

การออกแบบนวัตกรรมการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ
สำหรับฟาร์มสุกร บ้านบุญแจ่ม อำเภอร่องวาง จังหวัดแพร่
AN INNOVATION DESIGN OF HYDROGEN SULFIDE REMOVAL FROM
BIOGAS FOR SWINE FARMS IN BOONJAM VILLAGE, RONGKWANG
DISTRICT, PHRAE PROVINCE

วันที่รับ: 19 เมษายน 2564

วันที่แก้ไข: 11 พฤษภาคม 2564

วันที่ตอบรับ: 27 พฤษภาคม 2564

วิทวัส อาจสุธรรม¹, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์¹, นพรัตน์ วงศ์มุต¹,
ลือ เกิดสาย², กมลสร ลิมสมมุติ¹ และ เฉษฐา มิ่งฉาย^{1*}
Wittawat Artsudham¹, Panuwat Phormjun¹,
Nopparat Wongmud¹, Lue Kerdsai²,
Kamonsorn Limsommut¹ and Chedsada Mingchai^{1*}

¹คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

¹Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000

²วิสาหกิจชุมชนคนรักพลังงานบ้านห้วยบง อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

²Huay Bong Energy Conversation Community Enterprise, Uttaradit 53000

*Corresponding author e-mail: chedsadamingchai@gmail.com



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบ ติดตั้ง และทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร และ 2) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและคุณลักษณะของนวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ วิธีดำเนินงานโดยการจัดอบรมให้ความรู้ ออกแบบ และติดตั้งชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ให้กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 60 ราย วัดประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และเก็บข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรม ผลการวิจัยพบว่า ความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพก่อนการกำจัดอยู่ในช่วง 6,890–9,190 ppm และเมื่อผ่านกระบวนการกำจัดแล้วลดลงเหลือน้อยกว่า 10 ppm โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดมากกว่าร้อยละ 99 นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานพบว่า ผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 52 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษาส่วนมากประกอบอาชีพเกษตรกรกรรม นอกจากนี้ผู้ให้ข้อมูลให้การยอมรับในภาพรวมต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมในระดับมากที่สุด (4.53) โดยมีน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยรายด้าน คือ ความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม (4.59) ความสามารถในการทดลองใช้ (4.57) ผลประโยชน์

ที่ได้จากนวัตกรรมการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ (4.55) ความไม่ยุ่งยากซับซ้อน (4.48) และการสังเกตเห็นผลได้ชัดเจน (4.48) ตามลำดับ ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้ คือ คำนวณปริมาณสารกำจัดที่เหมาะสมกับความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และจำนวนชั่วโมงใช้งาน รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพโดยการใช้สารกำจัดมีค่า pH มากกว่า 8

คำสำคัญ: ชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์, ก๊าซชีวภาพ, การยอมรับนวัตกรรม



Abstract

This research study aimed to 1) carry out a design, an installation, and an efficiency test of a hydrogen sulfide removal system from biogas for swine farms, and 2) examine demographic information and characteristics of the removal innovation. The study was conducted through educational training, design, and installation of the hydrogen sulfide removal system with the target group of 60 people. The removal innovation was tested for its efficiency, and opinions toward the innovation characteristics were collected. The results showed that the concentration of hydrogen sulfide in biogas before removal ranged between 6,890–9,190 ppm and was decreased to less than 10 ppm after the removal process, showing a removal efficiency of 99%. The demographic information showed that most of the subjects were female, with average age of 52 years, with primary education, and with agriculture occupation. In addition, the overall acceptance of the innovation was at the highest level (4.53). Regarding each dimension, compatibility gained the mean score of 4.59, whereas trialability, relative advantage, less complexity and observability showed 4.57, 4.55, 4.48 and 4.48 respectively. For application, a proper proportion of removal agents should be prepared to correspond to the concentration of hydrogen sulfide and operational time. In addition, removal agents with a pH of greater than 8 are recommended for higher efficiency.

Keywords: Hydrogen Sulfide Removal System, Biogas, Innovation Adoption

บทนำ

บ้านบุญแจ่ม อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่ เป็นชุมชนเกษตรกรรมที่มีการบริการ สาธารณะด้านพลังงานทางเลือกให้กับครัวเรือน โดยฟาร์มสุกรได้จัดทำระบบบ่อบำบัด ก๊าซชีวภาพ ขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร และต่อท่อก๊าซชีวภาพไป 178 จุดใช้งาน ประกอบด้วย ครัวเรือน วัด โรงเรียน ร้านค้าชุมชน โรงแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ฯลฯ ใช้งานได้ในช่วงเวลา 04.00–08.00 น. และ 16.00–20.00 น. โดยชุมชนมีการเก็บค่าบริการเดือนละ 50 บาท เพื่อใช้ในการดูแลและซ่อมแซมระบบ อย่างไรก็ตามผู้ใช้งานได้สะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นจากการ ใช้ก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกรว่า มีปัญหาเรื่องกลิ่นของก๊าซที่รุนแรงมากเหม็น แสบจมูก แสบคอ และมีอาการไอ นอกจากนั้นส่งผลให้หัวเตาหุงต้มฝุกร้อน หลังกาล้างกะสิบริเวณ ห้องครัวฝุกร้อนเร็วกว่าปกติ จากประเด็นดังกล่าว ทำให้คนในชุมชนขาดความมั่นใจและ ความปลอดภัยในการใช้งานในพลังงานทางเลือกประเภทนี้ รวมทั้งขาดข้อมูลการเข้าถึง นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีสำหรับการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ได้รับโจทย์ดังกล่าวจากบ้านบุญแจ่ม และออกแบบการทำงานโดยการลงพื้นที่เพื่อวิเคราะห์ประเด็นโจทย์ โดยพบว่าสาเหตุเกิดจาก ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulfide: H_2S) หรือก๊าซไข่เน่าในก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกร และจากการตรวจวัดพบว่ามีค่าความเข้มข้นของก๊าซ H_2S สูงถึง 9,730 ppm (วิวัฒน์ อากาศธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, นพรัตน์ วงศ์มุด, กมลสร ลิ้มสมมุติ, และ เจษฎา มิ่งฉาย, 2563) โดยมาตรฐานความเข้มข้นของก๊าซ H_2S ที่กำหนดโดย OSHA (Occupational Safety and Health Administration, 1972) ช่วงระยะการสัมผัส 8 ชั่วโมง คือความเข้มข้นต้องมีค่าไม่เกิน 10 ppm ส่วนระยะการสัมผัส 1 ชั่วโมงขึ้นไป ต้องมีความเข้มข้นไม่เกิน 300 ppm การสัมผัสกับก๊าซ H_2S ที่มีค่าความเข้มข้นสูงกว่า 600 ppm เพียงในช่วงเวลา 30 นาที ก็อาจ ทำให้เสียชีวิตได้ ส่วนมาตรฐานของก๊าซชีวภาพที่สามารถนำไปใช้ในเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า (Electric power generator) คือจะต้องมีก๊าซ H_2S ปนเปื้อนอยู่ไม่เกิน 100–200 ppm (เจษฎา มิ่งฉาย และคนอื่นๆ, 2558)

ทั้งนี้กระบวนการกำจัดก๊าซ H_2S ที่นิยมใช้ในระดับชุมชนหรือเกษตรกรรายย่อย คือ การกำจัดแบบแ่ง (Adsorption) โดยใช้หลักการของการใช้สารดูดซับ ซึ่งก๊าซ H_2S จะถูกจับ ในรูพรุน (Pore) ของสารดูดซับ หรืออาจเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ กระบวนการดูดซับด้วยสารใน รูปของแข็งนั้น จะประกอบไปด้วยท่อ PVC มีลักษณะเป็นคอลัมน์ ภายในบรรจุไว้ด้วยสารดูดซับ (Packed bed) การไหลของก๊าซจะบังคับให้ก๊าซไหลลง (Downflow) ในประเทศไทยนิยมใช้ ฝอยเหล็กที่เป็นสนิมจะดูดซับและเกิดปฏิกิริยา (ถ้าสารดูดซับมีความชื้นและค่า pH มากกว่า 7 ขึ้นไป จะทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ดี) แต่ถ้าเป็นสารดูดซับพวก Zeolite และ Activated carbon

จะเป็นแต่เพียงจับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ไว้ในรูปพูนเท่านั้น และเมื่อมีการจับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จนอิ่มตัวแล้ว จะต้องมีการเปลี่ยนสารดูดซับใหม่ แล้วนำสารดูดซับที่อิ่มตัวแล้วไปฟื้นฟูสภาพ (Regenerate) ด้วยอากาศและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

ทางคณะเกษตรศาสตร์ จึงได้ดำเนินการออกแบบกรอบในการศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหา ก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพที่จุดใช้งานในครัวเรือน ด้วยการต่อยอดผลการวิจัยที่ใช้สนิมเหล็กจากระบบประปาบาดาลมาเป็นสารกำจัดก๊าซ H_2S ในลักษณะนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate technology) เพื่อแก้ปัญหาย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านทางโครงการยุทธศาสตร์ เสริมสร้างพลังทางสังคม ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ตามกรอบยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุตรดิตถ์ เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ภายใต้ชื่อโครงการอาสาประชารัฐ (มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุตรดิตถ์, 2562) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อยกระดับและแก้ไขปัญหาชุมชนด้านเกษตร สังคม ท้องเที่ยว ฯลฯ ในพื้นที่ให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ภายใต้ความเชี่ยวชาญตามศาสตร์ อัตลักษณ์ ของบัณฑิต เอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัย และบูรณาการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตร ออกแบบการทำงานร่วมระหว่างนักศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษา และชุมชน



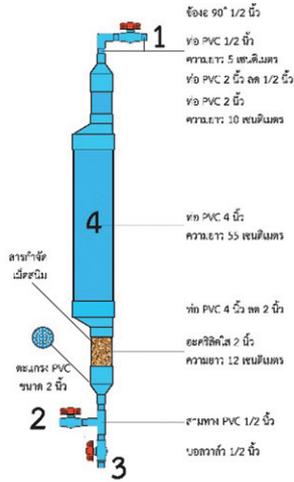
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบ ติดตั้ง และทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ใน ก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร
2. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความคิดเห็นที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมชุดกำจัด ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ



วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบและประกอบชุดกำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร โดยประยุกต์ผลการวิจัยชุดกำจัดก๊าซ H_2S ที่มีประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ H_2S ได้ร้อยละ 94–99 (ไม่เกิน 3,000 ppm) และรองรับการใช้งานก๊าซชีวภาพ 5–6 ชั่วโมงต่อวัน (Chedsada, Sriprai, Suttirat, & Soiratda, 2019) โดยนำมาปรับเพื่อใช้งานก๊าซชีวภาพที่มีความเข้มข้นก๊าซ H_2S ไม่เกิน 10,000 ppm การใช้งาน 6–8 ชั่วโมงต่อวัน โดยการออกแบบประกอบด้วย ตัวคอลัมน์ ใช้ท่อ PVC ขนาดความกว้าง 4 นิ้ว ความยาว 55 เซนติเมตร และบรรจุเหล็กออกไซด์ที่เป็น สารกำจัด 4 กิโลกรัม มีทางเข้าของก๊าซชีวภาพ (หมายเลข 1) ทางออกของก๊าซชีวภาพเพื่อการ ใช้งาน (หมายเลข 2) และจุดระบายน้ำ (หมายเลข 3) ลักษณะการไหลของก๊าซจะบังคับให้ก๊าซ ไหลลง (Downflow) ผ่านสารกำจัดที่อยู่ในคอลัมน์ (หมายเลข 4) ดังรูปที่ 1



(a)

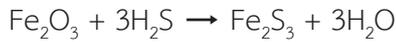
(b)

รูปที่ 1 แสดง (a) การออกแบบนวัตกรรม และ (b) นวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์
ในก๊าซชีวภาพ

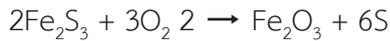
สำหรับเทคโนโลยีกำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพแบบธรรมชาติช่วยธรรมชาติในงานนี้ ใช้สนิมเหล็ก (Fe_2O_3) ที่มีลักษณะผงสีส้ม¹ เป็นของเสียที่เหลือทิ้งจากระบบประปาบาดาล อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี มาพัฒนาเป็นสารกำจัดก๊าซ H_2S ² โดยใช้ผลงานวิจัยของเฉษฎา มิ่งฉาย และคนอื่น ๆ (2558) และเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนกระบวนการขึ้นรูปวัสดุและสร้างสภาวะเงื่อนไขที่เหมาะสมโดยการใช้ น้ำต่างจากธรรมชาติที่มีค่า pH 12 มาเป็นตัวประสานและปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของสารกำจัด โดยคุณสมบัติของสารกำจัดสามารถคืนสภาพ (regenerate) จากองค์ประกอบเหล็กซัลไฟด์ (Fe_2S_3) กลับมาเป็นเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) ได้ตามเดิมโดยการเปิดให้อากาศ (O_2) ผ่านระบบ ดังสมการ (1) และ (2)

- 1 สนิมเหล็กจากระบบประปาบาดาล มีองค์ประกอบธาตุ 16 ธาตุ ประกอบด้วย Iron (Fe), Silicon (Si), Aluminum (Al), Phosphorus (P), Calcium (Ca), Potassium(K), Manganese (Mn), Magnesium (Mg), Barium (Ba), Titanium (Ti), Sodium (Na), Sulphur (S), Zinc (Zn), Lead (Pb), Strontium (Sr) และ Zirconium (Zr) ตามลำดับ ทั้งนี้มีธาตุเหล็ก (Fe) ที่อยู่ในรูปของสารประกอบเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) มีความเข้มข้น 65.51 เปอร์เซ็นต์ (วิทวัส อาจสุธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, นพรัตน์ วงศ์มุต, กมลสร ลิ้มสมมุติ, และ เฉษฎา มิ่งฉาย, 2563)
- 2 คุณสมบัติของผงสนิมเหล็ก ประกอบด้วย พื้นที่ผิวจำเพาะ $238.72 \text{ m}^2/\text{g}$ (Bet C-constant 51.33) ปริมาตรรูพรุน 0.4106 cc./g รัศมีเฉลี่ยของรูพรุน 34.40 \AA และรูพรุนมีขนาดรัศมีเล็กกว่า $1,173.9 \text{ \AA}$ (ภูรีนล มิ่งฉาย, วิทวัส อาจสุธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, และ นพรัตน์ วงศ์มุต, 2563)

- (1) ปฏิกิริยาเคมีกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์



- (2) ปฏิกิริยาเคมีฟื้นฟูสภาพด้วยอากาศ



ในด้านการติดตั้งและทดสอบประสิทธิภาพของชุดกำจัดก๊าซ H_2S ได้จัดฝึกอบรมเพื่อการใช้งาน ดูแล รักษา และซ่อมบำรุง จำนวน 2 รุ่น โดยรุ่นที่ 1 เป็นแกนนำของแต่ละคุ้มชุมชน รวม 10 คน และรุ่นที่ 2 ผู้ใช้งาน จำนวน 51 คน จากนั้นดำเนินการติดตั้งชุดกำจัดก๊าซ H_2S จำนวน 60 ชุด และเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ H_2S จำนวน 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 เดือน โดยใช้เครื่อง Biogas Analyzer Portable รุ่น GFM 130 ของบริษัท Gas Data Limited ประเทศสหราชอาณาจักร

สำหรับการศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมของชุดกำจัดก๊าซ H_2S ของผู้ใช้นวัตกรรม โดยคุณลักษณะของนวัตกรรมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการโน้มน้าวจิตใจ (Persuasion) ให้เกิดการยอมรับ ตามแนวคิดของโรเจอร์ส (Rogers, 2003) ในด้านผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรม (Relative advantage) ความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม (Compatibility) ความยุ่งยากซับซ้อน (Complexity) ความสามารถในการทดลองใช้ (Triability) และการสังเกตเห็นผลได้ชัดเจน (Observability) ตามลำดับ โดยเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์กับหัวหน้าครัวเรือน จำนวน 60 ราย ที่ใช้งานชุดกำจัดก๊าซ H_2S มาแล้วอย่างน้อย 3 เดือน ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ มีผู้ให้ข้อมูลจำนวน 51 ราย คิดเป็นร้อยละ 85 แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา นำเสนอข้อมูลด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการออกแบบนวัตกรรมการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร บ้านบุญแจ่ม อำเภอร่องควาง จังหวัดแพร่ ตามกรอบยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น (โครงการอาสาประชารัฐ) นำเสนอผลดังนี้

1. การติดตั้งและทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดชุดกำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มสุกร โดยกลไกการทำงานร่วมของนักศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษา และชุมชน

1.1 การสร้างกระบวนการเรียนรู้ในนวัตกรรม โดยนักศึกษาออกแบบและประกอบชุดกำจัดก๊าซ H_2S ภายใต้หลักการทางวิทยาศาสตร์เกษตร ดำเนินการฝึกอบรมหลักการใช้งาน การติดตั้ง การซ่อมบำรุงและการดูแลรักษา และดำเนินการติดตั้งชุดกำจัดก๊าซ H_2S ร่วมกับชุมชน จำนวน 60 จุดการใช้งาน (รูปที่ 2-3)



รูปที่ 2 แสดง (a) การฝึกอบรมการใช้งาน (b) การติดตั้ง และ (c) การซ่อมบำรุง ดูแลรักษา ชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ

1.2 การวัดประสิทธิภาพของนวัตกรรม ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 1) พบว่า จากการเก็บข้อมูลการตรวจวัดใน 6 จุด ผู้ใช้งานรวม 60 รายนั้น ความเข้มข้นของก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพก่อนการกำจัดอยู่ในช่วง 6,890–9,190 ppm และเมื่อผ่านชุดกำจัดก๊าซ H_2S แล้ว ทุกจุดการตรวจวัดมีค่าก๊าซ H_2S น้อยกว่า 10 ppm หรือมีประสิทธิภาพการกำจัดร้อยละ 99.86

ตารางที่ 1 ข้อมูลประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ

การตรวจวัด	ความเข้มข้นของก๊าซ H_2S (ppm)		ประสิทธิภาพ
	ก่อนกำจัด	หลังกำจัด	การกำจัด (%)
จุดที่ 1 (15 ผู้ใช้งาน)	9,190 ± 230	< 10	99.89 ± 0.03
จุดที่ 2 (6 ผู้ใช้งาน)	7,630 ± 110	< 10	99.86 ± 0.01
จุดที่ 3 (9 ผู้ใช้งาน)	7,450 ± 330	< 10	99.86 ± 0.03
จุดที่ 4 (3 ผู้ใช้งาน)	7,630 ± 190	< 10	99.86 ± 0.02
จุดที่ 5 (16 ผู้ใช้งาน)	7,570 ± 140	< 10	99.86 ± 0.01
จุดที่ 6 (11 ผู้ใช้งาน)	6,890 ± 130	< 10	99.85 ± 0.01
รวม 60 ผู้ใช้งาน	6,890–9,190 ± 130–330	< 10	99.86 ± 0.01



(a)



(b)



(c)



(d)

รูปที่ 3 แสดง (a) การวัดประสิทธิภาพของนวัตกรรม (b) การตรวจสอบแผนที่การติดตั้ง
(c) การสัมภาษณ์ผู้ใช้งานนวัตกรรม และ (d) การคืนข้อมูลประสิทธิภาพการกำจัด
ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

2. ข้อมูลพื้นฐานและความคิดเห็นที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซ H_2S จากผลวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 52.95 เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 52 ปี อายุน้อยที่สุด 33 ปี และอายุมากที่สุดคือ 80 ปี ทางด้านระดับการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาประถมศึกษา (ร้อยละ 52.94) และผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่ (ร้อยละ 78.43) ประกอบอาชีพเกษตรกร รองลงมาเป็นธุรกิจส่วนตัว พนักงานบริษัทเอกชน พ่อบ้านแม่บ้าน ฯลฯ ตามลำดับ

ทั้งนี้ ก่อนหน้าที่มีการใช้งานก๊าซชีวภาพในชุมชนนั้น ผู้ให้ข้อมูลมีการใช้พลังงานในครัวเรือนด้วยกัน 2 ประเภท คือ การใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) และการใช้ไม้ฟืน/ถ่าน จากข้อมูลทีวิเคราะห์ได้ ผู้ให้ข้อมูลครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 58.82) มีการใช้ก๊าซหุงต้ม 1 ถัง ต่อระยะเวลา 1 เดือน ส่วนผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 39.22 ใช้ก๊าซหุงต้ม 1 ถัง ในระยะเวลา 2-3 เดือน ตามลำดับ ส่วนการใช้ไม้ฟืนหรือถ่านนั้นพบว่า ผู้ให้ข้อมูลเกินกว่าครึ่ง (ร้อยละ 60.78) ระบุว่าไม่ได้ใช้ มีส่วนผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 21.57 มีการใช้ฟืนหรือถ่าน 11-30 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายในการดำรงชีพ (ตารางที่ 2)

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานก๊าซชีวภาพในครัวเรือนต่อวัน (ตารางที่ 3) แบ่งการใช้งานเป็นช่วงเช้าและช่วงเย็นพบว่า ในช่วงเช้าผู้ให้ข้อมูลกึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 58.82) มีการใช้งานก๊าซชีวภาพน้อยกว่า 1 ชั่วโมง ร้อยละ 37.26 ใช้งานก๊าซชีวภาพ 1–2 ชั่วโมง และผู้ให้ข้อมูลเพียงร้อยละ 3.92 ใช้งานก๊าซชีวภาพ 3–4 ชั่วโมง สำหรับในช่วงเย็นนั้นผู้ให้ข้อมูลกึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 52.94) ใช้งานก๊าซชีวภาพน้อยกว่า 1 ชั่วโมง โดยที่มีการใช้งานก๊าซชีวภาพ 1–2 ชั่วโมง ร้อยละ 41.18 และมีผู้ให้ข้อมูลเพียงร้อยละ 3.92 ใช้งานก๊าซชีวภาพ 3–4 ชั่วโมง ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ข้อมูลการใช้พลังงานในครัวเรือนก่อนติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ

ปริมาณ/ระยะเวลา	จำนวน	ร้อยละ
ก๊าซหุงต้ม (LPG)*		
1 ถัง ต่อ 1 เดือน	30	58.82
1 ถัง ต่อ 2 เดือน	6	11.77
1 ถัง ต่อ 3 เดือน	14	27.45
ไม่ได้ใช้	1	1.96
ไม้ฟืน/ถ่าน**		
น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อเดือน	6	11.77
11–30 กิโลกรัมต่อเดือน	11	21.57
มากกว่า 30 กิโลกรัมต่อเดือน	3	5.88
ไม่ได้ใช้	31	60.78

* ก๊าซหุงต้ม (LPG) 1 ถัง ขนาดบรรจุ 15 กิโลกรัม ราคา ณ พื้นที่ 400–450 บาท (พฤศจิกายน 2563)

** ไม้ฟืน/ถ่าน บรรจุ 1 กระสอบ เทียบเท่า 10–15 กิโลกรัม ราคา ณ พื้นที่ 80–120 บาท (พฤศจิกายน 2563)

ตารางที่ 3 ข้อมูลการใช้พลังงานก๊าซชีวภาพในครัวเรือนต่อวัน*

ปริมาณ/ระยะเวลา	จำนวน	ร้อยละ
ช่วงเช้า (04.00–08.00 น.)		
น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	30	58.82
1–2 ชั่วโมง	19	37.26
3–4 ชั่วโมง	2	3.92
ช่วงเย็น (16.00–20.00 น.)		
น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	27	52.94
1–2 ชั่วโมง	21	41.18
3–4 ชั่วโมง	2	3.92
ไม่ได้ใช้งาน	1	1.96

* เปิดให้บริการสาธารณะด้านพลังงาน 2 ช่วงเวลา/วัน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ตารางที่ 4) พบว่า ผู้ให้ข้อมูลยอมรับต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมทั้ง 5 ด้าน ในระดับมากที่สุด (4.53) เมื่อพิจารณาคุณลักษณะเป็นรายด้าน เรียงลำดับน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ ด้านคุณลักษณะด้านความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม (4.59) รองลงมา ด้านความสามารถในการทดลองใช้ (4.57) ด้านผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรม (4.55) ด้านความไม่ยุ่งยากซับซ้อน (4.48) และด้านการสังเกตเห็นผลได้ชัดเจน (4.48) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

คุณลักษณะของนวัตกรรม	ความคิดเห็น	
	น้ำหนักคะแนนเฉลี่ย*	S.D.
1. ผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรม	4.55	0.65
2. ความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม	4.59	0.61
3. ความไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.48	0.73
4. ความสามารถในการทดลองใช้	4.57	0.73
5. การสังเกตเห็นผลได้ชัดเจน	4.48	0.56
รวม 5 ด้าน 20 ข้อคำถาม	4.53	0.65

* น้ำหนักคะแนนเฉลี่ย 4.21–5.00 หมายถึง ผู้ให้ข้อมูลยอมรับคุณลักษณะของนวัตกรรมในระดับมากที่สุด

โดยประเด็นข้อคำถามย่อยที่มีต่อคุณลักษณะของนวัตกรรม มีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้ ด้านแรก ความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม ผู้ให้ข้อมูลระบุว่า สามารถติดตั้งชุดกำจัดก๊าซ H_2S ร่วมกับระบบท่อก๊าซชีวภาพในครัวเรือนที่มีอยู่เดิมได้ ติดตั้งในบริเวณบ้านที่สะดวกในการใช้งาน และสามารถหาวัสดุมาซ่อมบำรุงได้ด้วยความรู้และทักษะของผู้ใช้งานและช่างในชุมชน ขณะที่ด้านความสามารถในการทดลองใช้ ผู้ให้ข้อมูลระบุว่า สามารถทดลองใช้แล้วแก้ปัญหาจากกลิ่นเหม็นรุนแรงได้จริง และเมื่อผ่านไป 1-2 เดือนพบว่าแก้ปัญหาการผุของหลังคาห้องครัวได้ชัดเจน และสารกำจัดก๊าซ H_2S สามารถคืนสภาพและนำกลับมาใช้งานซ้ำได้จริง ส่วนด้านผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรมนั้น ชุดกำจัดก๊าซ H_2S ช่วยลดอันตรายต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นกับคนในครอบครัวทำให้มั่นใจในการใช้ก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกร นอกจากนั้นยังช่วยทำให้อากาศในบริเวณบ้านดีขึ้น ส่วนด้านความไม่ยุ่งยากซับซ้อนนั้น ผู้ให้ข้อมูลสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ มีการทดลองคืนสภาพสารกำจัดด้วยตัวเอง และสามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากทั้งกลิ่น ความชื้น ความร้อน และภาชนะที่ใช้ ดูแลการเปิด-ปิดวาล์วใช้งาน การระบายน้ำ การประกอบชุดได้ทั้งหมด และด้านการสังเกตเห็นผลได้ชัดเจนนั้น ชุดกำจัดก๊าซ H_2S ทำให้หมดปัญหาการระคายเคืองจมูก แสบตา แสบจมูก ได้ทันที ที่สำคัญคือประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อถังแก๊สใหม่ รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการซื้อแก๊สถัง (LPG) ฟืนและถ่านได้จริง ครอบครัวมีมั่นใจในความสะอาดของก๊าซชีวภาพ พร้อมทั้งจะใช้งานต่อเนื่อง และพร้อมซื้อสารกำจัดก๊าซ H_2S มาใช้งานด้วยตัวเอง ตามลำดับ



อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย การออกแบบชุดกำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพเพื่อรองรับความเข้มข้นของก๊าซ H_2S ในปริมาณ 10,000 ppm โดยใช้คอลัมน์ความกว้าง 4 นิ้ว ความยาว 55 เซนติเมตร เพื่อบรรจุสารกำจัดปริมาณ 4 กิโลกรัม สำหรับสารกำจัดก๊าซ H_2S ได้สร้างสภาวะเงื่อนไขที่เหมาะสมโดยใช้น้ำต่างเป็นตัวประสานการขึ้นรูปสารกำจัด ให้มีค่า pH มากกว่า 8 เพราะปฏิกิริยาทางเคมี (Chemical reaction) ภายใต้อิทธิพลของน้ำ จะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ H_2S สูง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553; ภูรินล มิ่งฉาย, วิทวัส อางสุธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, และ นพรัตน์ วงศ์มุต, 2563) ขณะที่ผลการศึกษาคั้งนี้ที่มีประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซ H_2S ร้อยละ 99.86 ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าการกำจัดด้วยสนิมจากฝอยเหล็กที่มีประสิทธิภาพที่ 50-69 เปอร์เซ็นต์ (สุชน ตั้งทวีพิพัฒน์ และคนอื่น ๆ, 2555) และ 70.22 เปอร์เซ็นต์ (วงศ์วิวรรธ ธนูศิลป์ และ สุนันทา เลาว์ณยศิริ, 2555) ตามลำดับ

นอกจากนั้น ความคิดเห็นที่มีต่อคุณลักษณะของชุดกำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพ ประเด็นที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจของผู้ใช้นวัตกรรม คือ การแก้ปัญหาเรื่องสุขภาพของ

ผู้ใช้ก๊าซชีวภาพจากก๊าซ H_2S และความเสี่ยงภัยที่เกิดจากการผุของสังกะสีบริเวณหลังคา ซึ่งนวัตกรรมนี้พิสูจน์ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ผลการวัดความเข้มข้นของก๊าซ H_2S ส่งผลให้ไม่เกิดกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ที่เป็นอันตรายในการกัดกร่อนโลหะ (เกวลิ้น ปฐมระวี, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของเจษฎา มิ่งฉาย และคนอื่น ๆ (2558) ที่ระบุถึงความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม และผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรม เป็นสิ่งสำคัญต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมที่ผู้ใช้อยอมรับนวัตกรรมนั้น



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ความเข้มข้นของก๊าซ H_2S ก่อนกระบวนการกำจัดอยู่ในช่วง 6,890–9,190 ppm และเมื่อผ่านชุดกำจัดก๊าซ H_2S แล้ว ความเข้มข้นเหลือต่ำกว่า 10 ppm โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดมากกว่าร้อยละ 99 ทางด้านข้อมูลของผู้ใช้นวัตกรรมชุดกำจัดก๊าซ H_2S ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 52 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ส่วนมากประกอบอาชีพเกษตรกร ฯลฯ มีการใช้พลังงานก๊าซชีวภาพในครัวเรือนในตอนเช้าและเย็น ช่วงเวลาละ 1–2 ชั่วโมงต่อวัน นอกจากนี้ผู้ใช้นวัตกรรมระบุว่ายอมรับต่อคุณลักษณะของนวัตกรรมทั้ง 5 ด้าน คือ ความสอดคล้องกับสิ่งที่มีอยู่เดิม ความสามารถในการทดลองใช้ ผลประโยชน์ที่ได้จากนวัตกรรม ความไม่ยุ่งยากซับซ้อน และการสังเกตเห็นผลได้ชัดเจน ในระดับมากที่สุด

สำหรับการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ คือ สามารถใช้กำจัดก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพที่ไม่เกิน 10,000 ppm ของการใช้งานระดับชุมชนและเกษตรกรรายย่อยในทุกบริบท โดยออกแบบชุดคอลัมน์ให้ปริมาณเหล็กออกไซด์มีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซ H_2S ในก๊าซชีวภาพ ส่วนข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป ควรศึกษาข้อมูลที่เป็นผลตอบแทนทางสังคม (Social Return on Investment: SROI) จากการใช้งานชุดกำจัดก๊าซ H_2S เพื่อให้เห็นคุณค่าที่เกิดขึ้นทั้งจากด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านสุขภาพ และด้านสิ่งแวดล้อม โดยข้อมูลดังกล่าวจะสามารถเชื่อมกลไกการพัฒนาเข้ามารวมออกแบบวางแผนการทำงานได้เป็นอย่างดี



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่สนับสนุนการดำเนินงานโครงการอาสาประชารัฐ ตามกรอบยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ปีงบประมาณ 2563 และขอขอบคุณ หน่วยจัดการงานวิจัยและพันธกิจสัมพันธ์ และหลักสูตรสาขาเกษตรศาสตร์ ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เกษตรในการทดลองปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนคนรักพลังงานบ้านห้วยบง จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ร่วมพัฒนานวัตกรรมในครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณจิรพัฒน์ แจ่มรัตนโสภิน ผู้ใหญ่บ้าน

หมู่ที่ 1 บ้านบุญแจ่ม คุณลุงแก้ว มีเมือง คุณสง่า วงศ์ศรี และพี่น้องบ้านบุญแจ่มทุกท่าน ที่ร่วมกัน
ออกแบบแก้ไขปัญหามาของชุมชนผ่าน “โครงการอาสาประชารัฐ” ของมหาวิทยาลัยอย่างดียิ่ง



เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2553). *คู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการออกแบบ การผลิตและ
ใช้ก๊าซชีวภาพสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยี
ความปลอดภัย.
- เกวณีน ปฐมระวี. (2559). *การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพโดยใช้ถ่านกัมมันต์
เคลือบด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรม
ศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี, มหาวิทยาลัยศาสตร์สงขลานครินทร์.
- เจษฎา มิ่งฉาย และคนอื่นๆ. (2558). ขุดกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ: กิจการ
เพื่อสังคมสำหรับเกษตรกรรายย่อย. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ สกว.*, 7(1),
47–58.
- ภูรีนล มิ่งฉาย, วิฑูรย์ อัจฉริยธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, และ นพรัตน์ วงศ์มุต. (2563).
การเพิ่มประสิทธิภาพของสนิมเหล็กจากระบบประปาบาดาลเพื่อใช้เป็นสารกำจัด
ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพ. ใน *รายงานการสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ
ระดับชาติ ครั้งที่ 4*, (น. 973–982). 17 ธันวาคม 2563, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, กองนโยบายและแผน. (2562). *การรับข้อเสนอโครงการตาม
ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ปีงบประมาณ 2563*.
อุตรดิตถ์: กองนโยบายและแผน, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- วงศ์วีรวรรธ ธนุศิลป์ และ สุนันทา เลาว์ณย์ศิริ. (2555). การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จากก๊าซ
ชีวภาพโดยใช้ถ่านกัมมันต์และเหล็ก. ใน *บทความสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ
แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9*, (น. 419–427).
สงขลา.
- วิฑูรย์ อัจฉริยธรรม, ภาณุวัฒน์ พรหมจันทร์, นพรัตน์ วงศ์มุต, กมลสร ลีสมมุตติ, และ เจษฎา
มิ่งฉาย. (2563). *โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานทางเลือกด้านการเกษตร
ของชุมชนบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่*. อุตรดิตถ์:
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- สุชน ตั้งทวีพิพัฒน์ และคนอื่นๆ. (2555). การกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากก๊าซชีวภาพ
สำหรับชุมชน. *แก่นเกษตร*, 40 (ฉบับพิเศษ 2), 201–204.

- Chedsada, M., Sriprai, S., Suttirat, P., & Soiratda, S. (2019). Hydrogen Sulfide Removal by Iron Oxide-Based Clay from Biogas for Community Use. *Applied Mechanics and Materials*, 886, 159–165.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. (5th edition). New York: The Free.