมากขึ้น



รูปแสดงเครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลง

ชุดควบคุมแรงดัน

สวิตช์ควบคุมแรงดันอัตโนมัติ จะติดตั้งอยู่บริเวณท่อส่งก๊าซชีวภาพก่อนเข้าถังบรรจุก๊าซชีวภาพสำรอง เมื่อแรงดันการสูบอัดก๊าซชีวภาพในระบบเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพมีความหนาแน่นถึง 120 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) สวิตช์ควบคุมแรงดันจะส่งคำสั่งไปยังตู้ควบคุมทำหน้าที่หยุดการทำงานของเครื่องสูบอัดก๊าซชีวภาพ

รูปแสดงชุดควบคุมแรงดัน

ตู้ควบคุม

ในระบบควบคุมไฟฟ้า มีอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศ รวมถึงระบบตัดการทำงานของเครื่องยนต์ ขณะมอเตอร์กินกระแสเกินพิกัด

รูปแสดงตู้ควบคุม

ผลที่ได้รับ

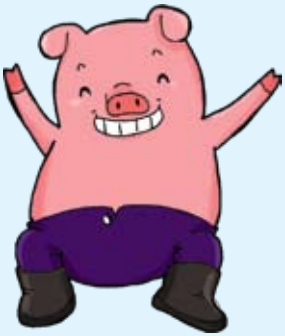
1. ทางฟาร์มสุกรมีระบบการเก็บก๊าซชีวภาพสำรองไว้ใช้ประโยชน์อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
2. สามารถนำก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากระบบไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ลดการปล่อยก๊าซชีวภาพทิ้ง
3. ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมเนื่องจากลดการปล่อยก๊าซชีวภาพสู่บรรยากาศ เพราะก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบหลัก คือ ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก

การบำรุงรักษา

ฟาร์มต้องจัดเตรียมบุคลากรเพื่อปฏิบัติงานบำรุงรักษาเทคโนโลยีระบบเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรอง เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อระบบ และยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องยนต์

ระบบควบคุมไฟฟ้า

- ตู้ควบคุม และชุดเพิ่มแรงดันควรติดตั้งในที่ร่ม และมีอากาศถ่ายเทได้ดี
- ระบบจะมีตัวตรวจจับกระแสไฟฟ้าตกหรือเกิน และระบบป้องกันมอเตอร์ทำงานเกินพิกัดที่กำหนดไว้ หากขณะทำการสูบอัดก๊าซชีวภาพมีกระแสไฟฟ้าที่ผิดปกติ ก็จะสั่งตัดการทำงานของเครื่องอัดก๊าซทันทีโดยทำการสังเกตจากอุปกรณ์ป้องกันเกินกำลัง (Over load)
- ใช้สวิตซ์แรงดันหยุดการทำงานของเครื่องสูบอัดก๊าซเมื่อค่าแรงดันในการบรรจุถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และทำการติดตั้งตัวระบบแรงดันควบคู่ไปด้วย หากในกรณีที่สวิตซ์แรงดันไม่ทำงานหรือเกิดเหตุขัดข้อง ซึ่งจะได้ยินเสียงก๊าซที่ระบายออกจากระบบปล่อยก๊าซส่วนเกินทิ้งจากระบบแรงดัน



รูปแสดงผังวงจรภายในตู้ควบคุมและตัว Over load

การดูแลระบบอย่างสม่ำเสมอ ช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์และอุปกรณ์

แบบถุงพลาสติกพีวีซี

การเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรองแบบถุงพลาสติกพีวีซี เป็นแนวทางที่เหมาะสมกับฟาร์มสุกรขนาดเล็ก โดยฟาร์มสุกรนำร่อง คือ ฟาร์มผู้ใหญ่สมยศ อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี มีระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบโดมคงที่ (Fixed Dome) ขนาด 16 ลบ.ม. สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณวันละ 27 ลบ.ม. แต่สามารถนำไปใช้ได้เพียงประมาณวันละ 3 ลบ.ม. ก๊าซชีวภาพส่วนที่เหลือจะถูกปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศ

เนื่องจากฟาร์มสุกรขนาดเล็กโดยทั่วไป จะมีการนำก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้ประโยชน์โดยใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มในครัวเรือนเพียงอย่างเดียว เพราะปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นๆ เช่น การติดตั้งเครื่องยนต์ สำหรับก๊าซชีวภาพที่เหลือใช้จะถูกปล่อยทิ้งไปสู่บรรยากาศซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นแนวทางการเก็บก๊าซชีวภาพสำรองแบบถุงพลาสติกพีวีซี จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความเหมาะสมในการจัดการกับปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี โดยแผนผังการเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรองแบบถุงพลาสติกพีวีซี แสดงดังรูป

Fixed Dome

ก๊าซชีวภาพ

ถุงพีวีซี
ขนาด 4 x 7.5 ม.หนา 1 มม.

นำไปใช้ประโยชน์

แผนผังการเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรองแบบถุงพลาสติกพีวีซี

หลักการทำงาน

ใช้งานโดยเปิดวาล์วควบคุมการไหลเข้า-ออกของก๊าซชีวภาพ เพื่อบรรจุก๊าซชีวภาพเข้าสู่ถุงพลาสติกพีวีซี โดยภายในบ่อหมักก๊าซจะมีแรงดันซึ่งจะดันให้ก๊าซชีวภาพไหลจากบ่อหมักไปยังถุงพลาสติกพีวีซีตามท่อส่งก๊าซที่ต่อไว้ เมื่อแรงดันภายในบ่อหมักก๊าซและถุงพลาสติกพีวีซีเท่ากันก๊าซจะหยุดไหลหรือสังเกตว่าถุงพลาสติกพีวีซีไม่ตึงจนเกินไปให้ทำการปิดวาล์ว จากนั้นสามารถเคลื่อนย้ายไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้

รายละเอียดขององค์ประกอบต่าง ๆ

ถุงเก็บก๊าซชีวภาพสำรองแบบพลาสติกพีวีซี

ถุงพลาสติกพีวีซีที่ใช้ในฟาร์มสุกรนำร่อง มีขนาด กว้าง 4 เมตร ยาว 7.5 เมตร และมีความหนา 1 มิลลิเมตร โดยต่อท่อส่งก๊าซชีวภาพจากบ่อก๊าซไปเก็บในถุงพลาสติกพีวีซี เพื่อเพิ่มพื้นที่เก็บสำรองก๊าซ การจัดทำระบบเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรองแบบถุงพลาสติกพีวีซี ทำให้ฟาร์มสุกรสามารถนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในการทดแทนก๊าซหุงต้ม ณ จุดต่างๆ ภายในฟาร์มสุกรได้มากขึ้น เนื่องจากระบบเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรองรูปแบบนี้สามารถเคลื่อนที่หรือย้ายตำแหน่งของถุงพีวีซีที่ใช้บรรจุก๊าซชีวภาพไปใช้ ณ จุดอื่นๆ ได้ง่าย แต่จะต้องอยู่ในระยะที่แรงดันของก๊าซชีวภาพอยู่ในระดับที่ใช้งานได้ในช่วงเวลานั้นๆ โดยจากการทดลองระยะที่สามารถใช้งานได้อยู่ที่ระยะทางประมาณ 20 เมตร จากถุงพลาสติกพีวีซี การบรรจุก๊าซชีวภาพสำรองแบบถุงพลาสติก แสดงดังรูป

รูปแสดงถุงเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพสำรอง

ท่อส่งก๊าซ

ใช้สายยางพลาสติกขนาด 1/2 นิ้ว ซึ่งจะเชื่อมต่อระหว่างบ่อหมักกับถุงพลาสติกพีวีซี

วาล์ว

ใช้บอลวาล์ว (Ball Valve) ซึ่งเป็นวาล์วที่ใช้กับก๊อกน้ำทั่วไป ติดตั้งบริเวณถุงพลาสติกพีวีซี ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของก๊าซ

รูปแสดงการต่อท่อและถุงเก็บสำรองเพื่อเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพ

ผลที่ได้รับ

1. เพิ่มพื้นที่ในการเก็บสำรองก๊าซชีวภาพได้มากขึ้น
2. สามารถเคลื่อนย้ายไปใช้งานยังส่วนต่างๆ ของฟาร์มได้เพิ่มขึ้น
3. ราคาถูก ใช้งานง่าย

การบำรุงรักษา

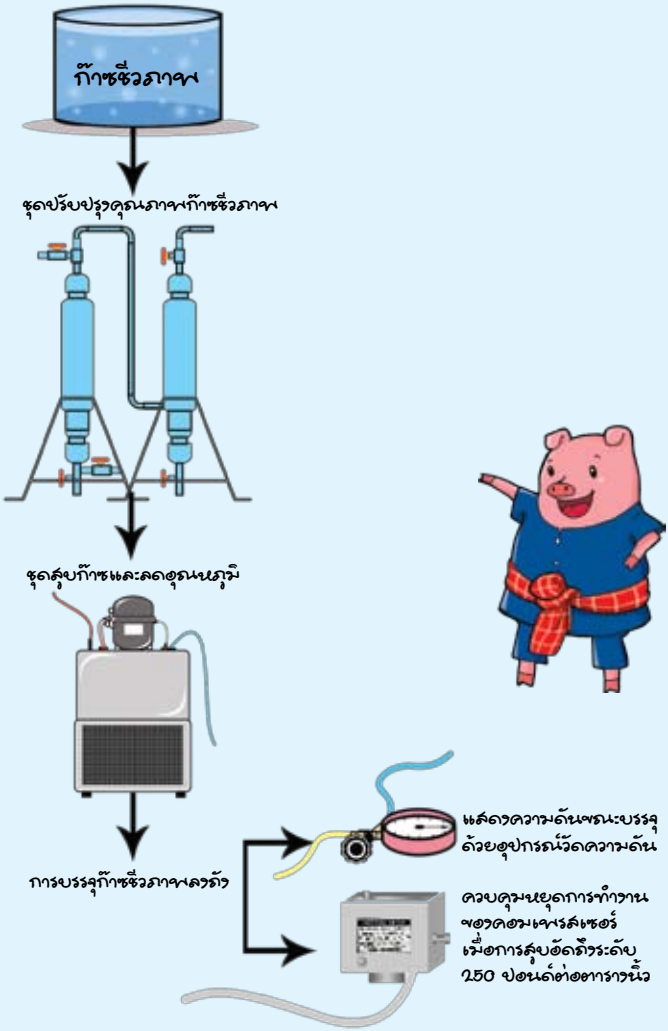
- ควรจัดวางถุงพลาสติกพีวีซีให้อยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นผิวเรียบไม่มีของมีคมหรือสัตว์ต่างๆ ที่อาจจะเป็นสาเหตุให้ถุงพลาสติกพีวีซีขาดหรือเสียหายได้
- ควรทำการตรวจเช็คสภาพและรอยรั่วที่ถุงพลาสติกพีวีซีเสมอ หากพบรอยรั่วควรทำการซ่อมแซมทันที

การบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังเพื่อใช้ในการหุงต้ม

โครงการได้จัดทำการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังเพื่อใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม โดยใช้กรณีตัวอย่างของฟาร์มสุกรนำร่อง คือ วิทยาฟาร์ม อำเภอย่านตาขาว จังหวัดตรัง ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบก๊าซชีวภาพของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ขนาด 600 ลบ.ม. ในแต่ละวันจะมีปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นประมาณ 306 ลบ.ม.ต่อวัน โดยทางฟาร์มนำก๊าซชีวภาพไปใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มในโรงฆ่าสัตว์เพียง 122 ลบ.ม.ต่อวันเท่านั้น ซึ่งจะมีก๊าซชีวภาพเหลือใช้ที่ถูกปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศต่อวันมากถึง 184 ลบ.ม.ต่อวัน

การบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังเพื่อใช้ในการหุงต้มนี้เป็นแนวทางหนึ่งเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซชีวภาพสู่บรรยากาศ โดยถังที่ใช้ในการบรรจุก๊าซชีวภาพนี้จะใช้ถังก๊าซหุงต้มที่ใช้กันทั่วไปในครัวเรือนมาบรรจุก๊าซชีวภาพได้เลย โดยไม่ต้องทำการดัดแปลงถังก๊าซที่จะนำมาใช้แต่อย่างใดเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน ซึ่งถังก๊าซนี้จะสามารถทนแรงดันได้สูงสุดที่ 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (มอก.27 และมอก.915) โดยการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังมีองค์ประกอบและหลักการทำงานดังรูป

การบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังเพื่อใช้ในการหุงต้มนี้เป็นแนวทางหนึ่งเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซชีวภาพสู่บรรยากาศ



รูปแสดงระบบการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังเพื่อใช้ในการหุงต้ม

หลักการทำงาน

นำก๊าซชีวภาพไปผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพก่อน โดยผ่านฝอยเหล็กเพื่อลดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และผ่านสารละลายด่างเข้มข้น เพื่อลดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพออกก่อน

ก๊าซชีวภาพที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วจะถูกดึงเข้าไปในชุดลดอุณหภูมิและสูบอัดก๊าซ ทำการสูบอัดก๊าซลงถังก๊าซหุงต้มโดยใช้ชุดหัวจ่ายที่ทำการติดตั้งเพิ่มเติม ไม่ต้องมีการดัดแปลงก๊าซหุงต้มที่ความดัน 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งเป็นแรงดันเพียงครึ่งหนึ่งที่ถังก๊าซหุงต้มสามารถรับได้ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน

แรงดันขณะทำการสูบอัดสามารถอ่านค่าได้จากอุปกรณ์วัดแรงดัน (เกจวัดแรงดัน) โดยจะทำงานควบคู่ไปกับสวิตช์ควบคุมแรงดันอัตโนมัติ โดยเมื่อการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังมีความดันถึง 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สวิตช์ควบคุมแรงดันอัตโนมัติจะตัดการทำงานของปั๊มคอมเพรส-เซอร์ทันที

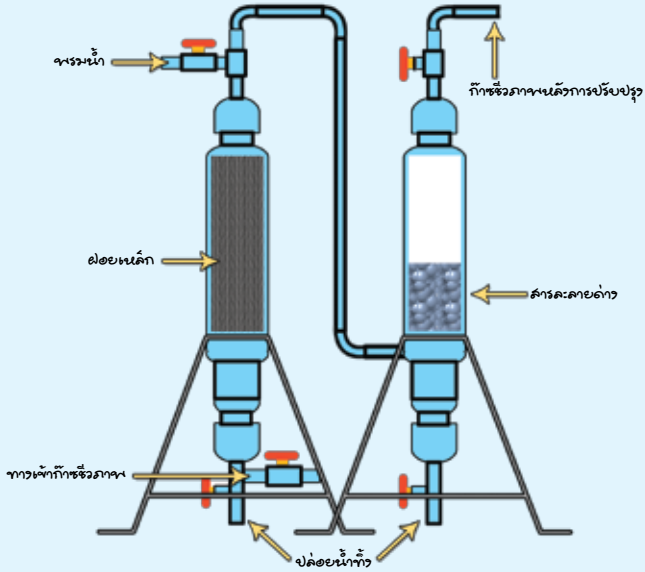
รายละเอียดขององค์ประกอบต่าง ๆ

ชุดปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ

ในการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังจำเป็นต้องมีการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซชีวภาพก่อนเนื่องจาก

- ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะเกิดเป็นกรดซัลฟูริคซึ่งมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ จึงก่อให้เกิดปัญหาโดยเฉพาะเมื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรและเครื่องยนต์ต่างๆ จะทำให้มีอายุการใช้งานสั้นลง
- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่ให้พลังงานความร้อนและไม่สามารถจุดติดไฟได้ ดังนั้นจึงต้องกำจัดออกเพื่อลดพื้นที่ในการบรรจุก๊าซชีวภาพในถังก๊าซชีวภาพ

โดยลักษณะชุดปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ยาว 1.2 เมตร จำนวน 2 ชุดต่ออนุกรมกัน โดย ท่ออันแรกบรรจุฝอยเหล็กจนเต็ม และท่ออันที่สองบรรจุสารละลายด่างเพียงครึ่งหนึ่งของระดับความสูงท่อ เพื่อป้องกันสารละลายปนออกไปกับก๊าซชีวภาพที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแล้ว



ชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ชุดสูบอัดและลดอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพ

ชุดสูบอัดและลดอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพ

ซึ่งจะแบ่งการทำงานเป็น 2 ขั้นตอน

ชุดทำความเย็น

- คอมเพรสเซอร์ที่มีกำลังของมอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า เพื่อสูบอัดน้ำยาทำความเย็นในระบบทำความเย็น
- ระบบทำความเย็น ที่ประกอบด้วยแผงระบายความร้อน และน้ำยาทำความเย็น
- ท่อน้ำยาทำความเย็น ที่ขดเป็นวงติดกับผนังของถังบรรจุน้ำ

รูปแสดงชุดทำความเย็น

การออกแบบให้มีการหล่อเย็นก๊าซชีวภาพก่อนเข้าจุดดูดของปั๊ม (คอมเพรสเซอร์) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความเย็นจากก๊าซชีวภาพไปลดอุณหภูมิให้กับมอเตอร์ปั๊ม ซึ่งจะส่งผลให้ก๊าซชีวภาพที่ผ่านปั๊มไม่ร้อนมากเกินไป

ชุดอัดก๊าซชีวภาพลงถัง

- ถังบรรจุน้ำเกลือ ซึ่งเป็นถังสแตนเลสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ความสูง 35 เซนติเมตร มีผนัง 2 ชั้น ภายในหล่อด้วยฉนวนกันความร้อน
- ท่อขนาด 1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นทางเข้าของก๊าซชีวภาพที่มาจากอุปกรณ์แยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์ มีลักษณะขดเป็นวงห่างจากผนังของถัง 5 เซนติเมตร อีกปลายด้านหนึ่งของท่อนี้ต่อกับคอมเพรสเซอร์ที่จุดดูดและจุดอัด
- ท่อที่ต่อลงในถังในลักษณะขดเป็นวงห่างจากผนังของถัง 10 เซนติเมตร อีกปลายด้านหนึ่งของท่อนี้ เป็นจุดเชื่อมต่อกับสายจ่ายก๊าซชีวภาพเข้าสู่ถังเชื้อเพลิง
- คอมเพรสเซอร์ ที่มีกำลังของมอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า ทำหน้าที่อัดก๊าซชีวภาพลงถัง

รูปแสดงคอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่อัดก๊าซชีวภาพลงถัง

รูปแสดงท่อที่ขดเป็นวงอยู่ภายในถังสแตนเลส

อุปกรณ์วัดแรงดัน

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แสดงแรงดันภายในถังก๊าซหุงต้มขณะที่กำลังทำการบรรจุในช่วงเวลานั้น โดยจะแสดงค่าแรงดันอยู่ในช่วงระหว่าง 0-250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งเป็นค่าที่กำหนดไว้เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน

รูปแสดงอุปกรณ์วัดแรงดัน

สวิตช์ควบคุมแรงดัน

จากที่ได้ทำการกำหนดแรงดันในการสูบอัดสูงสุดไว้ที่ 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เมื่อแรงดันในการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังถึงระดับแรงดันที่กำหนดไว้ สวิตช์ควบคุมแรงดันจะสั่งหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ในการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังทันที ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ดำเนินการอย่างยิ่ง

รูปแสดงสวิตช์ควบคุมแรงดัน

สวิตช์ควบคุมแรงดันจะสั่งหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ในการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังทันที

ถังบรรจุก๊าซชีวภาพ

เลือกใช้ถังก๊าซหุงต้มมาตรฐาน ทนแรงดันประมาณ 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งเป็นถังก๊าซที่ได้รับการรับรองจากมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม จึงมีความปลอดภัยสูง โดยจะเลือกถังขนาดที่ใช้กันอยู่ทั่วไปตามบ้านเรือน คือ ขนาดบรรจุก๊าซหุงต้ม 15 กิโลกรัม มีปริมาตร 41 ลิตร

ทั้งนี้ต้องมีการติดตั้งชุดหัวจ่ายก๊าซ ประกอบขึ้นสำหรับใช้บรรจุก๊าซชีวภาพลงถังที่จุดเติมก๊าซของถังก๊าซทั่วไป ซึ่งชุดหัวจ่ายก๊าซนี้ทำให้สามารถบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังได้โดยไม่ต้องดัดแปลงถังก๊าซหุงต้มที่จะนำมาใช้งานแต่อย่างใด และหัวจ่ายนี้สามารถถอดเข้า-ออกได้

รูปหัวจ่ายก๊าซขึ้นสำหรับใช้บรรจุก๊าซชีวภาพลงถัง

ก่อน

หลัง

รูปแสดงการประกอบชุดหัวจ่ายกับถังก๊าซหุงต้มขนาดมาตรฐานทั่วไป

รูปแสดงการบรรจุถังก๊าซชีวภาพลงถังก๊าซหุงต้ม

ผลที่ได้รับ

1. ทางฟาร์มสามารถนำก๊าซชีวภาพไปใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม ยังครัวเรือนต่างๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย เนื่องจากมีขนาดเล็ก
2. สามารถนำก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากระบบไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
3. ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมเนื่องจากลดการปล่อยก๊าซชีวภาพสู่บรรยากาศ เพราะก๊าซชีวภาพมีก๊าซเรือนกระจกเป็นองค์ประกอบหลัก คือ ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาในเบื้องต้น เพื่อยืดอายุการใช้งาน และทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพที่สุด สามารถทำได้ง่ายๆ ดังนี้คือ

- เก็บอุปกรณ์ไว้ในที่มิดชิด ป้องกันการถูกแดดและฝนที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่ออุปกรณ์ได้
- ต้องทำการปล่อยน้ำที่ค้างอยู่ในเส้นท่อที่นำก๊าซชีวภาพเข้า-ออกจากปั๊มทุกครั้ง ก่อนการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถัง โดยหมุนจุกเกลียวที่ปิดปลายท่อออก เนื่องจากน้ำหลงเหลืออยู่ในเส้นท่อ ซึ่งจะเป็นอุปสรรคในการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถัง
- ทำการเปลี่ยนสารละลายน้ำเกลือและทำความสะอาดถังบรรจุเมื่อสังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงของสารละลายที่ใช้ หรือเมื่อพบความสกปรก

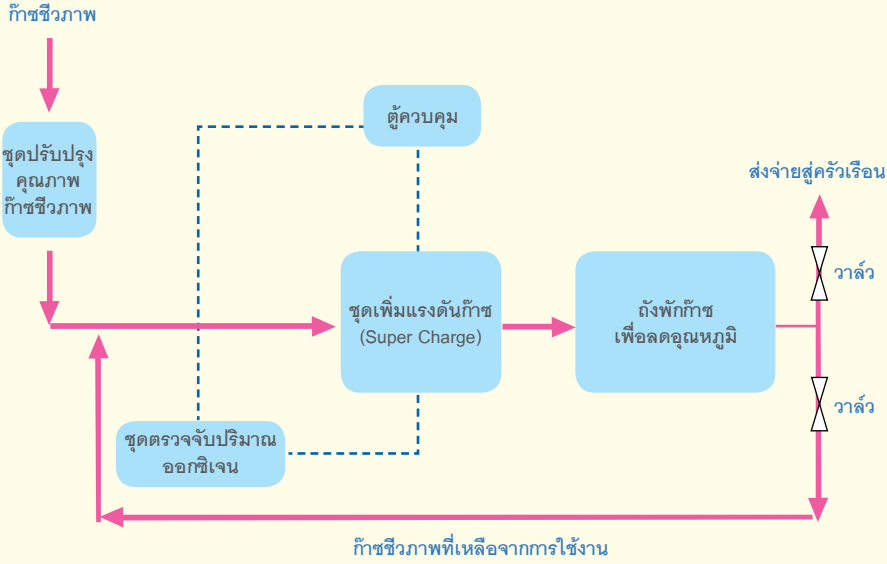
รูปแสดงจุดปล่อยน้ำที่ค้างในเส้นท่อออก

การจัดทำระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพ

เป็นแนวทางที่จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพที่มีการใช้ประโยชน์อยู่แล้วของฟาร์มสุกรทั่วไป ซึ่งปัญหาของระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพเดิม คือ สามารถส่งจ่ายได้เพียงระยะทางสั้นๆ และไม่สามารถส่งจ่ายก๊าซได้อย่างต่อเนื่อง ทางโครงการจึงแก้ปัญหาโดยใช้ถังเก็บก๊าซเพื่อลดอุณหภูมิและเพิ่มแรงดันทำให้สามารถส่งจ่ายก๊าซได้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากฟาร์มสุกรมักจะมีความชื้นสูงเกือบถึงจุดอิ่มตัวเป็นสาเหตุให้เกิดน้ำขังภายในเส้นท่อ ดังนั้นในการจัดทำระบบส่งจ่ายก๊าซจึงติดตั้งจุดดักน้ำเพื่อแยกน้ำออกจากก๊าซชีวภาพ ทำให้สามารถส่งจ่ายก๊าซชีวภาพได้ไกลถึง 2 กิโลเมตร อย่างต่อเนื่องและสามารถใช้งานได้ดีถึงจุดสุดท้ายของระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพ โดยฟาร์มสุกรที่เหมาะสมในการนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ควรเป็นฟาร์มสุกรขนาดกลางขึ้นไป เนื่องจากสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ปริมาณมากพอสำหรับระบบส่งจ่าย และควรเป็นฟาร์มสุกรที่ตั้งอยู่ไม่ไกลจากชุมชนอีกทั้งมีครัวเรือนที่สมัครใจใช้ก๊าซชีวภาพจากระบบส่งจ่ายมากพอเพื่อความคุ้มค่าสูงสุดในการลงทุน

การจัดทำระบบส่งจ่ายก๊าซควรติดตั้งจุดดักน้ำเพื่อแยกน้ำออกจากก๊าซชีวภาพและเดินท่อก๊าซให้มีความลาดเอียง

การจัดทำระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพใช้กรณีตัวอย่างของทัศนีย์ฟาร์ม อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบก๊าซชีวภาพของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ขนาด 700 ลบ.ม. สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณวันละ 245 ลบ.ม. โดยปริมาณก๊าซชีวภาพที่ทางฟาร์มสุกรสามารถผลิตได้ทั้งหมดนี้ จะจัดทำท่อส่งจ่ายก๊าซชีวภาพเพื่อส่งจ่ายไปยังครัวเรือนต่างๆ ใกล้เคียงที่มีความสนใจเข้าร่วมในโครงการ เป็นระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร โดยได้จัดทำระบบส่งจ่ายดังกล่าวพร้อมกับการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียของฟาร์มสุกรนำร่องนี้ โดยมีองค์ประกอบและหลักการทำงานดังนี้ คือ



แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพ

หลักการทำงาน

หลังจากก๊าซชีวภาพผ่านชุดปรับปรุงคุณภาพก๊าซแล้ว จะถูกส่งต่อไปยังชุดเพิ่มแรงดันก๊าซชีวภาพซึ่งควบคุมการทำงานจากตู้ควบคุม และบริเวณท่อส่งก๊าซทางเข้าชุดเพิ่มแรงดันนี้จะมีการติดตั้งชุดตรวจจับก๊าซออกซิเจน เพื่อตรวจสอบการรั่วของก๊าซ เมื่อก๊าซชีวภาพผ่านชุดเพิ่มแรงดันดังกล่าวแล้วจะเข้าสู่ถังพักก๊าซชีวภาพเพื่อลดอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพที่ออกจากชุดเพิ่มแรงดัน ก่อนเข้าสู่ระบบส่งจ่ายเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในครัวเรือนต่างๆ แต่หากในกรณีที่ปริมาณก๊าซชีวภาพในระบบมากเกินไป ก๊าซชีวภาพส่วนเกินจะถูกเวียนกลับมายังถังพักก๊าซชีวภาพโดยท่อบายพาส

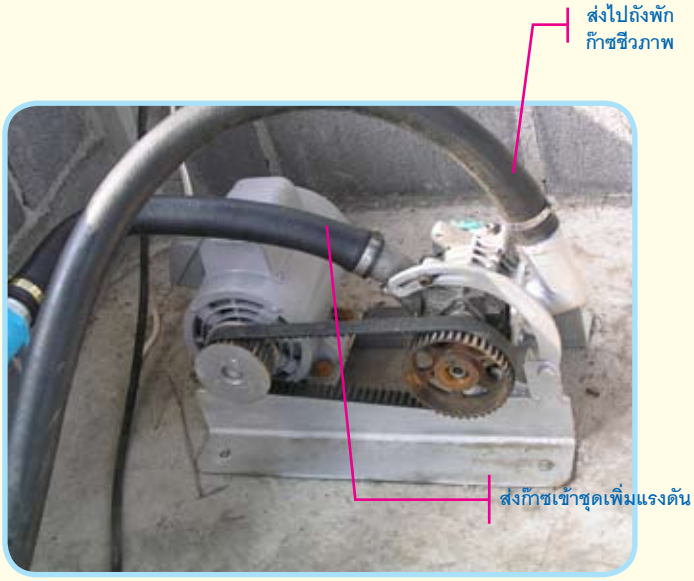
รายละเอียดขององค์ประกอบต่าง ๆ

ชุดเพิ่มแรงดันก๊าซชีวภาพ

ชุดเพิ่มแรงดันก๊าซชีวภาพ เพื่อให้สามารถส่งจ่ายก๊าซชีวภาพไปสู่ครัวเรือนอื่นๆ ได้ไกลขึ้น โดยประกอบไปด้วย

- มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ตั้งค่าความเร็วรอบไว้ที่ 1,500 รอบต่อนาที สำหรับเป็นต้นกำลัง
- ชุดอัดก๊าซชีวภาพ (Brower) ซึ่งดัดแปลงมาจากซุปเปอร์ชาร์จ (Super Charge) ของเครื่องยนต์รถขนาดเล็กเพื่อส่งจ่ายก๊าซชีวภาพ ตั้งค่าความเร็วรอบไว้ที่ 1,000 รอบต่อนาที
- ตู้ควบคุม โดยมีระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งเป็นอุปกรณ์อยู่ภายในตู้ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของชุดเพิ่มแรงดันก๊าซชีวภาพ

โดยชุดเพิ่มแรงดันนี้ทำให้ก๊าซชีวภาพมีแรงดันในการส่งจ่ายประมาณ 2-3 เมตรน้ำ การทำงานของชุดเพิ่มแรงดันก๊าซควบคุมการทำงานแบบการสั่งงานด้วยบุคคลที่ตู้ควบคุม ซึ่งสามารถพัฒนาเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติได้ต่อไปในอนาคต เพื่อความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น



รูปแสดงชุดเพิ่มแรงดันก๊าซชีวภาพ

ถังพักก๊าซชีวภาพ

ถังพักก๊าซชีวภาพดัดแปลงจากถังกรองน้ำขนาด 100 ลิตร โดยจะติดตั้งถังพักก๊าซใกล้กับชุดเพิ่มแรงดันก๊าซ ซึ่งจะทำการต่อท่อเพื่อรับก๊าซชีวภาพจากชุดเพิ่มแรงดันและสำหรับส่งไประบบส่งจ่ายรวมถึงท่อบายพาส ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดต่อไป โดยอาจทำการพ่นสีที่ตัวถังเพื่อช่วยป้องกันสนิมและการกัดกร่อน ที่อาจเกิดขึ้นจากอายุการใช้งาน โดยวัตถุประสงค์ในการติดตั้งถังพักก๊าซชีวภาพ คือ

- ลดอุณหภูมิ เพื่อช่วยระบายความร้อนของอุปกรณ์ต่างๆ
- มีจุดดักน้ำ จึงเป็นการช่วยลดปริมาณน้ำในท่อส่งจ่ายอีกทางหนึ่ง

รูปแสดงถังพักก๊าซชีวภาพ (1)

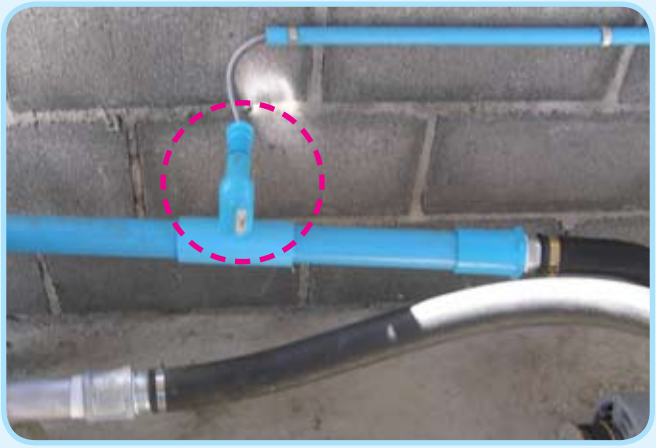
รูปแสดงถังพักก๊าซชีวภาพ (2)

ท่อบายพาส

ติดตั้งเพื่อควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพในระบบ หากมีปริมาณก๊าซชีวภาพมากเกินไปในระบบ จะทำหน้าที่ส่งก๊าซชีวภาพเวียนกลับมายังชุดเพิ่มแรงดันส่งจ่ายก๊าซอีกครั้ง และสามารถปรับวาล์วที่ท่อบายพาสเพื่อควบคุมแรงดันที่ปลายทางได้อีกด้วย และควรทำการตรวจเช็คสภาพท่อบายพาสอยู่เสมอไม่ให้มีรอยรั่วซึมหรือการอุดตัน เพื่อประสิทธิภาพในการใช้งาน

นอกจากนี้ท่อส่งก๊าซเข้าสู่ชุดเพิ่มแรงดัน บริเวณใกล้เคียงกับท่อบายพาสและชุดเพิ่มแรงดันจะทำการติดตั้งชุดตรวจจับปริมาณออกซิเจน (Oxygen Sensor)เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน และควบคุมการทำงานของชุดเพิ่มแรงดันก๊าซ โดยทำการตั้งค่าให้ก๊าซออกซิเจน (O_2) ในอากาศประมาณ 21% เทียบเป็น 100 % หากปริมาณก๊าซออกซิเจนหรืออากาศมากเกินที่กำหนด (O_2 > 20%) ระบบจะส่งสัญญาณไปหยุดการทำงานของชุดเพิ่มแรงดันก๊าซทันที และจะมีระบบสัญญาณเตือนให้ผู้ดูแลระบบทราบ

รูปแสดงชุดอุปกรณ์ตรวจจับออกซิเจน



รูปแสดงตำแหน่งติดตั้งชุดตรวจจับออกซิเจนในแนวท่อ

รูปหน้าจอแสดงปริมาณออกซิเจนในก๊าซบนตู้ควบคุมการทำงาน

ท่อส่งจ่ายก๊าซชีวภาพสู่ครัวเรือน

ท่อหลัก

เลือกใช้ท่อพลาสติกทนแรงดันสูง (HDPE) ชั้นคุณภาพ PN6 หนา 6.3 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มม. เนื่องจาก

- มีจุดต่อของท่อน้อย เนื่องจากเส้นท่อแต่ละเส้นมีความยาว 100 ม.ทำให้เมื่อต่อท่อเป็นระยะทางไกลๆ จะมีรอยต่อน้อยกว่าท่ออื่นๆ เช่น ท่อพีวีซี (PVC) เป็นต้น จึงทำให้ลดความเสี่ยงในเรื่องการรั่วซึมตรงบริเวณจุดต่อลงได้
- ท่อ HDPE มีความยืดหยุ่นตัวสูงสามารถโค้งงอปรับสภาพตามพื้นที่ได้ง่าย
- อายุการใช้งานยาวนานกว่า เนื่องจากสามารถทนความร้อนและแสงแดดได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับท่อพีวีซี (PVC)

โดยฝังกลบท่อ HDPE ที่ระดับความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร จากผิวดิน ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมเนื่องจากเป็นระยะที่ไม่มีผลต่อแรงดันในเส้นท่อและลดความเสี่ยงในการแตกหรือหักจากแรงกดทับที่บริเวณผิวดินได้เป็นอย่างดี และทำการรัดแยกขนาด 1 นิ้ว เพื่อทำจุดจ่ายย่อยส่งเข้าครัวเรือนแต่ละหลัง

รูปแสดงท่อหลัก (HDPE) ที่ใช้ในการส่งจ่ายก๊าซชีวภาพ

ท่อแยกสู่ครัวเรือน

ทางโครงการทำจุดจ่ายย่อยจากท่อหลัก HDPE สำหรับครัวเรือนนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ โดยใช้ต่อท่อพลาสติกพีวีซีสามทางขนาด 1 นิ้วเชื่อมต่อจากท่อหลัก ทั้งนี้ครัวเรือนที่ประสงค์จะนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์สามารถต่อท่อจากจุดจ่ายย่อยไปใช้ได้เลย โดยใช้ท่อพลาสติกพีวีซีขนาด 1/2 นิ้ว เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสมต่อการนำไปต่อเข้ากับอุปกรณ์หุงต้มในครัวเรือน

นอกจากนี้ยังได้ติดตั้งวาล์วไว้ที่จุดจ่ายแต่ละจุดด้วย เพื่อควบคุมแรงดันที่เข้าสู่ครัวเรือนแต่ละหลัง รวมถึงสามารถปิดการส่งจ่ายก๊าซชีวภาพเข้าสู่ครัวเรือน ในขณะที่มีการซ่อมแซมท่อของครัวเรือนนั้นๆ

รูปแสดงจุดจ่ายก๊าซชีวภาพย่อย

จุดดักน้ำ

จุดดักน้ำติดตั้งเพื่อทำหน้าที่แยกน้ำที่อาจเกิดขึ้นภายในท่อส่งจ่ายก๊าซชีวภาพ เนื่องจากก๊าซชีวภาพมีความชื้นและไอน้ำเกิดการรวมตัวกันเป็นหยดน้ำ เป็นสาเหตุให้ก๊าซชีวภาพที่ถูกส่งภายในเส้นท่อถูกลำเลียงได้ไม่สะดวก แรงดันในการส่งจ่ายก๊าซชีวภาพจะลดต่ำลง สิ้นเปลืองพลังงานและที่สำคัญจะส่งผลให้ระยะทางในการส่งจ่ายก๊าซชีวภาพของระบบลดต่ำลงด้วย โดยจะติดตั้งในจุดหรือพื้นที่ที่มีระดับต่ำกว่าจุดอื่น โดยเดินท่อก๊าซให้มีความลาดเอียง (Slope) ประมาณ 0.5-1.0% ลงไปหาจุดดักน้ำด้วยและติดตั้งวาล์วเพื่อระบายน้ำออกจากท่อส่งก๊าซ ซึ่งสามารถลดปริมาณน้ำที่ค้างอยู่ในเส้นท่อได้เป็นอย่างดี

รูปแสดงจุดดักน้ำ

ผลที่ได้รับ

1. มีพลังงานทดแทนก๊าซหุงต้มเพื่อใช้ในครัวเรือน รวมถึงภายในชุมชนใกล้เคียงซึ่งเป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างฟาร์มสุกรและชุมชน
2. สามารถนำก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากระบบไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ลดการปล่อยก๊าซชีวภาพทิ้ง
3. ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมเนื่องจากลดการปล่อยก๊าซชีวภาพสู่บรรยากาศ เพราะก๊าซชีวภาพมีก๊าซเรือนกระจกเป็นองค์ประกอบหลัก คือ ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การบำรุงรักษา

ชุดเพิ่มแรงดันก๊าซชีวภาพ

- ตู้ควบคุมและชุดเพิ่มแรงดันควรติดตั้งในที่ร่มพ้นจากแสงแดดและฝน และอากาศถ่ายเทได้ดี
- ควรมีการตั้งเวลาเปิด-ปิด ระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพ เช่น เป็นช่วงเวลาประจำในแต่ละวัน หรือ ช่วงกลางวัน-กลางคืน เป็นต้น เพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ไม่ให้ทำงานหนักเกินไป
- ต้องทำการหยุดเดินระบบส่งจ่ายทันที เมื่อพบความชำรุดของอุปกรณ์ หรือได้รับแจ้งการเตือนจากตัวระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพเอง
- หากมอเตอร์มีการทำงานเกินพิกัดที่กำหนดไว้ จะหยุดการทำการส่งจ่ายของระบบทันที สังเกตจากอุปกรณ์ป้องกันเกินกำลัง (Over load)

รูปแสดงผังวงจรภายใน
ตู้ควบคุมและตัว Over load

รูปแสดงจุดเปิดวาล์ว
ถ่ายน้ำออกจากถังพักก๊าซ

ถังพักก๊าซชีวภาพ

- เปิดถ่ายน้ำออกจากถังพักก๊าซชีวภาพ ก่อนเดินระบบส่งจ่ายก๊าซชีวภาพทุกครั้ง หรือเมื่อเกิดน้ำขังในถังพักก๊าซชีวภาพ
- ตรวจสอบเส้นท่อ ข้อต่อต่างๆ หากพบจุดรั่วควรรีบซ่อมแซม

ชุดตรวจจับปริมาณออกซิเจน

หากมีปริมาณออกซิเจนรั่วเข้าไปในระบบส่งก๊าซเกินระดับที่ตั้งไว้ (ปริมาณออกซิเจนมากกว่า 20%) ระบบจะสั่งการให้หยุดการทำงานส่งจ่ายก๊าซชีวภาพทันที และที่ตู้ควบคุมจะมีหลอดไฟเตือนแสดงขึ้นมา ต้องตรวจสอบหารอยรั่วของระบบ หลังจากนั้นจึงเริ่มเดินระบบส่งจ่ายใหม่อีกครั้ง

รูปแสดงหลอดไฟเตือนกรณีปริมาณออกซิเจนเกินระดับที่กำหนดไว้

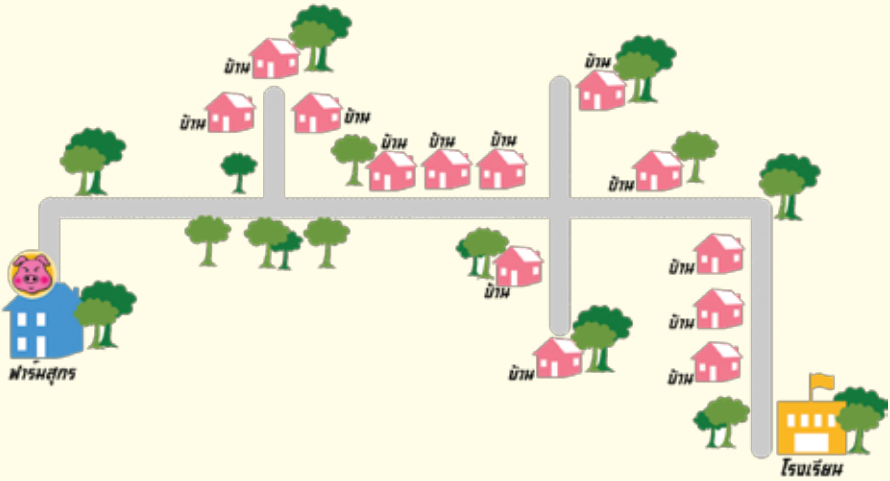
ท่อส่งจ่ายก๊าซชีวภาพสู่ครัวเรือน

- ตรวจสอบเส้นท่อส่งจ่ายก๊าซชีวภาพหากพบจุดรั่วควรรีบซ่อมแซม
- จุดจ่ายก๊าซชีวภาพย่อยสู่ครัวเรือน หากยังไม่มีการใช้งานควรปิดปลายท่อไว้ เพื่อไม่ให้ก๊าซชีวภาพรั่วไหล และเป็นการป้องกันท่ออุดตัน

จุดดักน้ำ

ควรมีการปล่อยน้ำทิ้งตรงบริเวณจุดดักน้ำเป็นประจำทุกวัน หรือตามความเหมาะสมของระบบนั้นๆ เนื่องจากน้ำและไอน้ำเป็นอุปสรรคในการส่งจ่ายก๊าซชีวภาพ ซึ่งจะทำให้ลดการสูญเสียพลังงานและสามารถส่งจ่ายก๊าซชีวภาพได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

รูปแสดงการปล่อยน้ำทิ้ง บริเวณจุดดักน้ำ



ที่ปรึกษา

ดร.สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา	อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ
นายวิเชียร จุ่งรุ่งเรือง	รองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ
ดร.อนุพันธ์ อิฐรัตน์	ผู้อำนวยการสำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ

ผู้จัดทำ

นางสุนีย์ ต๊ะปินตา	ผู้อำนวยการส่วนน้ำเสียเกษตรกรรม สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ
นางเพ็ญพิชชา บุญรัตน์	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 7ว
นายชยาวีร์ หวังเจริญรุ่ง	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 5
นางสาวสุทธิ์ทิรา บัวนาค	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 4
นายอาวุธ สงกะมิลินท์	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม
นางสาวเจนจิรา ไล่สุด	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม

ขอขอบคุณฟาร์มสุกรนำร่อง

คุณวิทยา คมประพันธ์
คุณสุบิน ธีรานุวัฒน์
คุณทัศนีย์ เกียรติสุดาเกื้อกูล
คุณสมยศ นวมนิ่ม