



**การวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัยเพื่อส่งเสริมด้านความปลอดภัยและสุขอนามัย
ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในระดับครัวเรือนและชุมชน**
**Job Safety Analysis to Promote Safety and Sanitation in Biogas Production
from Organic Waste at Community and Household Levels**

ปริยานารท สดากร*, วิสาขา ภูจินดา

Preeyanart Sadakorn, Wisakha Phoochinda

คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10240

Graduate School of Environmental Development Administration,

National Institute of Development Administration, Bangkok 10240 Thailand

*Corresponding author E-mail: preeyanart.sad@stu.nida.ac.th

(Received: October 31, 2018; Revised: February 25, 2019; Accepted: March 8, 2019)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์หาอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในระดับครัวเรือนและชุมชน และ 2) เสนอแนวปฏิบัติในการลดความเสี่ยงและอันตรายเพื่อส่งเสริมด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในระดับครัวเรือนและชุมชน โดยใช้การสัมภาษณ์ร่วมกับการสังเกตการณ์ และการวิเคราะห์หาอันตรายโดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัย (Job Safety Analysis) ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมที่มีความเสี่ยงในระดับสูงและต้องมีแนวปฏิบัติเพื่อจัดการความเสี่ยง ได้แก่ กิจกรรมการจัดเก็บก๊าซชีวภาพมีความเสี่ยงในการเกิดไฟไหม้หรือระเบิด การขาดอากาศจากในห้องเก็บก๊าซ กิจกรรมการเปิดวาล์วเก็บก๊าซมีความเสี่ยงจากกิจกรรมในการระเบิดจากการเปิดวาล์วก๊าซทิ้งไว้ กิจกรรมการเปิดก๊าซหุงต้มพบความเสี่ยงในการระเบิดจากการลืมนิดก๊าซหลังใช้ ผู้ปฏิบัติงานควรมีความรู้ความเข้าใจในการจัดเก็บก๊าซ โดยควรตั้งไว้ห่างจากแหล่งไวไฟ การติดตั้งอุปกรณ์ระงับเหตุฉุกเฉิน การปิดวาล์วก๊าซทุกครั้งเมื่อเลิกใช้งานและมีการตรวจสอบรอยรั่วของวาล์วอย่างสม่ำเสมอ

คำสำคัญ : ก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์, ความปลอดภัย, สุขอนามัย, การวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัย



Abstract

The purpose of this study were to: 1) analyze potential hazards of the biogas production from organic waste at community and household levels and 2) propose guidelines to reduce risk and hazards in order to promote safety and sanitation in biogas production from organic waste at community and household levels. Data were collected using interview, observation and hazard analysis using Job Safety Analysis. The results found that the high risk activities that required the guidelines to manage such risks including: biogas storage activity that risked fire or explosion or asphyxia in the biogas storage room, gas storage valve opening activity that risked explosion due to leaving the gas valve on, and LPG opening activity that risked explosion due to forget to turn off the gas after using. The users should have knowledge and comprehension of gas storage by setting away from flammable sources, installing emergency supplies, always turning off the gas valve after using it and monitoring valve leak regularly

Keywords : Biogas Production from Organic Waste, Safety, Sanitation, Jobs Safety Analysis



บทนำ

ประเทศไทยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรตามธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 0.20 ระหว่างปี 2559 - 2560 (สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2561) จึงมีความต้องการใช้ทรัพยากรและพลังงานในการทำกิจกรรมต่างๆ มากขึ้น โดยมีความต้องการใช้พลังงานในปี 2559 ปริมาณ 79,929 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ จากสัดส่วนการใช้พลังงานที่สูงขึ้นของประเทศไทย ทำให้มีการสนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนในประเทศ โดยมีการกำหนดเป้าหมายให้มีการใช้พลังงานทดแทนในการผลิตไฟฟ้า จากเดิมร้อยละ 9 เพิ่มเป็นร้อยละ 15-20 พลังงานความร้อน จากเดิมร้อยละ 17 เพิ่มเป็นร้อยละ 30-35 และก๊าซชีวภาพจากเดิมร้อยละ 7 เพิ่มเป็นร้อยละ 20-25 โดยเฉพาะก๊าซชีวภาพจากของเสีย

การผลิตก๊าซชีวภาพมีทั้งในระดับครัวเรือน ระดับฟาร์ม ปศุสัตว์ และระดับอุตสาหกรรมโดยเป็นการนำของเสีย มาผ่านกระบวนการหมักเกิดเป็นก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการเป็นก๊าซหุงต้ม ให้ความร้อน หรือใช้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพในระดับอุตสาหกรรมมีการจัดทำคู่มือด้านความปลอดภัยแล้วแต่ในระดับครัวเรือนยังไม่มีการจัดทำคู่มือเพื่อเป็นแนวปฏิบัติในการผลิตก๊าซชีวภาพ อีกทั้งกระบวนการผลิตยังมีความเสี่ยงต่ออันตรายโดยมีสถิติการเกิดอุบัติเหตุจากก๊าซชีวภาพในครัวเรือนในปี 2549-2559 มีผู้ได้รับบาดเจ็บและเสียชีวิตมากกว่า 77 ราย (ทนงค์ ฉายาวิณะ, 2559) การผลิตก๊าซชีวภาพ มีวิธีการผลิต 4 รูปแบบ คือ แบบฝาลอย แบบโถ่ง แบบถังโพลีเอธิลีน และแบบถังหมักพลาสติก และมีการใช้วัสดุในการหมักที่แตกต่างกันจึงมีปัจจัยด้านความปลอดภัยที่แตกต่างกัน การผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้ขยะอินทรีย์เป็นรูปแบบหนึ่งในการผลิตก๊าซชีวภาพที่ได้รับความนิยมในระดับชุมชนเพื่อใช้ประโยชน์ในการเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน (กระทรวงพลังงาน, 2557) เนื่องจากการใช้ขยะอินทรีย์ดังกล่าวมีประโยชน์ในแง่ของการลดค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะอินทรีย์และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกองของเสียรวมถึงเป็นการเปลี่ยนของเสียให้กลายเป็นพลังงาน (Waste to energy) การลดปัญหาการล้นรบกวนจากขยะเน่าเหม็น ตลอดจนประโยชน์จากผลพลอยได้ เช่น ปุ๋ยอินทรีย์

ปัจจุบันชาวบ้านในชุมชนที่มีการผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้ขยะอินทรีย์ยังมีพฤติกรรมเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายในการผลิตก๊าซชีวภาพ (กระทรวงพลังงาน, 2557) ทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุหรือความไม่ปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินรวมถึงความเสี่ยงด้านความสะอาดและสุขอนามัยในการจัดการขยะอินทรีย์ในระหว่างปฏิบัติงาน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้ชุมชนบ้านห้วยน้อย ตำบลหินมูล อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม เนื่องจากมีการใช้

ขยะอินทรีย์เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในระดับครัวเรือนและมีความพร้อมด้านการแลกเปลี่ยนและรับรู้ข้อมูลต่างๆ ด้านการผลิตก๊าซชีวภาพและมีการจัดตั้งเป็นศูนย์การเรียนรู้ โดยผู้วิจัยจะศึกษาพฤติกรรมจากการสัมภาษณ์และการสังเกตการณ์เพื่อวิเคราะห์ความปลอดภัยในการทำงาน และหาแนวปฏิบัติในการลดความเสี่ยงเพื่อส่งเสริมด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในระดับครัวเรือนและชุมชน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ความปลอดภัยและสุขอนามัยในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในระดับครัวเรือนและชุมชน
2. เสนอแนวปฏิบัติในการลดความเสี่ยงและอันตรายเพื่อส่งเสริมด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในระดับครัวเรือนและชุมชน

ขอบเขตของการวิจัย

ด้านเนื้อหา : ศึกษาและวิเคราะห์หาอันตรายและระดับความเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากการผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัย (Job Safety Analysis) (Siricharuenwong, 2011) ร่วมกับการประเมินความเสี่ยงแบบ checklist เพื่อหาแนวทางสนับสนุนด้านความปลอดภัยในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในระดับครัวเรือนและชุมชน

ขอบเขตด้านพื้นที่ : ศูนย์การเรียนรู้บ้าน ตำบลหินมูล อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

ขอบเขตด้านประชากร : กลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก ประกอบด้วยตัวแทนครัวเรือนที่มีการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้งานจริงและยินดีให้ข้อมูล จำนวน 5 ครัวเรือน จากทั้งหมด 20 ครัวเรือน ผู้อำนวยการศูนย์การเรียนรู้บ้านห้วยน้อย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานทดแทน เช่น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พลังงานจังหวัด สาธารณสุขชุมชน

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในชุมชน ผู้วิจัยได้ค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ได้รับความนิยมในชุมชนเนื่องจากสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะอินทรีย์และลดการปล่อยก๊าซที่เกิดจากกองของเสียรวมถึงประโยชน์จากผลพลอยได้ต่างๆ เช่นงานวิจัยของ สมจินตนา ลัมสุข และ ปุณยวี เพียรธรรม และอนุรักษ์ ปีติรักษ์สกุล (2554) ได้ทำการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้เศษอาหารและเพิ่มอัตราการผลิต

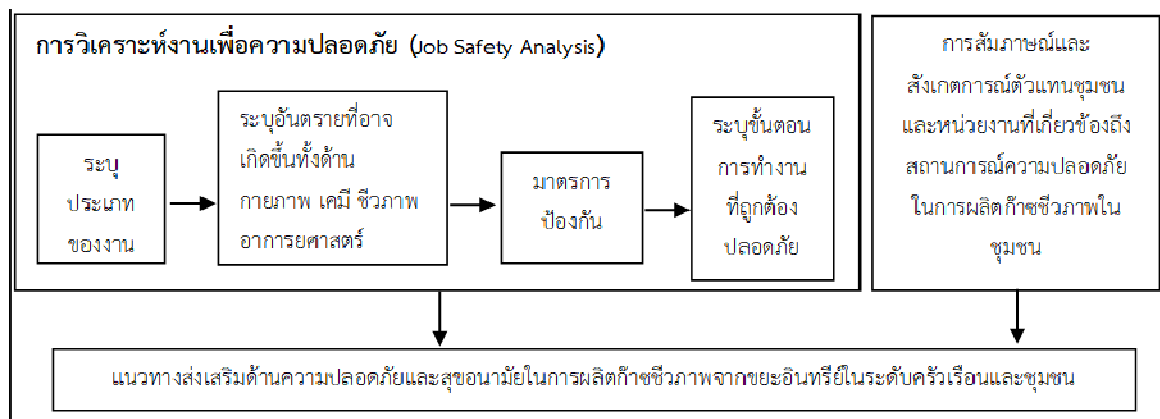


โดยใช้กลีเซอรินทำให้ได้ปริมาณของก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้นจาก เพิ่มขึ้น จาก 36.8 ลิตร/วัน เป็น 72.2 ลิตร/วัน นอกจากนี้การนำขยะ อินทรีย์มาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพก็จะต้องมีการวางแผนเพื่อกำหนด ปริมาณขยะอินทรีย์ให้เหมาะสมกับปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น รวมถึงวิเคราะห์ชนิดของขยะอินทรีย์ที่จะใช้เป็นวัตถุดิบนำเข้า ดังเช่นงานวิจัยของ ศศิธร จิตต์ปราณี และสัทยา ลาตปาละ (2552) ที่ศึกษาศักยภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ภายใน มหาวิทยาลัยนเรศวรเพื่อประยุกต์ใช้งานทางด้านความร้อนหรือ ผลิตไฟฟ้า เนื่องจากพบว่า จากปริมาณขยะทั้งหมดเป็นขยะอินทรีย์ ถึงร้อยละ 20 คิดเป็น 546.57 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งสามารถผลิต ก๊าซชีวภาพได้ถึง 88 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นค่าความร้อนได้ 1841.84 เมกะจูล สามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 38,544 กิโลวัตต์ ต่อชั่วโมงต่อปี และก๊าซหุงต้ม 14,775 กิโลกรัมต่อปี จากกระบวนการ ผลิตก๊าซชีวภาพดังกล่าวที่มีการใช้ของเสียเป็นวัตถุดิบล้วนเกี่ยวข้องกับ ปัจจัยด้านความปลอดภัยในการผลิตรวมถึงสุขอนามัย เนื่องจาก คนในชุมชนยังขาดความรู้ความเข้าใจด้านความปลอดภัยและ สุขอนามัย จึงต้องมีการศึกษาแนวปฏิบัติในการผลิตที่ปลอดภัย ควบคู่ไปด้วย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2553) ได้เริ่มต้นการจัด ทำคู่มือในระดับอุตสาหกรรมซึ่งเป็นคู่มือการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการ ออกแบบ การผลิต การควบคุมคุณภาพและการใช้ก๊าซชีวภาพ (Biogas) ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับอุบัติเหตุหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้น ในการผลิตก๊าซชีวภาพรวมถึงวิธีการและอุปกรณ์ในการป้องกัน

อันตราย ซึ่งหากจะนำมาประยุกต์ใช้ในระดับชุมชนก็จะต้องมี การศึกษาเพิ่มเติมในแง่ของวิธีการและวัตถุดิบที่นำมาผลิต ตลอดจนปัจจัยด้านสุขอนามัยจากการใช้ขยะอินทรีย์เป็นวัตถุดิบ กรมควบคุมมลพิษ (2555) ที่มีการศึกษาแนวทางการจัดการขยะ มูลฝอยในภาวะอุทกภัยสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อ เป็นแนวทางในการวางแผนและปฏิบัติงานให้กับองค์กรปกครอง ส่วนท้องถิ่น (อปท.) ต่างๆ ในการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอย เช่น การรีไซเคิล การหมักทำปุ๋ย และผลิตพลังงานทดแทน โดยเน้นปัจจัยด้านสุขอนามัยและสุขภาพของประชาชน และ บรรเทาผลกระทบที่เกิดกับสิ่งแวดล้อม โดยพัฒนาเป็นคู่มือ การจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม

กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีรวมถึงกรณีศึกษา ที่เกี่ยวข้อง สามารถกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยใช้ทฤษฎี การวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัย (Job Safety Analysis) เป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์อันตรายจากการผลิตก๊าซชีวภาพ ร่วมกับการสัมภาษณ์และสังเกตการณ์ เพื่อวิเคราะห์หาอันตราย ในการผลิตก๊าซชีวภาพซึ่งนำไปสู่การลดความเสี่ยงและการส่งเสริม ด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ อินทรีย์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการทำวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีวิธีการเก็บรวบรวม ข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured) กับหัวหน้าศูนย์การเรียนรู้บ้านห้วยน้อยและตัวแทนสมาชิก ในครัวเรือนที่มีการผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้ขยะอินทรีย์ จำนวน 5 ครัวเรือน ครัวเรือนละ 1 คน โดยเป็นการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ที่กลุ่มตัวอย่างที่มีการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้งานจริงและ ยินยอมในการให้ข้อมูล โดยลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิด

(Open-ended questions) ร่วมกับปลายปิด (Close-ended questions) และการสัมภาษณ์ตัวแทนจากกลุ่มก๊าซชีวภาพจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และพลังงาน จังหวัดในพื้นที่ศึกษาหน่วยงานภาครัฐและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง กับการผลิตก๊าซชีวภาพ และใช้การสังเกตการณ์และการวิเคราะห์งาน เพื่อความปลอดภัยเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการส่งเสริมด้าน ความปลอดภัยและสุขอนามัยในการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยมีขั้นตอน ดังนี้



ขั้นตอนที่ 1 การชี้บ่งอันตรายตามกิจกรรมของงาน ดังตารางที่ 1 (สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน, 2559)
โดยจำแนกเป็นงานย่อย

ขั้นตอนที่ 2 นำอันตรายในแต่ละงานมาประเมินระดับ ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาระดับของโอกาสที่จะเกิด
ความรุนแรงซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ความรุนแรงระดับเล็กน้อย อันตราย โดยใช้เกณฑ์จากตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมิน/พิจารณา
ความรุนแรงระดับปานกลาง และความรุนแรงระดับร้ายแรง

ตารางที่ 1 เกณฑ์ระดับความรุนแรงของอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นในการทำงาน

กิจกรรม	ระดับความรุนแรง		
	เล็กน้อย	ปานกลาง	รุนแรง
1. กิจกรรมผลิตก๊าซชีวภาพที่มีโอกาสได้รับอันตรายจากฝุ่น ครว้น จากการหายใจเข้าไป และการสัมผัส	✓		
2. มีผลการตรวจวัดระดับสิ่งแวดลอม (จากคณะอนุกรรมการอาชีวอนามัยแล้ว) โดยผลแจ้งว่าผ่านมาตรฐานการทำงาน	✓		
3. แสง เสียง ความร้อน ที่ยังไม่เคยมีการตรวจวัดด้วยเครื่องมือ	✓		
4. การผลิตก๊าซชีวภาพที่มีโอกาสสัมผัสเลือด จัดเป็นความรุนแรงระดับปานกลาง		✓	
5. การผลิตก๊าซชีวภาพที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการทำงาน ให้พิจารณาเป็นความรุนแรงปานกลาง		✓	
6. การผลิตก๊าซชีวภาพที่มีโอกาสสัมผัสเชื้อโรค		✓	
7. หากมีผลการตรวจวัดระดับสิ่งแวดลอม (จากคณะอนุกรรมการอาชีวอนามัยแล้ว) โดยผลแจ้งว่าผ่านมาตรฐานการทำงาน ให้เป็นความรุนแรงระดับเล็กน้อย แต่ถ้าผลแจ้งว่า ไม่ผ่านมาตรฐาน ให้เป็น ความรุนแรงระดับปานกลาง		✓	
8. สารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน หรือสารเคมีอื่นๆ ให้เป็น ความรุนแรงระดับปานกลาง		✓	
9. สารเคมีที่จัดเป็นสารก่อมะเร็ง			✓
10. การผลิตก๊าซชีวภาพที่มีความเสี่ยงเกี่ยวกับการระเบิด หรืออัคคีภัย และส่งผลต่อชีวิต			✓



ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมิน/พิจารณา

เกณฑ์การประเมิน/พิจารณา	
A จำนวนคนที่สัมผัส (≥7 คน =3, 4-6 คน =2, 1-3 คน =1, ไม่มี =0)	
B ความถี่/ระยะเวลาที่สัมผัส (มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ชม./วัน =3, 1-4 ชม./วัน =2, น้อยกว่า 1 ชม./วัน =1, ไม่สัมผัส = 0)	
C มีวิธีหรือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่สามารถควบคุมอันตรายที่จะเกิดหรือไม่	
- ไม่มีเป็นลายลักษณ์อักษรและไม่มีการนำไปปฏิบัติ	= 3
- นำไปปฏิบัติแล้วแต่ไม่มีขั้นตอนหรือวิธีการที่เป็นลายลักษณ์อักษร	= 2
- มีวิธีการหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่เป็นลายลักษณ์อักษรแต่นำไปปฏิบัติ	= 1
- มีวิธีการหรือขั้นตอนที่การปฏิบัติที่เป็นลายลักษณ์อักษรและมีการนำไปปฏิบัติ	= 0
D มีการฝึกอบรมขั้นตอน/วิธีการปฏิบัติงานที่สามารถควบคุมอันตรายที่จะเกิดหรือไม่	
- ไม่มีการกำหนดความต้องการฝึกอบรม และไม่มีการฝึกอบรม	= 3
- มีการกำหนดความต้องการฝึกอบรมแต่ไม่มีการฝึกอบรม	= 2
- มีการฝึกอบรมแต่ไม่มีการกำหนดความต้องการการฝึกอบรม	= 1
- มีการกำหนดความต้องการการฝึกอบรมและมีการฝึกอบรม	= 0
E มีการควบคุมอันตรายที่จะเกิดโดยติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน เช่น Guard, Cover, Safety Beam หรืออื่น ๆ ไว้หรือไม่	
- ไม่มี	= 3
- มีแต่ไม่นำมาใช้ หรือใช้ไม่ได้	= 2
- มีแต่ไม่เหมาะสม	= 1
- มีอย่างเหมาะสมและใช้งาน	= 0
- การปฏิบัติงาน ณ จุดนั้น ไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน เช่น Guard , Cover , Safety Beam หรืออื่น ๆ	= -
F มีเครื่องหมายความปลอดภัยกำหนดไว้ ณ จุดปฏิบัติงานหรือไม่	
- ไม่มีเครื่องหมายความปลอดภัยกำหนดไว้	= 3
- มีเครื่องหมายความปลอดภัยกำหนดไว้แต่ไม่นำมาใช้หรือใช้ไม่ได้	= 2
- มีเครื่องหมายความปลอดภัยกำหนดไว้แต่นำมาใช้ไม่เหมาะสม	= 1
- มีเครื่องหมายความปลอดภัยกำหนดไว้และใช้ได้เหมาะสม	= 0
- การปฏิบัติ ณ จุดนั้น ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องหมายความปลอดภัยไว้	= -
G มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลหรือไม่	
- ไม่มี	= 3
- มีการใช้แต่ไม่เหมาะสม	= 2
- มีอย่างเหมาะสมแต่ไม่ใช้และ/หรือใช้งานแต่ไม่สม่ำเสมอ	= 1
- มีอย่างเหมาะสมและใช้งานสม่ำเสมอ	= 0
- การปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	= -
H โอกาสที่จะเกิดการบกร่อง, ชำรุดของอุปกรณ์, เครื่องมือ, เครื่องจักร อุปกรณ์ป้องกัน อันตรายประจำเครื่อง	
- มากกว่า 4 ครั้ง / เดือน	= 3
- 3-4 ครั้ง / เดือน	= 2
- 1-2 ครั้ง / เดือน	= 1
- ไม่เสีย	= 0
- อันตรายที่เกิดไม่ได้เกิดจากความบกพร่อง, เครื่องมือ, เครื่องจักร	= -
I อุบัติเหตุและเหตุการณ์ผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นโดยเฉลี่ยต่อปี (มากกว่า 4 ครั้ง/ปี = 3 , 3-4 ครั้ง/ปี = 2 , 1-2 ครั้ง/ปี = 1 , ไม่เคยเกิดขึ้น = 0)	



J การกระทำที่ไม่ปลอดภัย	
☐ ขาดความตระหนักความปลอดภัย	
เกณฑ์การประเมิน/พิจารณา	
☐ ทำงานเสี่ยงอันตราย ☐ หยอกล้อกันขณะปฏิบัติงาน ☐ ไม่แต่งกายให้รัดกุม ☐ ทำงานเร็วเกินไปหรือเร่งรีบ ☐ ทำงานโดยไม่มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ☐ สุขภาพร่างกายไม่สมบูรณ์ขณะปฏิบัติงาน ☐ สุขภาพจิตหงุดหงิด กังวล ใจลอย เฉื่อยชา (มากกว่า 4 ข้อ = 3 , 2-3 ข้อ = 2 , 1 ข้อ = 1 , ไม่มี = 0)	
K การติดตามการปฏิบัติตามขั้นตอน/วิธีการปฏิบัติ	
- ไม่มีการติดตาม	= 3
- มีการติดตามแต่ไม่มีการบันทึก	= 2
- มีการติดตามและบันทึกไว้แต่ไม่ต่อเนื่อง	= 1
- มีการติดตามและบันทึกไว้อย่างต่อเนื่อง	= 0

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินระดับความเสี่ยงโดยใช้ตารางที่ 3 ตารางประเมินระดับความเสี่ยง

ตารางที่ 3 ตารางประเมินระดับความเสี่ยง

โอกาสที่จะเกิด	ระดับความรุนแรงของอันตราย		
	อันตรายเล็กน้อย	อันตรายปานกลาง	อันตรายร้ายแรง
น้อย	ความเสี่ยงเล็กน้อย	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้	ความเสี่ยงปานกลาง
ปานกลาง	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้	ความเสี่ยงปานกลาง	ความเสี่ยงสูง
มาก	ความเสี่ยงปานกลาง	ความเสี่ยงสูง	ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้

ผลการวิจัย

1) ผลการวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัย

จากการวิเคราะห์ความปลอดภัยโดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัย (Job safety Analysis) พบว่าในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพมีกิจกรรมในขั้นตอนการผลิต ได้แก่ กิจกรรมการแยกขยะ กิจกรรมการเตรียมบ่อหมัก กิจกรรมการเตรียมบอลลูนก๊าซ กิจกรรมการเติมน้ำ กิจกรรมการเติมขยะอินทรีย์ กิจกรรมการเก็บก๊าซชีวภาพ การเปิดวาล์วเก็บก๊าซ และการเปิดก๊าซหุงต้ม เมื่อทำการวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัยพบว่า แต่ละกิจกรรมมีโอกาสเกิดอันตรายโดย 1. กิจกรรมการแยกขยะอินทรีย์ มีโอกาสเกิดอันตรายจากเศษแก้วหรือเศษไม้บาดจากการแยกขยะอินทรีย์ออกจากขยะอื่นๆ เชื้อโรคจากการสัมผัสขยะและของเสียอื่นๆ เช่น มูลสัตว์ 2. กิจกรรมการเตรียมบ่อหมักมีโอกาสเกิดอันตรายจาก จอบ เสียม พลั่ว เสียดสีกับมือเมื่อต้องขุดดินเป็นเวลานาน จอบ เสียม พลั่ว ตกใส่เท้าจากการขุดหรือการเคลื่อนย้าย ฝุ่นละอองหรือเศษดินกระเด็นเข้าตาหรือจมูกในขณะที่ขุด

คอนกรีตสด (คอนกรีตที่อยู่ในรูปของเหลวที่เพิ่งผ่านการผสม) กระเด็นเข้าตาหรือถูกผิวหนัง อธิบายลักษณะใส่เท้าในขณะที่เคลื่อนย้าย พื้นที่ผลิตขาดการบำรุงรักษา มีหลุมทำให้มีสัตว์เลื้อยคลาน หรือสัตว์กัดต่อย หรืออุบัติเหตุ เช่น การสะดุดล้มหรือหกล้ม บาด อาการปวดเมื่อยจากการขุดหรือฉาบปูน 3. กิจกรรมการเตรียมบอลลูนก๊าซมีโอกาสเกิดอันตรายจากคีมเจาะบาดมือในขณะที่เจาะรู PVC แท่ง PVC หล่นทับเท้าในขณะที่เคลื่อนย้าย การปวดหลังจากการตัดกระดาก PVC เป็นเวลานาน- ถังน้ำหล่นใส่หรือหกกระเด็นในขณะที่เคลื่อนย้าย 4. กิจกรรมการเติมน้ำมีโอกาสเกิดอันตรายจากการถูกน้ำเสียวกระเด็นเข้าตาหรือปากขณะเทลงบ่อ อาการปวดเมื่อยจากการขนถังน้ำ 5. กิจกรรมการเติมขยะอินทรีย์มีโอกาสเกิดอันตรายจากเศษขยะอินทรีย์กระเด็นถูกผิวหนังหรือเข้าตาในขณะที่เทลงบ่อ เชื้อโรคจากการสัมผัสขยะและของเสียอื่นๆ เช่น มูลสัตว์ 6. กิจกรรมการเก็บก๊าซชีวภาพมีโอกาสเกิดอันตรายจากก๊าซชีวภาพรั่วไหลจากบอลลูนก๊าซ ก๊าซชีวภาพรั่วไหลจากถังแก๊สลงทำให้เกิดไฟไหม้หรือระเบิดจากก๊าซรั่วไหล การระเบิด



หรือไฟไหม้จากประกายไฟในพื้นที่เก็บก๊าซ การขาดอากาศจากการรั่วไหลของก๊าซในห้องเก็บก๊าซ พื้นที่ผลิตมีหวั่นรก อาจทำให้มีสัตว์กัดแทะบอลลูนก๊าซทำให้รั่วไหลได้ 7. กิจกรรมการเปิดวาล์วเก็บก๊าซมีโอกาสเกิดอันตรายจากการระเบิดจากการเปิดวาล์วก๊าซทิ้งไว้ 8. กิจกรรมการเปิดก๊าซหุงต้มมีโอกาสเกิดอันตรายจากการระเบิดจากการลืมปิดหลังใช้งานและอันตรายจากความร้อนจากการหุงต้มอาหาร จากนั้นจึงนำอันตรายในแต่ละงานย่อยไปคำนวณโอกาสที่จะเกิดโดยมีเกณฑ์ คือ 0-33% หมายถึง

มีโอกาสน้อย 33-66% หมายถึง มีโอกาสปานกลาง และ 66-100% มีโอกาสมาก และประเมินระดับความรุนแรงโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดโดยระบุไว้ในขั้นตอนการศึกษา เมื่อได้โอกาสที่จะเกิดและระดับความรุนแรงแล้วจึงนำมาประเมินระดับความเสี่ยงโดยใช้ตารางที่ 3 (ตารางประเมินระดับความเสี่ยง) โดยได้ผลดังตารางที่ 4 ตารางแสดงการวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัยร่วมกับการวิเคราะห์ความเสี่ยงแบบ checklist

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัยร่วมกับการวิเคราะห์ความเสี่ยงแบบ checklist

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ระยะเวลาที่สัมผัส (ชั่วโมง/วัน)	อันตรายที่อาจเกิดขึ้น (คน เครื่องจักร อุปกรณ์ สภาพแวดล้อม ฯลฯ)	ระดับความรุนแรงของอันตราย	คิดเป็น %	ระดับของโอกาสที่จะเกิดอันตราย	ระดับความเสี่ยง
การแยกขยะอินทรีย์	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	เศษแก้วหรือเศษไม้บาดจากการแยกขยะอินทรีย์จากขยะอื่นๆ	ปานกลาง	42.4	ปานกลาง	ปานกลาง
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	เชื้อโรคจากการสัมผัสขยะและของเสียอื่นๆ เช่น มูลสัตว์	น้อย	39.4	ปานกลาง	ยอมรับได้
การเตรียมป๋อหมัก	2 - 3 ชั่วโมง	จอบ เสียม พลั่ว เสียดสีกับมือเมื่อต้องขุดดินเป็นเวลานาน	ปานกลาง	48.5	ปานกลาง	ปานกลาง
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	จอบ เสียม พลั่ว ตกใส่เท้าจากการขุดหรือการเคลื่อนย้าย	ปานกลาง	57.6	ปานกลาง	ปานกลาง
	2 - 3 ชั่วโมง	ฝุ่นละอองหรือเศษดินกระเด็นเข้าตาหรือจมูกในขณะที่ขุด	น้อย	60.6	ปานกลาง	ยอมรับได้
	2 - 3 ชั่วโมง	คอนกรีตสดกระเด็นเข้าตาหรือถูกผิวหนัง	ปานกลาง	60.6	ปานกลาง	ปานกลาง
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	อิฐบล็อกหล่นใส่เท้าในขณะที่เคลื่อนย้าย	ปานกลาง	48.5	ปานกลาง	ปานกลาง
	2 - 3 ชั่วโมง	พื้นที่ผลิตมีหวั่นรกทำให้มีสัตว์เลื้อยคลาน หรืออุบัติเหตุ เช่น การสะดุดล้มหรือหกล้ม	ปานกลาง	30.3	น้อย	ยอมรับได้
	2 - 3 ชั่วโมง	อาการปวดเมื่อยจากการขุดหรือฉาบปูน	ปานกลาง	60.6	ปานกลาง	ปานกลาง
การเตรียมบอลลูนแก๊ส	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	คีมเจาะบาดมือในขณะที่เจาะรูถุง PVC	ปานกลาง	54.5	ปานกลาง	ปานกลาง
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	แท่ง PVC หล่นทับเท้าในขณะที่เคลื่อนย้าย	ปานกลาง	48.5	ปานกลาง	ปานกลาง
	2 ชั่วโมง	การปวดหลังจากการตัดกระดาษ PVC	ปานกลาง	42.4	ปานกลาง	ปานกลาง
การเติมน้ำ	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	ถังน้ำหล่นใส่ หรือหกกระเด็นในขณะที่เคลื่อนย้าย	ปานกลาง	48.5	ปานกลาง	ปานกลาง
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	น้ำกระเด็นเข้าตาหรือเข้าปากขณะเทลงในบ่อ	ปานกลาง	54.5	ปานกลาง	ปานกลาง
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	อาการปวดเมื่อยจากการขนถังน้ำ	ปานกลาง	48.5	ปานกลาง	ปานกลาง



ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ระยะเวลาที่สัมผัส (ชั่วโมง/วัน)	อันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น (คน เครื่องจักร อุปกรณ์ สภาพแวดล้อม ฯลฯ)	ระดับความรุนแรงของอันตราย	คิดเป็น %	ระดับของโอกาสที่จะเกิดอันตราย	ระดับความเสี่ยง
การเติมขยะอินทรีย์	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	เศษขยะอินทรีย์กระเด็นถูกผิวหนังหรือเข้าตาในขณะที่เทลงบ่อ	ปานกลาง	48.5	ปานกลาง	ปานกลาง
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	เชื้อโรคจากการสัมผัสขยะและของเสียอื่นๆ เช่น มูลสัตว์	น้อย	42.4	ปานกลาง	ยอมรับได้
การเก็บก๊าซชีวภาพ	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	ก๊าซชีวภาพรั่วไหลจากบอลลูนแก๊ส	น้อย	54.5	ปานกลาง	ยอมรับได้
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	ก๊าซชีวภาพรั่วไหลจากถังแก๊สลอน	น้อย	51.5	ปานกลาง	ยอมรับได้
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	ไฟไหม้หรือระเบิดจากก๊าซรั่วไหล	ร้ายแรง	54.5	ปานกลาง	สูง
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	การระเบิดหรือไฟไหม้จากประกายไฟในพื้นที่เก็บก๊าซ	ร้ายแรง	57.6	ปานกลาง	สูง
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	ขาดอากาศจากการรั่วไหลของก๊าซในห้องเก็บก๊าซ	ร้ายแรง	54.5	ปานกลาง	สูง
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	พื้นที่ผลิตมีฝุ่นมาก อาจทำให้มีสัตว์กัดแทะบอลลูนก๊าซทำให้รั่วไหลได้	น้อย	69.7	มาก	ปานกลาง
การเปิดวาล์วเก็บก๊าซ	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	การระเบิดจากการเปิดวาล์วก๊าซทิ้งไว้	ร้ายแรง	60.6	ปานกลาง	สูง
การเปิดก๊าซหุงต้ม	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	การระเบิดจากการเปิดก๊าซแล้วลืมปิดหลังใช้	ร้ายแรง	39.4	ปานกลาง	สูง
	น้อยกว่า 1 ชั่วโมง	ความร้อนจากการหุงต้มอาหาร	น้อย	36.4	ปานกลาง	ยอมรับได้
เกณฑ์การคำนวณ	ระดับของโอกาสที่จะเกิดอันตราย		0-33%	น้อย		
			33-66%	ปานกลาง		
			66-100%	มาก		

จากตารางที่ 4 ผู้วิจัยเสนอแนวทางการส่งเสริมความปลอดภัยโดยกำหนดเป็นแนวปฏิบัติจากผลการวิเคราะห์อันตรายที่มีระดับความเสี่ยง ปานกลาง - สูง ได้ดังนี้

กิจกรรมการแยกขยะอินทรีย์มีความเสี่ยงจากเศษแก้วหรือเศษไม้บาดจากการแยกขยะอินทรีย์ออกจากขยะอื่นๆ ในระดับปานกลาง ผู้ปฏิบัติงานควรมีการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในการทำงาน กิจกรรมการเตรียมบ่อหมักมีความเสี่ยงในการถูกจอบ เสียม พลั่ว เสียดสีกับมือ ในระดับปานกลาง มีความเสี่ยงจากการถูกจอบ เสียม พลั่ว ตกใส่เท้าจากการเคลื่อนย้ายในระดับปานกลาง มีความเสี่ยงจากการถูกคอนกรีตสดกระเด็นเข้าตาหรือถูกผิวหนังในระดับปานกลาง มีความเสี่ยงในการถูกอิฐบล็อกหล่นใส่เท้าในขณะที่เคลื่อนย้ายในระดับปานกลาง ผู้ปฏิบัติงานควรมีการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในขณะที่ปฏิบัติงานทุกครั้งและปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวัง นอกจากนี้ยังพบความเสี่ยงจากการปวดเมื่อยจาก

การขูดหรือฉาบปูนในระดับปานกลาง ผู้ปฏิบัติงานไม่ควรทำงานติดต่อกันเป็นเวลานานโดยควรมีการหยุดพักและมีการคลายกล้ามเนื้อ กิจกรรมการเตรียมบอลลูนก๊าซมีความเสี่ยงจากการถูกเข็มเจาะบาดมือในขณะที่เจาะรูถุง PVC ในระดับปานกลาง มีความเสี่ยงในการถูกแทง PVC หล่นทับเท้าในขณะที่เคลื่อนย้ายในระดับปานกลาง และมีความเสี่ยงจากการปวดหลังจากการตัดกระดาษ PVC ต่อเนื่องเป็นเวลานานในระดับปานกลาง ผู้ปฏิบัติงานควรมีการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายในขณะที่ปฏิบัติงานและปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวัง ไม่ควรปฏิบัติงานติดต่อกันเป็นเวลานานโดยต้องมีการหยุดพักผ่อนคลายและการคลายกล้ามเนื้อ กิจกรรมการเติมน้ำมีความเสี่ยงในการถูกถังน้ำหล่นใส่ หรือหกกระเด็นในขณะที่เคลื่อนย้าย ในระดับปานกลาง มีความเสี่ยงในการถูกน้ำเสียนกระเด็นเข้าตาหรือเข้าปากขณะเทลงในบ่อในระดับปานกลางผู้ปฏิบัติงานควรมีการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล กิจกรรมการเติมขยะอินทรีย์มีความเสี่ยงในการถูกเศษขยะอินทรีย์



กระเด็นถูกผิวหนังหรือเข้าตาในขณะที่เทลงบ่อ ในระดับปานกลาง ผู้ปฏิบัติงานควรมีการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ในขณะที่ปฏิบัติงานทุกครั้งและปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวัง กิจกรรมการเก็บก๊าซชีวภาพมีความเสี่ยงในการเกิดไฟไหม้หรือระเบิดจากก๊าซรั่วไหลในระดับสูง มีความเสี่ยงเกิดการระเบิดหรือไฟไหม้จากประกายไฟในพื้นที่เก็บก๊าซในระดับสูง มีความเสี่ยงในการขาดอากาศจากการรั่วไหลของก๊าซในห้องเก็บก๊าซในระดับสูง และมีความเสี่ยงจากพื้นที่ผลิตมีหยากร อาจทำให้มีสัตว์กัดแทะ บอลลูนก๊าซทำให้รั่วไหลได้ ในระดับปานกลาง ผู้ปฏิบัติงานควรมีความรู้ความเข้าใจในการจัดเก็บก๊าซไว้ห่างจากแหล่งไวไฟ มีการกั้นพื้นที่ปฏิบัติงานไม่ให้บุคคลอื่นๆหรือสัตว์กัดแทะเข้ามาในบริเวณที่มีการปฏิบัติงาน มีการดูแลรักษาพื้นที่ผลิตไม่ให้มีหยากรหรือมีน้ำท่วมขัง และการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับอันตรายจากพิษของก๊าซที่เกิดจากกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ระงับเหตุฉุกเฉิน เช่น ถังดับเพลิง มีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล กิจกรรมการเปิดวาล์วเก็บก๊าซมีความเสี่ยงในการระเบิดจากการเปิดวาล์วก๊าซทิ้งไว้ในระดับสูง ผู้ปฏิบัติงานต้องปิดวาล์วก๊าซทุกครั้งเมื่อเลิกใช้งานและมีการตรวจสอบรอยรั่วของวาล์วอย่างสม่ำเสมอ กิจกรรมการเปิดก๊าซหุงต้มพบความเสี่ยงจากการระเบิดจากการเปิดก๊าซแล้วลืมปิดหลังใช้ใน ระดับสูง ผู้ปฏิบัติงานต้องปิดแก๊สทุกครั้งหลังเลิกใช้และมีการตรวจสอบรอยรั่วของท่อก๊าซอย่างสม่ำเสมอ

2) ผลการสัมภาษณ์ตัวแทนครัวเรือนที่เกี่ยวข้องด้านความปลอดภัยในการผลิตก๊าซชีวภาพ

จากการสัมภาษณ์ตัวแทนครัวเรือนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องถึงสถานการณ์ความปลอดภัยในพื้นที่ พบว่าส่วนใหญ่ยังไม่เคยเกิดอันตรายในระดับรุนแรง แต่ที่ผ่านมามีปัญหาเรื่องกลิ่นรบกวนและเหตุเดือดร้อนรำคาญ จึงควรส่งเสริมให้ชาวบ้านมีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย หรือมีการจัดการกับของเสีย เช่น การหมักทำปุ๋ยในระบบปิด เป็นต้น พบปัญหาจากการรั่วไหลของบอลลูนก๊าซเนื่องจากมีสัตว์เลี้ยงเข้าไปกัดกัด ควรส่งเสริมให้มีแนวปฏิบัติด้านแนวทางในการกำหนดพื้นที่ผลิตที่ดี โดยกำหนดระยะห่างจากชุมชน ไม่น้อยกว่า 100 เมตร การกำหนดระยะห่างจากแนวสายไฟฟ้าแรงสูงพาดผ่านไม่น้อยกว่า 6 เมตร การกั้นพื้นที่ปฏิบัติงานด้วยตาข่ายกรองแสงเพื่อป้องกันสัตว์กัดแทะเข้าไปทำลายอุปกรณ์ และกั้นไม่ให้บุคคลภายนอกที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าสู่พื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีประกายไฟ เช่น ห้องครัว หรือพื้นที่สูบบุหรี่ กำหนดระยะห่างจากถนนสาธารณะไม่น้อยกว่า 6 เมตร มีการตรวจสอบทิศทางลม แต่หากไม่สามารถเลือกได้ควรเลือกทิศทางที่มีต้นไม้หรืออาคารเพื่อช่วยต้านแรงลมที่จะพัดมาถึงหมักโดยตรง และพบอุบัติเหตุจากการไม่สวมอุปกรณ์ป้องกัน จึงควรส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความเข้าใจถึงการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย

ส่วนบุคคลอย่างถูกต้องและเหมาะสมกับงาน ซึ่งประกอบด้วยถุงมือยางที่สามารถกันน้ำและสารเคมีได้ มีความหนาเพียงพอ รองเท้าบูตยาง ไม่ฉีกขาดง่าย ป้องกันน้ำและสารเคมีได้ หน้ากากนิรภัย ป้องกันและลดความเข้มข้นของก๊าซพิษและไอระเหย แว่นตาครอบนิรภัย ป้องกันใบหน้าและดวงตาจากสะเก็ดวัตถุที่อาจกระเด็นเข้ามา นกหวีด ใช้เป่าขอความช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉิน ไฟฉาย สำหรับทำงานในที่มืด มีสมบัติให้แสงสว่างได้เพียงพอ ไม่เป็นอันตราย หนน้ำได้ดีพอสมควร และพบอันตรายจากไฟไหม้จากการเก็บก๊าซชีวภาพอย่างไม่ปลอดภัย จึงต้องมีการส่งเสริมให้ให้มีแนวปฏิบัติที่ดีโดยกำหนดพื้นที่จัดเก็บต้องไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีประกายไฟ เช่น ห้องครัว หรือพื้นที่สูบบุหรี่ เพื่อป้องกันการเกิดไฟไหม้และการระเบิด มีการตรวจสอบรอยรั่วของถังเก็บก๊าซและท่อส่งก๊าซ พื้นที่จัดเก็บมีการระบายอากาศเพียงพอ เพื่อป้องกันกรณีก๊าซรั่วไหลและเกิดการแทนที่ก๊าซออกซิเจนทำให้เกิดเป็นพื้นที่ที่อับอากาศ นอกจากนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังเสนอให้มีการจัดกิจกรรมอบรมให้ความรู้ด้านความปลอดภัยของก๊าซชีวภาพ รวมถึงความรู้เรื่องข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านความปลอดภัยในการผลิตก๊าซชีวภาพ ตลอดจนการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในการติดตั้งและใช้งานอุปกรณ์ระงับเหตุฉุกเฉิน เช่น อุปกรณ์ดับเพลิงและการใช้ป้ายและสัญลักษณ์เตือนเพื่อความปลอดภัยร่วมด้วย

การอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์อันตรายในการผลิตก๊าซชีวภาพ ส่วนใหญ่เกิดปัญหาการรั่วของบอลลูนก๊าซ ทำให้มีการรั่วไหลออกสู่ภายนอก และการจัดเก็บใช้งานที่ไม่ปลอดภัย เช่น การตั้งอยู่ในแหล่งที่มีประกายไฟ การสูบบุหรี่ในขณะที่ปฏิบัติงาน ตลอดจนพฤติกรรมเสี่ยง เช่น การเปิดวาล์วก๊าซและก๊าซหุงต้มทิ้งไว้แล้วลืมปิดทำให้มีโอกาสเกิดไฟไหม้และระเบิดในระดับความเสี่ยงสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Energy Technology for Environment Research Center (2013) ที่พบว่า พฤติกรรมเสี่ยง เช่น การสูบบุหรี่หรือทำให้เกิดประกายไฟในขณะที่ผลิตหรือใช้งานก๊าซชีวภาพมีโอกาสเกิดระเบิดได้ สาเหตุต่อมาคือ การขาดการรักษาความปลอดภัยในพื้นที่ผลิต คือ ปลอ่ยให้สัตว์เลี้ยงหรือบุคคลภายนอกเข้าสู่พื้นที่ผลิตเนื่องจากในพื้นที่ไม่ได้มีการประเมินจุดเสี่ยงในการปฏิบัติงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกรียงไกร อายุวัฒน์ (2556) ที่ระบุว่า ควรสนับสนุนให้ครัวเรือนที่มีการผลิตก๊าซชีวภาพมีการกั้นเขตพื้นที่ผลิตก๊าซชีวภาพไม่ให้บุคคลภายนอกเข้าสู่พื้นที่รวมทั้งป้องกันสัตว์เข้าไปกัดแทะบอลลูนแก๊สให้เกิดความเสียหายได้ ควรมีการประชาสัมพันธ์อบรมให้มีการล้อมด้วยตาข่ายโดยรอบเพื่อป้องกันสัตว์เลี้ยงและบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปใกล้หรือทำให้เกิดประกายไฟในระยะใกล้เคียง หรือทำให้บอลลูนแก๊สเกิดรอยรั่ว



หรือเสียหาย อันตรายด้านกลิ่นรบกวนและเหตุเดือดร้อนรำคาญทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เสนอให้มีการส่งเสริมด้านการจัดการของเสียที่จะนำมาผลิตให้ถูกสุขลักษณะและถูกวิธีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกรมควบคุมมลพิษ (2555) ได้มีการศึกษาแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนและปฏิบัติงานให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) เพื่อเตรียมความพร้อมด้านการจัดการและการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอย เช่น การรีไซเคิล การหมักทำปุ๋ย การผลิตพลังงานทดแทน โดยเน้นปัจจัยด้านสุขอนามัยและสุขภาพของประชาชน โดยพัฒนาเป็นคู่มือการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมโดยแนวทางในการส่งเสริมโดยใช้คู่มือดังกล่าวจะต้องมีการสนับสนุนให้มีการรวมกลุ่มและมีการตรวจติดตามให้มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภูสิทธิ์ ชันติกุล (2553) ซึ่งจากการสัมภาษณ์หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น กองสาธารณสุขในชุมชน บ้านหวายน้อย และตัวแทนจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานแนะนำว่าควรมีการส่งเสริมในลักษณะของคู่มือหรือสื่อประชาสัมพันธ์ทางโซเชียลมีเดีย เนื่องจากในปัจจุบันชาวบ้านยังไม่ได้รับการสนับสนุนและประชาสัมพันธ์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างเพียงพอและการรวมกลุ่มที่ไม่มีความต่อเนื่องจึงเกิดปัญหาในด้านการขับเคลื่อนหรือถ่ายทอดความรู้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ขวัญดี ลาภมาก และสุพรรณิ ไชยอำพร (2554) ซึ่งเครื่องมือที่จำเป็นควรเป็นคู่มือแบบเน้นข้อมูลที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ โดยเน้นด้านการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ความเป็นพิษของก๊าซชีวภาพและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น ตลอดจนการเตรียมระบบผลิตเบื้องต้น ที่มีการพัฒนาไว้เป็นคู่มือที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรมและฟาร์มปศุสัตว์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในระดับครัวเรือนได้โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2553) ที่ได้จัดทำคู่มือในระดับอุตสาหกรรมโดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในการผลิตก๊าซชีวภาพรวมถึงอุปกรณ์ป้องกันอันตราย ซึ่งหากจะนำมาประยุกต์ใช้ในระดับชุมชนก็จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในแง่ของวิธีการและวัตถุดิบที่นำมาผลิต ตลอดจนปัจจัยด้านสุขอนามัยจากการใช้ขยะอินทรีย์เป็นวัตถุดิบ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาภาครัฐและเอกชนสามารถเข้ามาส่งเสริมความปลอดภัยเชิงนโยบาย โดยการส่งเสริมด้านมาตรการในการควบคุมการผลิตก๊าซชีวภาพ ที่มีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เช่น การออกกฎหมายควบคุมการปล่อยน้ำเสียจากการผลิตก๊าซชีวภาพหรือการสนับสนุนอุปกรณ์บำบัดน้ำเสีย การเสนอแนวทางหรือกลยุทธ์ในการจัดเก็บก๊าซชีวภาพและการจัดการกับกลิ่นรบกวนอย่างเป็นระบบ เชิงปฏิบัติควรมีการสนับสนุนงบประมาณ อุปกรณ์การผลิตและสถานที่ผลิตก๊าซชีวภาพให้มีความปลอดภัย รวมทั้งการจัดกิจกรรมและการอบรมให้ความรู้ต่างๆ ในการดูแลรักษาระบบให้มีความต่อเนื่องและมีสภาพพร้อมใช้งานและปลอดภัย นอกจากนี้ในการวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยควรมีการทดลองให้ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์อันตรายให้กลุ่มตัวอย่าง หรืออบรมแนวทางในการป้องกันอันตรายก่อนและควรมีการติดตามผลการดำเนินงานตามความเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน. (2557). การผลิตก๊าซชีวภาพในรูปแบบต่างๆ. แหล่งที่มา: www.dede.go.th/download/files/AEDP2015_Final_version.pdf, 13 กันยายน 2561.
- กระทรวงพลังงาน. (2558). แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ.2558-2579. แหล่งที่มา: www.dede.go.th/download/files/AEDP2015_Final_version.pdf.%0A, 10 กันยายน 2561.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2555). แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในภาวะฉุกเฉินสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. แหล่งที่มา: <http://web.unep.org/ietc/sites/unep.org.ietc/files/3.pdf>, 9 กันยายน 2561.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2553). คู่มือการปฏิบัติงานด้านการออกแบบ การผลิต การควบคุม คุณภาพ และการใช้ก๊าซชีวภาพ. พิมพ์ครั้งที่1. ม.ป.ท.
- เกรียงไกร อายุวัฒน์. (2556). Case Study of Biogas Safety. แหล่งที่มา: <http://php.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2015/02/2.biogas2.pdf>, 4 กันยายน 2561.



- ชววุฒิ ลาภมาก และ สุพรรณิ ไชยอำพร. (2554). รูปแบบการจัดระบบความรู้และกระบวนการขับเคลื่อนความรู้ตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง กรณีศึกษาชุมชนธณีคำแขวงโคกแฝด เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร. **วารสารวิจัยรำไพพรรณี**. 5(1), 59-66.
- ทงงค์ ฉายาวัฒน์. (2559). กรณีศึกษาการเกิดอุบัติเหตุจากก๊าซชีวภาพ. แหล่งที่มา: <http://php.diw.go.th/safety/wpcontent/uploads/2015/02/2.biogas2.pdf>, 20 มกราคม 2561.
- ภูสิทธิ์ ชันติกุล. (2553). การมีส่วนร่วมของกรรมการชุมชนกับการพัฒนาชุมชน เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร. **วารสารวิจัยรำไพพรรณี**. 2(4), 41-48.
- ศศิธร จิตต์ปราณี และ สหทัย ลาตปาละ. (2552). การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดการขยะอินทรีย์ในบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวรสำหรับผลิตก๊าซชีวภาพ. **วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง**, 2(10), 37-43.
- ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2556). การศึกษากรณีศึกษาความปลอดภัยในการผลิตก๊าซชีวภาพในประเทศไทย. แหล่งที่มา: <http://energy-safety.ete.eng.cmu.ac.th/biogas,30> สิงหาคม 2561.
- สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. (2561). **อัตราการเจริญเติบโตของประชากรไทย** แหล่งที่มา: <http://www.ipsr.mahidol.ac.th/ipsrbeta/th/BookReport.aspx> Thailand, 17 กุมภาพันธ์ 2561.
- สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน. (2559). **การวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัย**. แหล่งที่มา: http://shawpat.or.th/index.php?option=com_content, 12 กันยายน 2561
- สมจินตนา ลิ้มสุข ปุณยวี เพียรธรรม และ อนุรักษ ปิติรักษ์สกุล. (2554). การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับกลีเซอรินดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล. **วารสารวิศวกรรมสาร มข**, 38(2), 101-110.
- Energy Technology for Environment Research Center. (2013) **Case Study of Biogas Safety in Thailand**. Retrieved from <http://energy-safety.ete.eng.cmu.ac.th/biogas/accident.php>
- Siricharuenwong, A (2011) Job Safety Analysis Risk and Potential Hazard From Work place. **Journal of Science and Technology of Huachiew Chalermprakiet University**, 14 (28), 233-245