

ต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน

Gasification-based Prototype Incinerator for Infectious Waste

บุญธง วสุรีย์¹, สันญา คุวานคิต², และ ธานิน ม่วงพูล^{3*}

Boonthong Wasuri¹, Sanya Kuankid² and Thanin Muangpool³

สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์¹, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า² และสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์³ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Program of Industrial Art¹, Program of Electrical Engineering², Program of Computer Technology³ Nakhon Pathom
Rajabhat University
E-Mail: signal@npru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาด้านแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน 2) ทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน ด้วยการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ดังนี้ (1) ค่าอุณหภูมิในห้องเผาที่ 1 และห้องเผาที่ 2 (2) ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง และ (3) เวลาในการเผาขยะติดเชื้อ และ 3) ศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีของกลุ่มตัวอย่าง ตามแนวคิดของตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ชุมชนบ้านหนองดินแดง ต.หนองดินแดง อ.เมืองนครปฐม จ.นครปฐม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน 2) แบบประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบเตาเผาขยะของผู้เชี่ยวชาญ และ 3) แบบสอบถามการยอมรับเทคโนโลยีของกลุ่มตัวอย่าง สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ (1) ส่วนควบคุมจะทำหน้าที่ควบคุมและสั่งการให้การเผาขยะติดเชื้อ ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญได้แก่ เซนเซอร์ วัดค่าอุณหภูมิ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ชุดโบลเวอร์สำหรับเติมลม และชุดติดระบบไฟฟ้าสำหรับการลดปริมาณควัน 2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบพบว่า (1) การประเมินประสิทธิภาพทั้งส่วนควบคุมและส่วนของเตาเผาโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมากที่สุดและ (2) ผลการทดสอบการเผาขยะติดเชื้อหน้ากากอนามัยที่น้ำหนัก 500 กรัม และ 1,000 กรัม พบว่าต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อใช้เวลาเฉลี่ย 10 นาทีและ 20 นาที ใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ย 727.66 กรัมและ 577.66 กรัมมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในห้องเผาที่ 1 คือ 253.91 องศาเซลเซียส และ 234.91 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในห้องเผาที่ 2 คือ 965.66 องศาเซลเซียสและ 944.48 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และ 3) ผลการศึกษาความคิดเห็นที่มีผลต่อการยอมรับของกลุ่มตัวอย่างพบว่าโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.77)

คำสำคัญ: ขยะติดเชื้อ, หน้ากากอนามัย, ไวรัสโคโรนา 2019, เทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน

ABSTRACT

The aims of this research were to 1) create the prototype of the infectious waste incinerator using the gasification technique, 2) evaluate the efficiency of a prototype infectious waste incinerator with the following characteristics: (1) temperature in incinerators one and two, (2) fuel consumption, and (3) time required for infectious waste incineration, and 3) assess the sample group's acceptance of the technology. The sample group was Ban Nong Din Daeng Community, Nong Din Daeng Sub-district, Mueang Nakhon Pathom District, Nakhon Pathom Province, according to the concept of technology acceptance model. The research instruments were as follows: 1) a model of an infectious waste incinerator, 2) an assessment form for the efficiency of an expert incinerator model, and 3) a technological acceptability questionnaire

applied to the sample group. The mean and standard deviation were employed in the data analysis.

The research findings indicated that 1) the infectious waste incinerator prototype constructed using the gasification process was composed of two sections: the control section and the infectious waste incinerator section. The part of incineration control was responsible for controlling the burning of infectious waste. It consisted of a temperature sensor, Arduino UNO microcontroller board, a blower unit for inflation, and an electrical installation kit for eliminating smoke. The results of the system's performance evaluation found that: 1) the evaluation of the efficiency of both control and furnace components was at the highest level. 2) the testing results on the efficiency of incineration of infectious waste masks weighing 500 g. and 1,000 g. indicated that the prototype incinerator took an average of ten minutes and twenty minutes, with an average fuel consumption of 727.66 g. and 577.66 g., respectively. The average temperatures in the first incineration chambers were 253.91 °C and 234.91 °C, respectively, while the mean temperature in the second incinerator were 965.66 °C and 944.48 °C. And, 3) the opinions of the sample's acceptance indicated that it was rated at a high level ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.77) as a whole.

Keywords: infectious waste, masks, coronavirus 2019, gasification technique

บทนำ

การระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือ โควิด-19 (Covid-19) ได้เริ่มต้นเมื่อปลายปี พ.ศ. 2562 และแพร่กระจายไปทั่วโลก สร้างความหวาดกลัวและส่งผลกระทบต่อสุขภาพ สังคมและเศรษฐกิจของประชากร จากสถิติเมื่อเดือนเมษายน 2563 มีประชากรทั่วโลกมีผู้ติดเชื้อ 1,982,939 คน และตาย 126,761 คน ประเทศไทยมีการระบาดและมีจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ในช่วงเวลาเดียวกันจำนวน 2,826 คน [1] ในการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสได้เริ่มต้นตั้งแต่ปี 2562 จนถึงปัจจุบัน ได้มีการรณรงค์ให้ประชาชนทั่วโลกส่วนหน้ากอนามัย ดังนั้นเฉพาะประเทศไทยที่มีประชากรในปี พ.ศ.2564 จำนวน 66.17 ล้านคน [2] จะต้องสวมหน้ากากอนามัยอย่างน้อยวันละ 66 ล้านชิ้น หน้ากากอนามัยต่าง ๆ เหล่านี้เมื่อสวมใส่แล้วจะกลับเป็นขยะติดเชื้อแทบทั้งสิ้น แต่ทุกวันจะต้องมีการเผาขยะติดเชื้อเหล่านี้ ถ้าหากเผาไม่ได้มาตรฐานเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนโดยรอบ

ในการทำลายเชื้อด้วยการเผา เป็นวิธีที่สามารถทำลายเชื้อโรคได้มากที่สุด ผลจากการเผา จะทำให้มีกากขี้เถ้าตกค้าง ควัน และก๊าซเสียจากการเผา ดังนั้นการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยการเผาในเตาเผา ต้องประกอบด้วยห้องเผาขยะมูลฝอยติดเชื้อและห้องเผาควัน โดยการเผามูลฝอยติดเชื้อให้เผาที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 760 องศาเซลเซียส และในการเผาควันด้วยอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 1,000 องศาเซลเซียส โดยการเผาไหม้จะสมบูรณ์ได้ อุณหภูมิและเวลาในการเผาไหม้ต้องมีความเหมาะสม ถ้าหากมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่นเขม่าควัน ฝุ่นละออง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนโดยรอบ [3]

การเผาด้วยเตาเผาโดยทั่วไปที่ไม่มีการควบคุมปริมาณอากาศนั้น การเผาไหม้มูลฝอยในห้องเผาแรกจะทำหน้าที่เผามูลฝอยติดเชื้อ รวมทั้งระเหยน้ำและสารระเหยในมูลฝอย อุณหภูมิห้องเผาไม่ควรต่ำกว่า 760 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาที่มูลฝอยอยู่ในห้องเผาประมาณ 1-1.5 ชั่วโมง แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ในห้องแรกประกอบด้วย CO₂ ไอน้ำ และหากเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะมีคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และสารระเหยที่เป็นผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้ การเผาไหม้ในห้องนี้ใช้อากาศแบบเกินพอ (excess air) ในช่วงระหว่าง 300-600% ของปริมาณอากาศสำหรับออกซิเจนสมดุล ส่วนห้องเผาไหม้ที่ 2 อุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 1,000 -1,200 องศาเซลเซียส สำหรับ

การเผาไหม้และแก๊สอันตรายที่เกิดจากการเผาไหม้ในห้องที่ 1 แต่การที่ไม่สามารถควบคุมระดับอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้และอัตราเร็วของกระแสอากาศในห้องเผาไหม้ได้ ทำให้เผาไหม้ได้ไม่สมบูรณ์ การเผาไหม้ภายใต้สภาวะอากาศแบบเกินพอ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานเนื่องจากอากาศส่วนเกินจะไปลดอุณหภูมิของเตาเผา

ส่วนการเผาด้วยเตาเผาที่มีการควบคุมปริมาณอากาศนั้น เป็นการทำให้เกิดเผาไหม้อย่างต่อเนื่องในห้องเผาไหม้สองห้อง โดยห้องแรกเป็นการเผาแบบใช้อากาศน้อยคือ ใช้อากาศต่ำกว่าปริมาณสมมูลสำหรับการเผาไหม้ โดยใช้อากาศประมาณ 40-70% การเผาในห้องแรกนี้น้ำหรือสารระเหยในมูลฝอยจะระเหยกลายเป็นไอและเกิดสภาวะไพโรไลซิส (pyrolysis) ของมูลฝอยที่ยังมีสมบัติเป็นเชื้อเพลิงทำให้เพิ่มค่าความร้อนในการเผาไหม้ทำให้อุณหภูมิในการเผาไหม้สูง มูลฝอยจะถูกเผาไหม้ในอุณหภูมิสูงการเผาไหม้จนสมบูรณ์ และสร้างระดับอุณหภูมิในห้องที่สองในการลดควันและก๊าซเสียได้ดี ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศน้อยและประหยัดพลังงาน

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

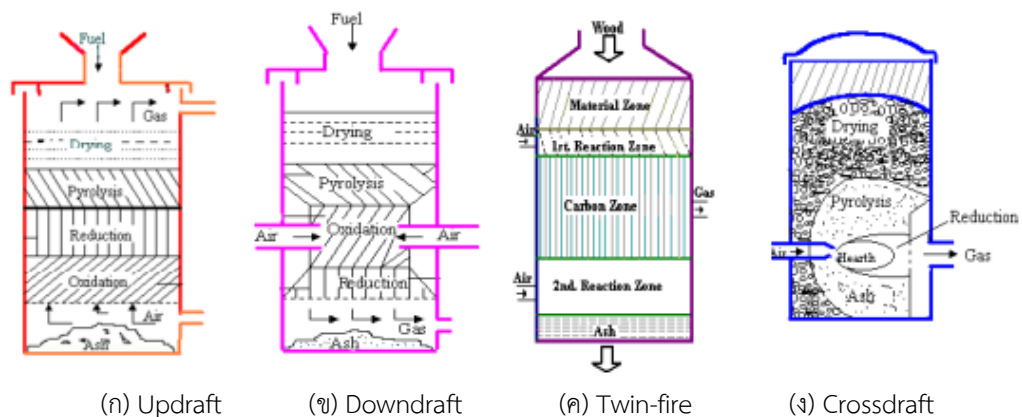
- 1.1 เพื่อพัฒนาดันแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน
- 1.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของดันแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน
- 1.3 เพื่อศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีของกลุ่มตัวอย่าง ตามแนวคิดของตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยี

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) หรือกระบวนการผลิตแก๊สเชื้อเพลิง คือกระบวนการแปรสภาพเชื้อเพลิงแข็งที่มีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนให้อยู่ในรูปเชื้อเพลิงที่เป็นแก๊ส เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H₂) และมีเทน (CH₄) กระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางอุณหเคมี (Thermochemical Conversion Process) เป็นการกลั่นสลายองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยใช้ความร้อนหรือไอน้ำที่อุณหภูมิสูงภายใต้สภาวะจำกัดอากาศหรือออกซิเจน (Partial Oxidation) ที่ความดัน 1 บรรยากาศขึ้นไป ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีหลายขั้นตอนทั้งปฏิกิริยาดูดความร้อนและคายความร้อน แก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตได้เรียกว่า แก๊สเชื้อเพลิง (Syngas หรือ Producer Gas) [4] รูปแบบการใช้งานแก๊สเชื้อเพลิง เช่น การให้ความร้อนโดยตรง ผลิตไฟฟ้า หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับพาหนะ เป็นต้น รูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของแก๊สเชื้อเพลิง การกำจัดปริมาณของน้ำมันทาร์และฝุ่นละอองในแก๊สเชื้อเพลิง ปัจจัยที่กำหนดสัดส่วนองค์ประกอบของแก๊สเชื้อเพลิง คือ ชนิดของเครื่องปฏิกรณ์ สภาวะความดัน และอุณหภูมิ ส่วนคุณลักษณะของขยะจะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมทางด้านเคมีความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์ในแง่ของประสิทธิภาพของระบบ

ชนิดของเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิง (Type of Gasifier) แบ่งตามลักษณะการป้อนเชื้อเพลิงได้เป็น 2 แบบ คือ แบบคอลัมน์ (Fixed bed Gasifier) และแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized bed Gasifier) ซึ่งมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ตามลักษณะของการนำไปใช้ประโยชน์และเชื้อเพลิงที่ใช้ เตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงแบบคอลัมน์ เหมาะสำหรับเชื้อเพลิงที่มีขนาดใหญ่ รูปร่างคงตัวสามารถใช้กับเชื้อเพลิงที่มีความชื้นสูงได้ การทำงานของระบบไม่ซับซ้อนสามารถนำแก๊สเชื้อเพลิงไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย สำหรับเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงแบบฟลูอิดไดซ์เบด เหมาะสำหรับเชื้อเพลิงที่มีขนาดเล็กมาก และต้องใช้ความเร็วของอากาศทำให้เชื้อเพลิงลอยตัวขึ้นมีลักษณะคล้ายของไหล ซึ่งเรียกว่าสภาวะของ Fluidization โดยจะมีสารเฉื่อย (Inert Material) เช่น ทราย หินปูน เป็นต้น เป็นระบบที่ใช้ความดันสูง จึงทำให้การเดินระบบมีความยุ่งยากกว่า โดยทั่วไปจะใช้กับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ [4]



ภาพที่ 1 เตาเผาแก๊สเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ [4]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตรีรัก กินวงษ์ [5] ได้ทำการเคราะห์พฤติกรรม ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการจัดการหน้ากากอนามัย ของประชากรในกรุงเทพมหานคร และเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมพฤติกรรมการจัดการหน้ากากอนามัย โดยใช้ การศึกษาเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณผลการศึกษาพบว่าประชากรกลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการหน้ากากอนามัยโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมีทัศนคติเกี่ยวกับการจัดการหน้ากากอนามัยในระดับปานกลาง และมีพฤติกรรมการจัดการหน้ากากอนามัยในระดับน้อย

Jan Wajs, RoksanBochniak and Aleksandra Golabek [6] ได้ออกแบบและสร้างเตาเผาขยะทาง การแพทย์แบบเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ โดยองค์ประกอบทางสัณฐานวิทยาที่หลากหลายของเสียทางการแพทย์เพื่อ ออกแบบเตาเผาขยะ และสร้างเตาเผาขยะทางการแพทย์แบบเคลื่อนย้ายได้เอง ซึ่งสอดคล้องกับการนำเสนอ กฎระเบียบในโปแลนด์และสหภาพยุโรป ควรเน้น ความแปลกใหม่ในตลาดโปแลนด์เนื่องจากการป้องกันขยะอันตราย เข้าไปในห้องเผาไหม้ปรับให้เข้ากับหน่วยเคลื่อนที่

elvakumar Dharmaraj, VeeramuthuAshokkumar, Rajesh Pandiyan, Heli Siti HalimatulMunawaroh, Kit Wayne Chew, Wei-Hsin Chen and ChawalitNgamcharussrivichai [7] ได้ ทำการศึกษาเทคนิคการเผาด้วยเทคโนโลยีไพโรไลซิสที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายของเสียทางการแพทย์ COVID-19 เพื่อการจัดการของเสียทางการแพทย์อย่างเหมาะสมไม่สร้างปัญหาด้านสาธารณสุขอย่างร้ายแรง และไม่ เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้เน้นที่กระบวนการเทอร์โมเคมี โดยเฉพาะกระบวนการไพโรไลซิส เพื่อบำบัดของเสียทางการแพทย์ เทคนิคนี้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีประสิทธิภาพและคุ้มค่า และทำให้เกิดมลพิษ น้อยลง

สุรัชย์ เหมหิรัญ [8] ได้พัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบมัสโพล โดย เครื่องอบแห้งมีพื้นที่ห้องอบแห้งขนาดกว้าง 0.015 เมตร ยาว 1.0 เมตร ข้าวเปลือกเคลื่อนที่บนแผ่นกระจาย ความร้อนผ่านห้องอบแห้งด้วยการสั่นสะเทือนจากการหมุนเยื้องศูนย์กลางของชุดเขย่าห้องอบแห้งและติดตั้งเตา แบบอินฟราเรด เพื่อสร้างอากาศร้อนในการอบแห้ง ระบบควบคุมประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่อ่าน และบันทึกข้อมูลจากตัวรับรู้ต่าง ๆ ผลการทดสอบพบว่าการควบคุมแบบปิดสามารถควบคุมชุดการหมุนของโรตารี วาล์วและความเร็วอากาศออกจากห้องอบแห้งได้ตามต้องการ และการทดสอบการอบแห้งพบว่าการปรับตั้งความเร็ว ของอากาศไหลออกจากห้องอบแห้งเป็น 2.5 เมตรต่อวินาทีที่ความเร็วรอบการหมุนของโรตารีวาล์วเป็น 2 รอบต่อ นาทิสามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกจากความชื้นเริ่มต้นช่วง 20-21%wb จนมีความชื้นสุดท้ายที่ 14.8%wb และสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 18.2 MJ/kg water removed และระบบควบคุมสามารถลดการสิ้นเปลืองพลังงาน จำเพาะลดลงร้อยละ 33.2

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

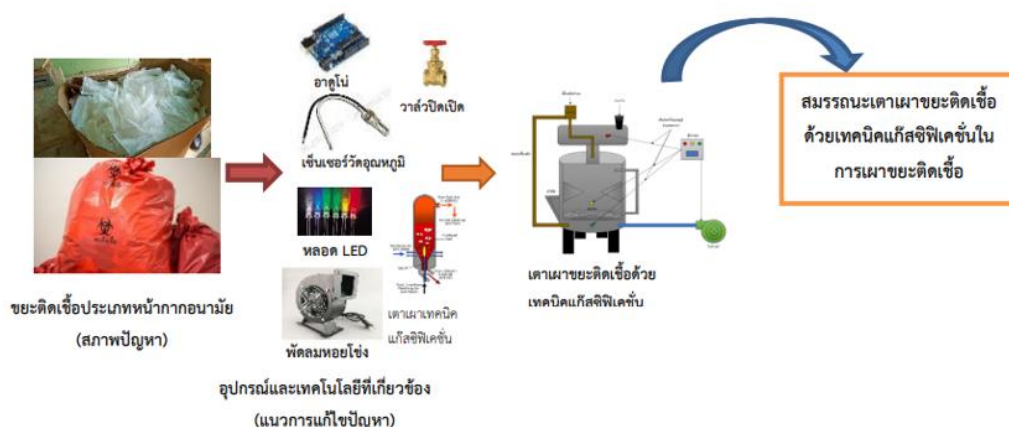
- 1.1 ต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน
- 1.2 แบบประเมินประสิทธิภาพของตัวต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน
- 1.3 แบบสอบถามการยอมรับเทคโนโลยีของกลุ่มตัวอย่าง ตามแนวคิดของตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยี

2. กลุ่มเป้าหมาย

ชุมชนบ้านหนองดินแดง ต.หนองดินแดง อ.เมืองนครปฐม จ.นครปฐม

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาความเป็นไปได้ การกำหนดปัญหา และองค์ความรู้ต่าง ๆ ในการจัดทำต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน จากตำรา เอกสารวิชาการ หลักการทำงานทางเครื่องกล กล่าวโดยสรุป จากปัญหาเกี่ยวกับขยะติดเชื้อประเภทหน้ากากอนามัยในช่วงโควิดนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาเกี่ยวกับองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยนำเอาเทคโนโลยีการเผาขยะติดเชื้อเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นฐานแนวคิดในการพัฒนาต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชันโดยมีรายละเอียด ดังภาพที่ 2

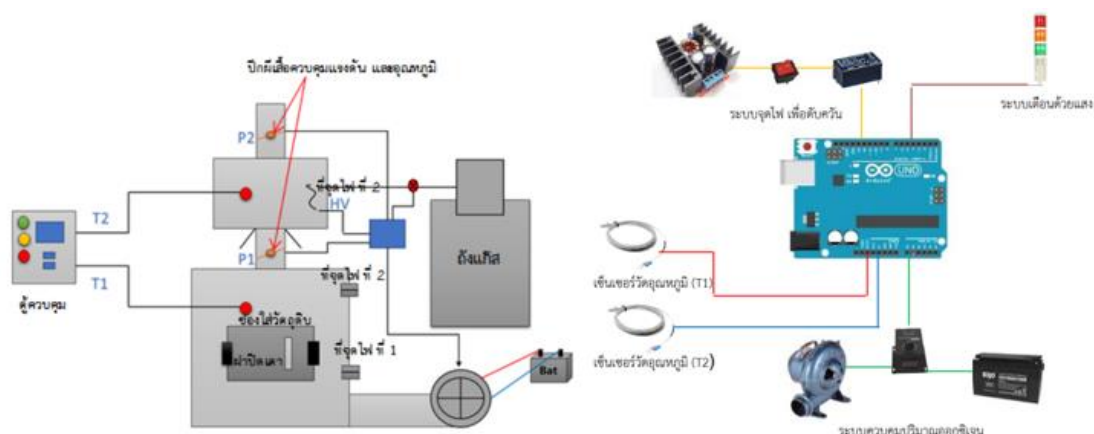


ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัยและพัฒนา

3.2 ออกแบบโครงสร้างเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชันจากการศึกษาที่ผ่านมา คณะผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างการทำงานออกเป็น 2 แบบ คือ

3.2.1 การออกแบบโครงสร้างต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน มีรูปร่างทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 เซนติเมตร x สูง 118 เซนติเมตร สามารถเคลื่อนที่ได้ ประกอบด้วย เตาเผาสำหรับใส่เชื้อเพลิง ห้องเตาสำหรับใส่ขยะติดเชื้อ (หน้ากากอนามัย) โบลเวอร์ ปีกผีเสื้อควบคุมแรงดัน และตู้ควบคุมควบคุม

3.2.2 การออกแบบระบบควบคุมต่าง ๆ ภายในเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน โดยแบ่งส่วนการควบคุมย่อยภายในออกเป็น 4 ส่วน คือ 1. ระบบตรวจวัดอุณหภูมิ 2. ระบบควบคุมประมาณออกซิเจน 3. ระบบเตือนด้วยเสียงและแสง และ 4 ระบบจุดไฟเพื่อดับควัน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การออกแบบโครงสร้างเตาเผาและระบบควบคุม

3.3 การพัฒนาต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน จากการศึกษาที่ผ่านมา คณะผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างการทำงานออกเป็น 2 แบบ คือ

3.3.1 การสร้างเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชันตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยอาศัยหลักการคำนวณที่ ไตรรัตน์ โคสาแสงและรัชพล สันติวรการ [9] ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้แล้ว สำหรับต้นแบบที่มีการพัฒนาขึ้นนี้จะพิจารณาการใช้ภายในครัวเรือน ประสิทธิภาพในการเผาหน้ากากอนามัยที่มีการใช้งานแล้วไม่เกิน 5 กิโลกรัมต่อการเผา 1 ครั้ง

3.3.2 ส่วนการควบคุม ขั้นตอนนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบโดยใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino เพื่อเป็นต้นแบบในการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์อุณหภูมิโดยใช้ภาษาซีในการพัฒนาระบบเพื่อทำการประมวลผลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลผลการประมวลผล

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพเตาเผา

3.4.1 คณะผู้วิจัยได้นำต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพจำนวน 10 ท่าน โดยแยกการประเมิน 2 ระบบ คือ (1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องกลโรงงาน จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินเตาเผาขยะติดเชื้อ และ (2) ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินการส่วนควบคุมและการทำงานของระบบ นำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4.2 การทดลองใช้งานเพื่อทดสอบการหาอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อกับอุณหภูมิในการเผา โดยกำหนดปริมาณน้ำหนักร่างกายอนามัยปริมาณ 500 กรัมและ 1,000 กรัม เชื้อเพลิงเศษไม้ไผ่ยาวขนาด 10 เซนติเมตร ที่ความชื้นที่ 09.0 เปอร์เซ็นต์ ปรับระดับความเร็วลม 17.0 เมตรต่อวินาที บันทึกผลระยะเวลาการเผาอุณหภูมิในห้องเผาที่ 1 และห้องเผาที่ 2 ทำการทดสอบซ้ำ 10 รอบนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4.3 คณะผู้วิจัยได้นำต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชันไปใช้งานกับชุมชนบ้านหนองดินแดง ต.หนองดินแดง อ.เมืองนครปฐม จ.นครปฐม ประชาสัมพันธ์ให้ชาวบ้านในชุมชนนำหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วมาเผา และทำการเก็บข้อมูลความคิดเห็นการยอมรับของผู้มาใช้งานเตาเผาขยะติดเชื้อจำนวน 20 ครัวเรือน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ [10]

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

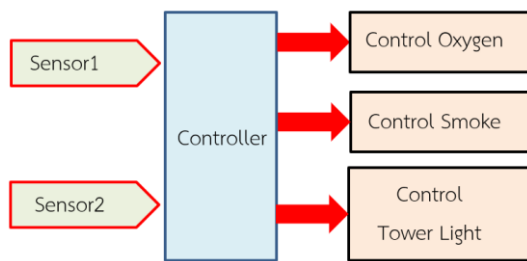
ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน

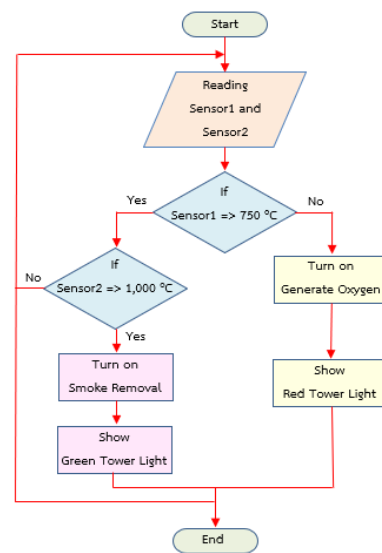
ผลการออกแบบองค์ประกอบของต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน คณะผู้วิจัยได้ศึกษาบริบท สภาพปัญหา วิธีการแก้ไขปัญหา เทคโนโลยีที่นำมาแก้ไขปัญหา และนำข้อมูลต่าง ๆ มาออกแบบองค์ประกอบของต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนรับค่า 2) ส่วนควบคุมสั่งการ และ 3) ส่วนอุปกรณ์ และนำมาออกแบบระบบควบคุม แสดงดังตารางที่ 1 และภาพที่ 4

ตารางที่ 1 หน้าที่ของแต่ละส่วน

ส่วนการทำงาน	หน้าที่ของส่วนการทำงาน	อุปกรณ์
ส่วนรับค่า	- รับค่าอุณหภูมิจากห้องเผาที่ 1 และห้องเผาที่ 2	- เซ็นเซอร์อุณหภูมิ
ส่วนควบคุมสั่งการ	- ประมวลผลค่าอุณหภูมิที่ได้รับจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิทั้ง 2 ตัว - ควบคุมดำเนินการตามข้อกำหนดที่ได้จากการประมวลผล - เก็บค่าอุณหภูมิทั้ง 2 เซ็นเซอร์ทุก ๆ 30 วินาที	- ไมโครคอนโทรลเลอร์ - การ์ดหน่วยความจำ
อุปกรณ์	- ทำงานตามส่วนควบคุม	- โบลเวอร์ - LED ทาวเวอร์แลมป์ - รีเลย์



(ก) ระบบควบคุมเตาเผาขยะติดเชื้อ

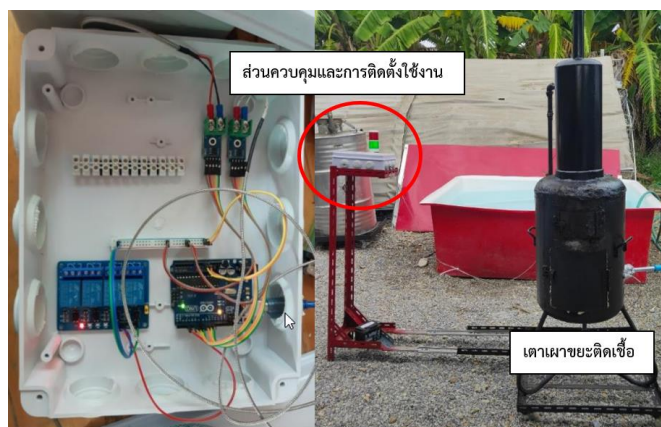


(ข) แผนผังการทำงานของระบบ

ภาพที่ 4 ระบบควบคุมเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน

จากภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมเตาเผาขยะติดเชื้อ ภาพที่ 4(ก) ประกอบด้วย sensor จำนวน 2 ตัว บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับประมวลผลและสั่งการให้ระบบลดควัน ระบบแจ้งเตือน และระบบควบคุมออกซิเจน ภาพที่ 4(ข) เป็นขั้นตอนการทำงานในการสั่งงานให้มีการตรวจวัดอุณหภูมิในห้องเผาที่ 1

(Sensor1) และห้องเผาที่ 2 (Sensor2) ถ้าอุณหภูมิในห้องเผาที่ 1 น้อยกว่า 750 องศาเซลเซียส ระบบแจ้งเตือนจะทำงาน เพื่อให้มีการเพิ่มเชื้อเพลิงหรือสั่งการให้ระบบควบคุมแรงลมทำงาน ด้วยการให้โบลเวอร์เติมลมออกซิเจน สำหรับอุณหภูมิในห้องเผาที่ 2 ถ้ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1,000 องศาเซลเซียสระบบจะทำการเปิดปีกผีเสื้อเพื่อทำการปล่อยควันออก ผลการพัฒนาต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผลการพัฒนาส่วนควบคุมและส่วนที่เป็นเตาเผา

ผลการประเมินประสิทธิภาพต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน โดยแยกการประเมิน 2 ระบบ คือ (1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องกลโรงงาน จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินเตาเผาขยะติดเชื้อ และ (2) ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินการส่วนควบคุมและการทำงานของระบบ ผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
เตาเผาขยะติดเชื้อ	4.76	0.42	ระดับมากที่สุด
1. การออกแบบโครงสร้างแต่ละส่วนมีความเหมาะสมกับการใช้งานในกระบวนการเผาขยะติดเชื้อ	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
2. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้มีความเหมาะสมกับการใช้ในกระบวนการเผาขยะติดเชื้อ	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
3. ขั้นตอนการใช้งานเหมาะสมกับการใช้งานจริงในกระบวนการเผาขยะติดเชื้อ	4.60	0.49	ระดับมากที่สุด
4. การบำรุงรักษาเตาเผาทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากต่อการทำความสะอาด	4.60	0.49	ระดับมากที่สุด
5. ภาพรวมของเตาเผา มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.60	0.49	ระดับมากที่สุด
ระบบควบคุมและการทำงาน	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
1. มีระบบการทำงานที่สะดวก ใช้งานง่ายเหมาะสมสำหรับผู้ใช้งาน	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
2. มีระบบควบคุมผลแสดงให้ผู้ใช้งานตรวจสอบได้อย่างสะดวก และแจ้งเตือนได้เหมาะสมกับการใช้งานระหว่างกระบวนการเผาขยะติดเชื้อ	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
3. มีส่วนประกอบอื่น ๆ ของระบบควบคุม มีความเหมาะสมสำหรับผู้ใช้งาน	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
4. การดูแลรักษา และซ่อมบำรุงระบบควบคุมทำได้ง่ายต่อผู้ใช้งาน	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
5. ภาพรวมของระบบ มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
ภาพรวมเฉลี่ย	4.74	0.43	ระดับมากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพของเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน จากผู้เชี่ยวชาญภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.74, S.D.=0.43) เมื่อพิจารณาแต่ละส่วนพบว่า ในส่วนของเตาเผาขยะติดเชื้ออยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.76, S.D.=0.42) และในส่วนระบบควบคุมและการทำงานอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.80, S.D.=0.40)

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชันที่พัฒนาขึ้น จากการนำหน้ากากอนามัยปริมาณ 500 กรัมและ 1,000 กรัม ปริมาณเชื้อเพลิงเศษไม้ไผ่ยาวขนาด 10 เซนติเมตร ที่ความชื้นที่ 09.0 เปอร์เซ็นต์ ปรับระดับความเร็วลมที่ 17.0 เมตรต่อวินาที บันทึกผลระยะเวลาการเผา น้ำหนักเชื้อเพลิงที่ใช้ อุณหภูมิห้องเผาที่ 1 และห้องเผาที่ 2 ทำการทดสอบซ้ำ 10 รอบ นำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แสดงดังภาพที่ 6 และตารางที่ 3



ภาพที่ 6 การทดสอบการใช้งานด้วยการเผาหน้ากากอนามัย

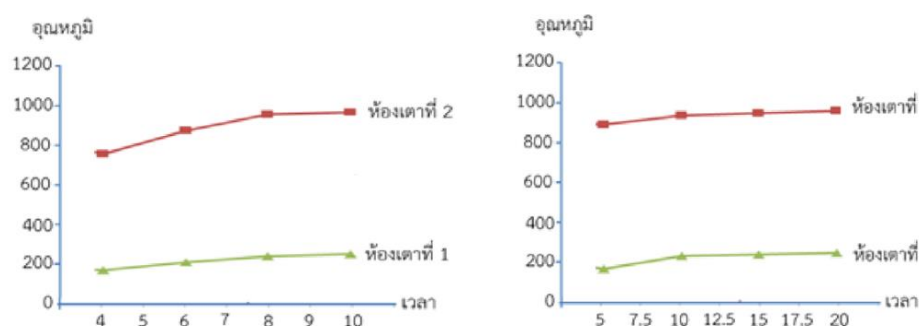
ตารางที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน

น้ำหนักหน้ากาก อนามัย (กรัม)	น้ำหนักเชื้อเพลิงที่ใช้ (กรัม)	เวลาที่ใช้ใน การเผา (นาที)	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการเผาขยะติดเชื้อใน เตาเผาที่พัฒนาขึ้น (องศาเซลเซียส: °C)	
			ห้องเผาที่ 1	ห้องเผาที่ 2
500	727.66±2.51	4	171.90±1.77 ^a	755.77±1.64 ^a
		6	211.54±1.04 ^b	875.05±1.63 ^b
		8	241.91±1.77 ^c	954.25±0.75 ^c
		10	253.91±1.77 ^d	965.66±1.42 ^d
1,000	577.66±2.51	5	162.62±1.92 ^a	885.14±1.45 ^a

	10	228.09±2.78 ^b	930.81±1.24 ^b
	15	234.91±2.78 ^c	944.48±2.63 ^c
	20	242.91±2.76 ^d	954.48±2.63 ^d

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชันในการเผาขยะติดเชื้อน้ำหนักหน้ากากอนามัยที่ 500 กรัม จะใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยอยู่ที่ 727.66 กรัม โดยเวลาที่ใช้ในการเผาหน้ากากอนามัย เฉลี่ยอยู่ที่ 10 นาที ค่าอุณหภูมิการเผาในห้องเผาที่ 1 เฉลี่ยอยู่ที่ 253.91 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิในห้องเผาที่ 2 เฉลี่ยอยู่ที่ 965.66 องศาเซลเซียส และน้ำหนักหน้ากากอนามัยที่ 1,000 กรัม จะใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยอยู่ที่ 577.66 กรัม เวลาที่ใช้ในการเผาหน้ากากอนามัย เฉลี่ยอยู่ที่ 20 นาที ค่าอุณหภูมิการเผาในห้องเผาที่ 1 เฉลี่ยอยู่ที่ 234.91 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิในห้องเผาที่ 2 เฉลี่ยอยู่ที่ 944.48 องศาเซลเซียส โดยผลการวิเคราะห์เวลาที่ใช้อุณหภูมิการเผาน้ำหนักขยะติดเชื้อแตกต่างกัน และลักษณะการเผาที่แตกต่างกันภายในเตาเผาพบว่าเมื่อเวลาที่ใช้ อุณหภูมิการเผา น้ำหนักขยะติดเชื้อ และลักษณะการเผาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิการเผาขยะติดเชื้อในเตาเผาที่พัฒนาขึ้น ดังภาพที่ 7



(ก) การทดสอบเผาหน้ากากอนามัยน้ำหนัก 500 กรัม (ข) การทดสอบเผาหน้ากากอนามัยน้ำหนัก 1,000 กรัม

ภาพที่ 7 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิกับเวลาในการเผาขยะติดเชื้อหมด

จากภาพที่ 7 การเปรียบเทียบอุณหภูมิต่อเวลาในการเผาขยะติดเชื้อน้ำหนักหน้ากากอนามัยที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพ ในภาพ (ก) เป็นการทดสอบเผาหน้ากากอนามัยน้ำหนัก 500 กรัม และภาพ (ข) เป็นการทดสอบเผาหน้ากากอนามัยน้ำหนัก 1,000 กรัม เป็นการเปรียบเทียบอุณหภูมิกับเวลาในการเผาขยะติดเชื้อหมด

2.2 การศึกษาการยอมรับของชาวบ้านชุมชนบ้านหนองดินแดงที่นำหน้ากากอนามัยมาเผาที่เตาเผาขยะติดเชื้อตามแนวคิดของตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยี TAM และเก็บข้อมูลจำนวน 20 ครั้งเรือน แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความคิดเห็นที่มีต่อการยอมรับของชาวบ้านชุมชนบ้านหนองดินแดงที่มีต่อเตาเผาขยะติดเชื้อ

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ความง่ายต่อการใช้งาน (Perceived ease of use)	4.11	0.78	ระดับมาก
1.1 เตาเผาขยะติดเชื้อมีความง่ายต่อการใช้งาน	4.15	0.79	ระดับมาก

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1.2 เตาเผาขยะติดเชื่อมีความสะดวกต่อการใช้งาน	4.20	0.75	ระดับมาก
1.3 ขั้นตอนการใช้งานมีความเหมาะสมไม่ซับซ้อน	4.10	0.83	ระดับมาก
1.4 การบำรุงรักษาเตาเผาขยะติดเชื่อทำได้ง่าย	4.10	0.77	ระดับมาก
1.5 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.00	0.77	ระดับมาก
2. ด้านประโยชน์ต่อการใช้งาน (Perceived usefulness)	4.28	0.76	ระดับมาก
2.1 ความสามารถในการกำจัดขยะติดเชื่อ	4.25	0.83	ระดับมาก
2.2 ช่วยลดมลพิษในอากาศ	4.25	0.77	ระดับมาก
2.3 ช่วยลดการแพร่กระจายเชื้อโรคจากหน้ากากอนามัย	4.35	0.73	ระดับมาก
2.4 ช่วยลดปริมาณขยะติดเชื่อ	4.30	0.71	ระดับมาก
2.5 ประโยชน์โดยรวมที่มีต่อชุมชน	4.26	0.78	ระดับมาก
ภาพรวมเฉลี่ย	4.20	0.77	ระดับมาก

จากตารางที่ 4 พบว่า ความคิดเห็นที่มีผลต่อการยอมรับของชุมชนบ้านหนองดินแดงผู้ที่นำหน้ากากอนามัยมาเผาที่เตาเผาขยะติดเชื่อ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.20$, S.D.=0.77) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านความง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.11$, S.D.=0.78) และด้านประโยชน์ต่อการใช้งานอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$, S.D.=0.76)

อภิปรายผลการวิจัย

1. ต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื่อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) ส่วนควบคุมจะทำหน้าที่ควบคุมและสั่งการให้การเผาขยะติดเชื่อเป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ อุปกรณ์หลัก ๆ ในส่วนนี้ได้แก่ sensor อุณหภูมิ จำนวน 2 ตัวสำหรับการตรวจสอบความร้อนในห้องเผาที่ 1 และห้องเผาที่ 2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการประมวลผลและสั่งการ ชุดโบลเวอร์สำหรับเติมลม ชุดติดระบบไฟฟ้าสำหรับการลดปริมาณควัน ชุดแจ้งเตือน เป็นต้น และ 2) ส่วนเตาเผาขยะติดเชื่อ ได้ออกแบบและสร้างเตาเผาโดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ ไตรรัตน์ โคสแสง และรัชพล สันติวรารกร [9] ได้มีการปรับโครงสร้างให้เหมาะสมสำหรับครัวเรือนเผาได้ไม่เกินครั้งละ 5 กิโลกรัม ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมของระบบโดยรวมอยู่ในระดับดีมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื่อสามารถทำลายหน้ากากอนามัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งเตาเผาขยะติดเชื่อยังใช้เทคนิคแก๊สซิฟิเคชันเพื่อลดปริมาณควันด้วยการนำกลับไปเผาซ้ำ ทำให้เกิดมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น เขม่าควัน ฝุ่นละออง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนโดยรอบสอดคล้องกับ รายงานวิจัยของ ชาญชัย ทองโสภณ [4] ได้วิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลาสมาสำหรับเป็นแหล่งความร้อนเสริมในกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันเพื่อกำจัดขยะชุมชน พบว่า ผลการวิเคราะห์มลพิษอากาศ ระบบปลดปล่อยปริมาณฝุ่นละออง (TSP), SO₂, NO_x, Hg, Cd และ Pb ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ตามมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผาขยะมูลฝอยประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2. ผลการทดลองใช้ต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื่อด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชัน พบว่าสามารถเผาขยะติดเชื่อหน้ากากอนามัยน้ำหนัก 500 กรัมในเวลาเฉลี่ย 10 นาที ใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ย 727.66 กรัม โดยค่าอุณหภูมิการเผาในห้องเผาที่ 1 เฉลี่ย 253.91 องศาเซลเซียส ห้องเผาที่ 2 เฉลี่ย 965.66 องศาเซลเซียส และหน้ากากอนามัยน้ำหนัก 1,000 กรัมในเวลาเฉลี่ย 20 นาที ใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ย 577.66 กรัม ค่าอุณหภูมิการเผาในห้องเผาที่ 1 เฉลี่ย 234.91 องศาเซลเซียสห้องเผาที่ 2 เฉลี่ย 944.48 องศาเซลเซียส จากการทดสอบพบว่าอุณหภูมิที่มีการเผาขยะติดเชื่อ

จะต้องเผาในเตาเผาที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 760 องศาเซลเซียสและต้องเผาไหม้ควันในที่อุณหภูมิสูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียส การเผาไหม้จะสมบูรณ์ได้ สอดคล้องกับ นิติพันธุ์ แสนสุข [11] ได้วิจัยเรื่อง การศึกษาการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผา: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองวารินชำราบ พบว่าอุณหภูมิในการเผาขยะติดเชื้ออยู่ในช่วง 900-1,200 องศาเซลเซียส การที่ปริมาณเชื้อเพลิงในการเผาขยะปริมาณ 500 กรัม ใช้เชื้อเพลิงมากกว่า 1000 กรัม นั้นเนื่องจากสภาพวัตถุดิบที่ใช้ทำหน้ากากมีความเป็นเชื้อเพลิงเมื่อเกิดการเผาไหม้ในอุณหภูมิสูงและมีการควบคุมอากาศด้วยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชันหน้ากากจึงเป็นเชื้อเพลิงในการเผา ทำให้ปริมาณในการใช้เชื้อเพลิงลดลงในระยะเวลาการเผายาวนานขึ้น

3. ผลการศึกษาความคิดเห็นที่มีผลต่อการยอมรับของชุมชนบ้านหนองดินแดงผู้นำหน้ากากอนามัยมาเผาที่เตาเผาขยะติดเชื้อ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากทำให้ประชากรในชุมชนบ้านหนองดินแดงมีความเชื่อมั่นว่าต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อจะช่วยให้การแพร่กระจายของเชื้อโรคจากหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วลดน้อยลงไป สอดคล้องกับอภิชาติ เหล็กดี และณพวรรณนท์ ทองปาน [12] ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาด้านระบบควบคุมร้านอาหารสายพานด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว พบว่า การยอมรับต้นแบบระบบควบคุมร้านอาหารสายพานด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นเพียงต้นแบบเตาเผาขยะติดเชื้อโดยอาศัยเทคนิคแก๊สซิฟิเคชันในการเผาไหม้เพื่อลดการปล่อยมลพิษเข้าสู่บรรยากาศ การนำผลการวิจัยไปใช้ ควรศึกษาวัสดุที่จะนำไปเผาเนื่องจากทดลองใช้งาน คณะผู้วิจัยได้ใช้หน้ากากอนามัยแบบ ear-loop mask แบบ 3 ชั้น ยังไม่มีการทดสอบแบบอื่น ๆ เพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

การวิจัยในครั้งต่อไปควรเพิ่มกระบวนการจุดไฟในเตาเผาด้วยระบบไฟฟ้า เพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน และนำไปใช้ประโยชน์ในชุมชนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานวิจัยแห่งชาติ (วช.) และกองทุนสนับสนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย นักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมศิลป์ที่ช่วยดำเนินการพัฒนาด้านแบบเตาเผาจนแล้วเสร็จ และประชากรชุมชนบ้านหนองดินแดงที่เข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย รวมถึงผู้เชี่ยวชาญที่อนุเคราะห์การประเมินประสิทธิภาพตามเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ญัฏฐวรรณ คำแสน. (2564). ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อไวรัสโควิด-19 ของประชาชนในเขตอำเภออุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี, 4(1),33-48.
- [2] กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. (2564). ข้อมูลด้านประชากร. สืบค้นจาก <https://www.boj.go.th/index.php?page=demographic&language=th>
- [3] กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2564). สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19). สืบค้นจาก <https://ddc.moph.go.th>.
- [4] ขาวชัย ทองโสภ. (2558). รายงานการวิจัยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลาสมาสำหรับเป็นแหล่งความร้อนเสริมในกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน เพื่อกำจัดขยะชุมชน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [5] ตรีรัก กิ่งวงษ์. (2563). พฤติกรรมการจัดการหน้ากากอนามัยของประชากรในกรุงเทพมหานคร [การค้นคว้าอิสระปริญญาโท, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์]. <http://gseda.nida.ac.th/academics/database/students/fileupload/isdocument/20210730224853.pdf>

- [6] Jan Wajs, RoksanaBochniak and Aleksandra Golabek. (2019). Proposal of a Mobile Medical Waste Incinerator with Application of Automatic Waste Feeder and Heat Recovery System as a Novelty in Poland. *Department of Energy and Industrial Apparatus*, 19(18), 1-18.
- [7] Selvakumar Dharmaraj, VeeramuthuAshokkumar, Rajesh Pandiyan, Heli Siti HalimatulMunawaroh, Kit Wayne Chew, Wei-Hsin Chen and ChawalitNgamcharussrivichai. (2021). Pyrolysis: An effective technique for degradation of COVID-19 medical wastes. *Science Direct*. 275, 1-20.
- [8] สุรัชย์ เหมศิริบุญ. (2563). การพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบมัลติโฟล [วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. <http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/634/1/gs571150037.pdf>
- [9] ไตรรัตน์ โคสาแสง และรัชพล สันติวารกร. (2559). การออกแบบเตาแก๊สซีฟายเออร์แบบไหลลงประสิทธิภาพสูง. *วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ*. 2(1), 1-12.
- [10] จักรี ทำมาน และมานิตย์ อาษานอก. (2561). ผลการศึกษาองค์ประกอบของระบบสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการวิจัยและบริการวิชาการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 5(1), 122-132.
- [11] นิติพันธุ์ แสนสุข. (2560). การศึกษาการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผา: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองวารินชำราบ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี]. ฐานข้อมูลงานวิจัย (ThaiLis).
- [12] อภิชาติ เหล็กดี และณพรธรรณท์ ทองปาน. (2564). การพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมร้านอาหารสายพานด้วยเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 8(2), 114-126.