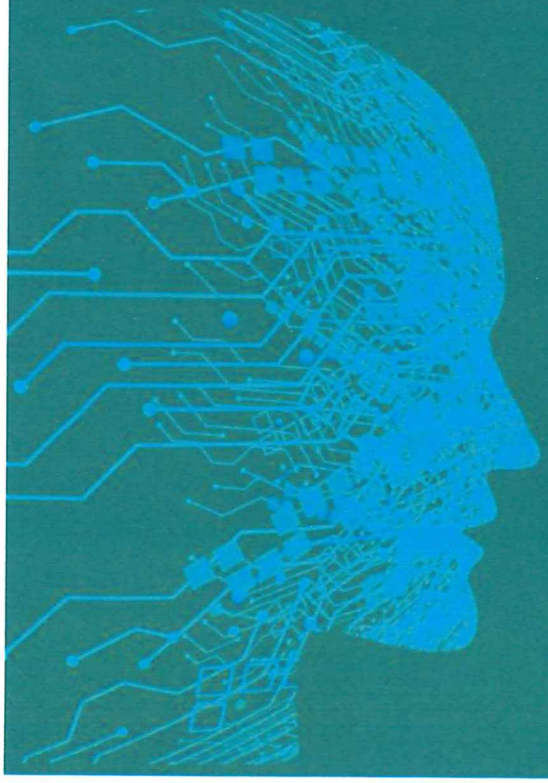
2nd National Conference of Innovative Technology and Vocational Education & Training T-VET

รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการเทคโนโลยีนวัตกรรม และอาชีวศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 2

IVEN.3

Institute of Vocational Education
Northern Region 3

"การพัฒนาเทคโนโลยี ด้านนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ การจัดการเรียนการสอน และการบริหารด้านอาชีวศึกษา ด้วยกระบวนการวิจัยเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน ด้านอาชีวศึกษาอย่างยั่งยืน"



การประชุมวิชาการฯ

วันที่ 24 - 25 มีนาคม 2566

ณ หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ วิทยาลัยพณิชยการบึงพระ

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3

410 หมู่ 1 ตำบึงบึงพระ อำเภอเมือง

จังหวัดพิษณุโลก 65000 055-337611

HA006

การออกแบบและพัฒนาตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน
DESIGN AND DEVELOPMENT OF DISINFECTION CABINET IN MIXED SYSTEM

วงศพัชญ์ พันธ์สิริโรจ[1] เกษตร เมืองทอง[2]
Wongsaphat Phansirirot[1] Kaset Muangthong[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและตู้ฆ่าเชื้อระบบผสมผสาน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของตู้ฆ่าเชื้อระบบผสมผสาน และเพื่อประเมินคุณภาพโดยบุคลากรทางการแพทย์ที่มีตู้ฆ่าเชื้อระบบผสมผสาน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างก็คือผู้ประกอบการร้านค้าด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง มีแบบทดสอบประสิทธิภาพและแบบประเมินคุณภาพเป็นเครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้ ใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิจัยมีดังนี้ ตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสานมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อไวรัสต่างๆที่อาจติดมากับอุปกรณ์ วิธีการที่ฆ่าเชื้อได้ดีที่สุด คือการใช้ความร้อน ซึ่งสิ่งประดิษฐ์ที่คณะผู้จัดทำโครงการจัดทำขึ้นมานั้นมีจุดมุ่งหมาย ที่จะอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานโดยการทำงานของสิ่งประดิษฐ์นั้นมีการออกแบบให้ทำงานเป็นระบบแสง UV-C โอโซนและความร้อน และควบคุมด้วยไทม์เมอร์ ทั้งนี้เมื่อสร้างโครงการสิ่งประดิษฐ์เสร็จสิ้นแล้วสามารถนำมาใช้ได้จริง เช่น การฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับอุปกรณ์จาน ชาม ก่อนที่จะนำไปให้ผู้บริโภคใช้

คำสำคัญ : ตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน

[1 2] วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4
[1 2] Phichit Technical College, Northern Institute of Vocational Education4
*Corresponding Author 082-4091890 , E-mail: tosjang1995@gmail.com

Abstract

This research aims to to design and hybrid system disinfection cabinet To test the performance of the hybrid disinfection cabinet. and to assess the quality by medical personnel who have a hybrid disinfection cabinet. The sample was used by healthcare professionals using a specific randomized method. There was an efficiency test and a quality assessment as a tool for this research. The mean and standard deviation were used as the statistics used to analyze the data. The research results are as follows. It is effective in killing various viruses that may be attached to the device. The inventions that the project organizers have created has a purpose. To facilitate the user by the work of the invention is designed to work as a UV-C light system, ozone and heat. and controlled with a timer However, when the invention project is completed Can be used in practice, such as disinfection attached to dishes and bowls before being used by consumers.

Keywords : Disinfection cabinet in mixed system

บทนำ

ในปัจจุบันมีเชื้อโรคและแบคทีเรียหลากหลายชนิดที่เรามองไม่เห็นที่อาจติดมากับอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งแบคทีเรียบางชนิดอาจมีประโยชน์ต่อร่างกาย ในขณะที่แบคทีเรียบางชนิดก็อาจทำให้เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตได้เมื่อมีจำนวนที่มากพอ เชื้อแบคทีเรียก็จะสร้างสารพิษปล่อยออกมาจากอุปกรณ์ที่ปนเปื้อน แบคทีเรียทีพบได้ส่วนใหญ่มีอยู่ ๒ ชนิด คือ อีโคไล และสเตรปโทคอกคัส ซึ่งถ้าหากเราสัมผัสเชื้อแบคทีเรียแล้วนำเข้าสู่ร่างกายผลเสียที่จะเกิด คือ ปวดท้อง,อาเจียน,ท้องร่วง และอาจส่งผลเสียร้ายแรง เช่น ลำไส้อักเสบ เป็นต้น [1] [2]

เนื่องจากเครื่องฆ่าเชื้อในปัจจุบันมีระบบการฆ่าเชื้อเพียง ๑ ระบบ ซึ่งไม่สามารถฆ่าเชื้ออุปกรณ์ได้อย่างครอบคลุม ตัวอย่างเช่น นวัตกรรมเครื่องฆ่าเชื้อด้วยแสง UV-C สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้แต่มีผลเสียต่ออุปกรณ์ที่มีส่วนผสมของพลาสติกทำให้อายุการใช้งานลดลง และเป็นอันตรายต่อเซลล์ผิวหนังของสิ่งมีชีวิตทำให้ส่วนเครื่องฆ่าเชื้อด้วยความร้อน สามารถกำจัดได้เช่นกันแต่มีผลเสียต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด [3]

คณะผู้จัดทำจึงพัฒนาตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสานเพื่อลดการแพร่กระจายของเชื้อไวรัสหรือเชื้อแบคทีเรียที่จะส่งผลเสียต่อมนุษย์ ตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสานจะสามารถทำการฆ่าเชื้อได้ดีกว่าการฆ่าเชื้อแบบเดิม ซึ่งมีการฆ่าเชื้อได้ 3 ระบบคือโอโซน แสงยูวี-ซี และความร้อน เพื่อรองรับกับอุปกรณ์ได้ทุกชนิด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนาตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

รังสี UV ที่เหมาะแก่การฆ่าเชื้อ

รังสี UVC เป็นรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดหนึ่ง มีความยาวคลื่น 200-280 nm ในธรรมชาติรังสี UVC ถูกกรองไว้โดยชั้นโอโซน จึงไม่สามารถผ่านชั้นบรรยากาศของโลกลงมาได้ เนื่องจากรังสี UVC ถูกดูดซับโดยโมเลกุลอินทรีย์ รวมถึง DNA ทำให้เกิดการตายของจุลินทรีย์ จึงได้กลายเป็นที่นิยมสำหรับการใช้งานฆ่าเชื้อโรค

ปัจจุบันเนื่องจากการระบาดอย่างรุนแรงของโควิด-19 ทำให้มีการนำหลอด UVC ที่มีความยาวคลื่น 254 nm มาใช้ในการฆ่าเชื้อโรค อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้งานควรมีความรู้ความเข้าใจว่าการฆ่าเชื้อนั้นจะเกิดขึ้นได้ดีในระยะใกล้และในด้านที่แสงตกกระทบ UVC เดินทางเป็นเส้นตรง การใช้ UVCฆ่าเชื้อโรคจะมีข้อจำกัด คือ บริเวณที่เป็นซอกหลืบหรือส่วนที่ถูกแสงบังจะไม่สามารถใช้ UVC ฆ่าเชื้อได้ นอกจากนั้น การฆ่าเชื้อด้วย UVC อาจทำให้อุปกรณ์ที่มีส่วนประกอบของพลาสติกมีอายุการใช้งานลดลง ดังนั้น แนะนำให้ใช้วิธีอื่นในการทำความสะอาด เช่น เช็ดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ เป็นต้น

ส่วนผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์นั้น UVC ก่อให้เกิดอันตรายต่อผิวหนังและดวงตา เนื่องจาก UVC สามารถทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ ระคายเคือง ไหม้ หรือในระยะยาวอาจเป็นมะเร็งผิวหนัง ส่วนดวงตาอาจพบเป็นกระจกตาอักเสบได้ แม้มองหรือสัมผัสกับ UVC ในเวลาเพียงไม่กี่นาที ดังนั้น หากจำเป็นต้องสัมผัส UVC แนะนำให้สวมแว่นตา เสื้อผ้าที่ปกคลุมบริเวณผิวหนังบริเวณที่ต้องสัมผัส UVC รวมถึงสวมถุงมือปกป้องผิวบริเวณมือหากต้องหยิบจับอุปกรณ์ใด ๆ ในขณะที่เปิดใช้งานหลอด UVC

UVC ไม่สามารถทะลุผ่านผ้า กระจก ไม้ กระดาษ รวมทั้งอะลูมิเนียมและโลหะ ดังนั้น หากมีการใช้หลอด UVC ฆ่าเชื้อโรคในอากาศหรือพื้นผิวจำเป็นต้องปิดห้องให้สนิท ไม่ให้มีคนหรือสัตว์เลี้ยงอยู่ในห้อง หรือหากเป็นตู้ UVC เพื่อฆ่าเชื้อโรค ก็จำเป็นที่จะต้องปิดฝาให้สนิท ควรเลือกอุปกรณ์ที่มีระบบปิดมิดชิด ไม่มีแสงส่องลอดออกมา

ฮีตเตอร์

อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความร้อน หรือ เครื่องกำเนิดความร้อน เพื่อผลิตหรือแปรรูปสินค้าในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม หรือในงานเกษตรกรรม เช่น ฮีตเตอร์ ใช้เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นในกระบวนการผลิตอาหาร,การฉีดขึ้นรูปพลาสติก,การซีลซองเพื่อห่อขนม,ห้องอบสี,งานบรรจุหีบห่อ,งานอบเซรามิกส์,อบอาหารและยา,อบเมล็ดพันธุ์พืช และ งานต้มน้ำ ต้มสารเคมีลวดฮีตเตอร์ หรือลวดความต้านทาน คือ ลวดที่ทำจากโลหะผสมที่เอามาทำเป็นลวดเส้นเล็ก แล้วความต้านทานต่อเมตรสูง เช่น ลวดนิโครม (เป็นโลหะผสมระหว่างนิเกิล กับโครเมียม) จัดเป็นลวดความต้านทาน (Resistance Wire) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไฟลผ่านลวดจึงทำให้เกิดความร้อนขึ้นมาก

โอโซน

โอโซน คือ (Ozone หรือ O_3) เป็นโมเลกุลที่ประกอบจากออกซิเจน 3 อะตอม เกิดจากการรวมตัวกันของก๊าซออกซิเจน 1 โมเลกุลกับอะตอมออกซิเจนอิสระ 1 อะตอมที่แตกตัวจากก๊าซออกซิเจนโดยการกระตุ้นของรังสีอัลตร้าไวโอเลตซี (UV-C) ปรากฏอยู่ในชั้นบรรยากาศของโลกโดยที่ชั้นสตราโทสเฟียร์ (Stratosphere) ซึ่งเป็นบรรยากาศที่ระดับความสูงระหว่าง 10 - 50 กิโลเมตรจากผิวดินเป็นชั้นบรรยากาศที่มีโอโซนหนาแน่นที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นชั้นที่ผลิตแหล่งก๊าซโอโซน โดยชั้นโอโซนดังกล่าวทำหน้าที่เป็นเกราะคุ้มกัน ปกป้องพืชและสัตว์

จากรังสีที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะรังสีอัลตร้าไวโอเลตบี (UV-B) ซึ่งเป็นรังสีที่เป็นอันตรายต่อชีวิตและธรรมชาติหากได้รับในปริมาณที่มากเกินไป

ก๊าซโอโซนถูกค้นพบครั้งแรกโดยนักเคมีชาวดัตช์ ชื่อ วอน มารุม (Van Marum) จากอุปกรณ์จับปริมาณก๊าซ โดยนายมารุมได้กลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์รอบๆ ขั้วผลิตกระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์ชุดทดลองของเขา อย่างไรก็ตาม การค้นพบโอโซนได้ถูกบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรในปี ค.ศ. 1840 คือ คริสเตียน ฟรีดริช เชินไบน์ (Christian Friedrich Schönbein) นักเคมีชาวเยอรมัน โดยเขาตั้งชื่อก๊าซตามภาษากรีกคำว่า ozein ซึ่งแปลว่ากลิ่น หลังจากนั้น เครื่องผลิตโอโซนเครื่องแรกได้ถูกผลิตโดย วอน ซีเมนต์ (Von Siemens) ในกรุงเบอร์ลิน (Berlin)

โอโซนเข้มข้นมีสีฟ้าที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน (Standard Temperature and Pressure; STP) เมื่ออุณหภูมิลดลงถึง -112 °C โอโซนจะเป็นเป็นของเหลวสีน้ำเงิน และเมื่ออุณหภูมิลดต่ำกว่า -193 °C ก็จะกลายเป็นของแข็งสีดำ

มนุษย์ได้นำโอโซนไปใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น นำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตเคมีภัณฑ์ นำไปใช้เป็นสารซักฟอก ใช้ฆ่าแบคทีเรีย เป็นต้น ก๊าซโอโซนจัดเป็นก๊าซพิษ การสูดดมก๊าซโอโซนเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ซึ่งแตกต่างจากคำว่าโอโซนที่บางครั้งถูกใช้ในบริบทของการท่องเที่ยวหรือการพักผ่อนหย่อนใจ เช่น ในวลีว่า "สูดโอโซน", "รับโอโซน" หรือ "แหล่งโอโซน" เป็นต้น ถือว่าเป็นการใช้โอโซนผิดความหมาย เพราะความจริงแล้วโอโซนมีความเป็นพิษต่อมนุษย์ บริเวณที่มีโอโซนมากในประเทศไทย ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมแก่งคอย นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และย่านถนนสีลมในกรุงเทพมหานคร คำว่าโอโซนที่คนจำนวนมากใช้กันผิด ๆ ก็คือ ไปใช้ในเชิงการสื่อความหมายถึงออกซิเจนหรืออากาศบริสุทธิ์ซึ่งดีต่อระบบการหายใจ โดยไม่รู้ความจริงว่าแท้จริงแล้วก๊าซโอโซนมีความเป็นพิษสูงและมีอันตรายต่อสุขภาพ

โมเลกุลที่ประกอบขึ้นจากอะตอมของออกซิเจน 3 อะตอม (O_3) มีโครงสร้างที่ไม่เสถียร ดังนั้น จึงสามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นก๊าซออกซิเจนได้ สำหรับ โอโซนในชั้นสตราโทสเฟียร์ เกิดจากการที่รังสีอัลตร้าไวโอเลตซึ่งมีพลังงานสูงพุ่งมาชนกับโมเลกุลของก๊าซออกซิเจนในชั้นสตราโทสเฟียร์ ทำให้โมเลกุลของออกซิเจนแตกตัวออกจากกัน โมเลกุลที่แตกตัวออกจากกันแล้วจะไปจับกับโมเลกุลอื่น ๆ ของก๊าซออกซิเจนกลายเป็นโอโซน

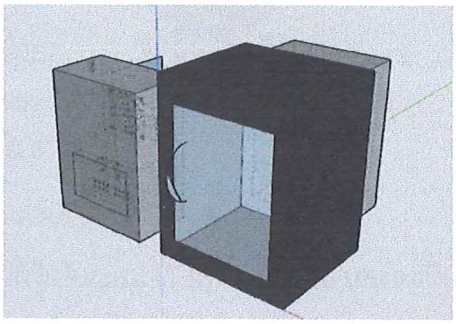
วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินด้วยรูปแบบการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยต้องทำการศึกษาทั้งแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำรา หนังสือ วารสาร อินเทอร์เน็ต ฯลฯ เพื่อนนำมาใช้เป็นแนวทางในการดำเนินวิจัยในหลายขั้นตอน เช่น การกำหนดตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การสร้างเครื่องมือ การวิเคราะห์ข้อมูล และการอภิปรายผล

2. ออกแบบชิ้นงาน

การออกแบบโครงสร้างของสิ่งประดิษฐ์ตู้ฆ่าเชื้อระบบผสมผสานในครั้งนี้ คณะผู้จัดทำจึงได้ออกแบบระบบการฆ่าเชื้อให้มี 3 ระบบ คือ ฆ่าเชื้อโดยใช้แสงUV-C ความร้อนและโอโซน



ภาพที่ 1 แบบโครงสร้างตู้ฆ่าเชื้อระบบผสมผสาน

3. จัดทำชิ้นงานตู้ฆ่าเชื้อระบบผสมผสาน

ภาพที่ 2 การจัดทำตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน

4. ทดสอบการทำงานโดยได้ทำการทดสอบนำเชื้อแบคทีเรียจากเนื้อสัตว์และราจากขนมปังมาทำการทดสอบฆ่าเชื้อด้วยวิธีต่างๆ เช่น การฆ่าเชื้อด้วยแสงยูวี-ซี การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน การฆ่าเชื้อด้วยโอโซน การฆ่าเชื้อด้วยแสงยูวีกับโอโซน และนำเชื้อที่ได้ไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ ดังภาพ

ภาพที่ 3 การทดสอบฆ่าเชื้อแบคทีเรียด้วยตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน

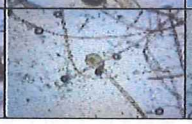
5. แบบประเมินคุณภาพที่มีต่อตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการแพทย์ จำนวน 5 คน

6. วิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

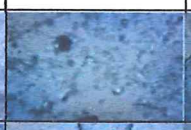
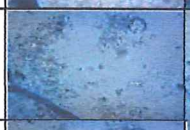
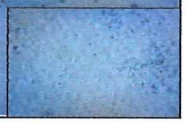
1. ผลการพัฒนาตู้ฆ่าเชื้อ

ตู้ฆ่าเชื้อที่มีขนาด ความกว้าง 25 เซนติเมตร ความยาว 25 เซนติเมตร ความสูงของตู้ฆ่าเชื้อ 29 เซนติเมตร และสามารถตรวจจับความร้อนโดยมี Thermocouple ตรวจจับเมื่ออุณหภูมิถึงที่กำหนด Solid state relay จะสั่งหยุดกาทำงานของ Heater

เชื้อรา(จากขนมปัง)	ต้นฉบับ	อุณหภูมิ	ระยะเวลา(นาที)		
			5	10	15
		55			
		60			
		65			

2. การทดสอบหาประสิทธิภาพตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน

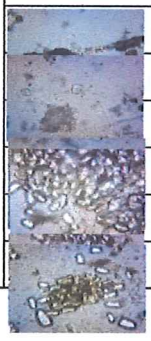
2.1 ทดสอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

เชื้อรา(จากขนมปัง)	ต้นฉบับ	อุณหภูมิ	ระยะเวลา(นาที)		
			5	10	15
		55			
		60			
		65			

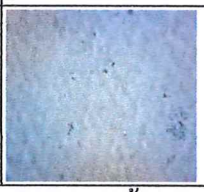
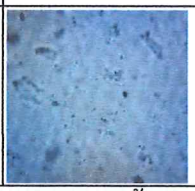
สรุปผลการทดลอง ในการใช้ความร้อนฆ่าเชื้อรา อุณหภูมิที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้ออยู่ที่ 60 องศาเซลซียสในระยะเวลา 10 นาที จะทำให้เชื้อราตาย

สรุปผลการทดลอง ในการใช้ความร้อนฆ่าเชื้อแบคทีเรีย อุณหภูมิที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้ออยู่ที่ 60 องศาเซลซียสในระยะเวลา 10 นาที จะทำให้เชื้อราตาย

2.2 ทดสอบการฆ่าด้วยแสงยูวี-ซี

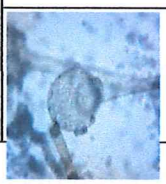
เชื้อรา(จากขนมปัง)	ต้นฉบับ	ระยะเวลา(นาที)					
		5	10	15	20	25	30
							

สรุปผลการทดลอง ในการใช้แสง UV-C ฆ่าเชื้อรา ในระยะเวลา 10 นาที จะทำให้เชื้อราตาย

เชื้อแบคทีเรีย(จากขนมปัง)	ต้นฉบับ	ระยะเวลา(นาที)		
		5	10	15
				

สรุปผลการทดลอง ในการใช้แสง UV-C ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ในระยะเวลา 15 นาที จะทำให้เชื้อแบคทีเรียตาย

2.3 ทดสอบการฆ่าด้วยโอโซน

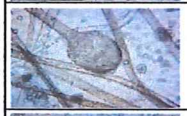
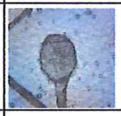
เชื้อรา(จากขนมปัง)	ต้นฉบับ	ระยะเวลา(นาที)					
		5	10	15	20	25	30
							

สรุปผลการทดลอง ในการใช้โอโซนฆ่าเชื้อรา ในระยะเวลา 20 นาที จะทำให้เชื้อราตาย

เชื้อแบคทีเรีย(จากขนมปัง)	ต้นฉบับ	ระยะเวลา(นาที)					
		5	10	15	20	25	30

สรุปผลการทดลอง ในการใชโอโซนฆ่าเชื้อราในระยะเวลา 15 นาที จะทำให้เชื้อราตาย

2.3 ทดสอบการฆ่าด้วยโอโซน+UVC

เชื้อรา(จากขนมปัง)	ต้นฉบับ	ระยะเวลา(นาที)					
		5	10	15	20	25	30
							

สรุปผลการทดลอง ในการใช้แสงUV-Cและโอโซนฆ่าเชื้อราในระยะเวลา 10 นาที จะทำให้เชื้อราตาย

การอภิปรายผลการวิจัย

คณะผู้จัดทำโครงการได้สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถฆ่าเชื้อโรค เช่นเชื้อไวรัสต่างๆที่อาจติดมากับอุปกรณ์ ซึ่งสิ่งประดิษฐ์ที่คณะผู้จัดทำโครงการจัดทำขึ้นมานั้นมีจุดมุ่งหมาย ที่จะอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานโดยการทำงานของสิ่งประดิษฐ์นั้นมีการออกแบบให้ทำงานเป็นระบบแสง UV-C โอโซนและความร้อน และควบคุมด้วยไทม์เมอร์ ทั้งนี้เมื่อสร้างโครงการสิ่งประดิษฐ์เสร็จสิ้นแล้ว สามารถนำมาใช้ได้จริง เช่น การฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับอุปกรณ์จาน ชาม ก่อนที่จะนำไปให้ผู้บริโภคใช้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1 การนำไปใช้การใช้ตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน เมื่อนำสิ่งของใส่ในตู้ฆ่าเชื้อแล้วต้องคำนึกถึงการทนความร้อนของสิ่งของนั้น และเนื่องจากตู้ฆ่าเชื้อมีโอโซนที่อันตรายต่อสิ่งมีชีวิต จึงทำให้ไม่ควรอยู่ใกล้ตู้ฆ่าเชื้อระหว่างที่ระบบโอโซนทำงาน

2 การปรับปรุงแก้ไขการปรับปรุงแก้ไขตู้ฆ่าเชื้อด้วยระบบผสมผสาน ในส่วนของตู้ควบคุมมีขนาดใหญ่ทำให้การเคลื่อนย้ายไม่สะดวก

เอกสารอ้างอิง

[1] พรทิพย์ แก่งอินทร์, (2561), **เครื่องต้นแบบระบบฆ่าเชื้อ สำหรับอุปกรณ์ทางการแพทย์** [อ อ น ไ ล น์], https://tdc.thailis.or.th (14 พฤศจิกายน 2563).

[2] ดร.ผกากรอง วนไพศาล, (2563), **การฆ่าเชื้อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์**, [ออนไลน์], https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge, 16 พฤศจิกายน 2563.

[3] กัมปนาถ ศรีสุวรรณ, (2563), **ห้องแรงดันลบ หรือ ห้องความดันลบสำหรับรักษาผู้ป่วยติดเชื้อ COVID-19**, [ออนไลน์], http://ifeprotect.co.th (16 พฤศจิกายน 2563).

[4] นายเอกชัย วารินศิริรักษ์, **หุ่นยนต์ฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซีแบบแหล่งกำเนิดรังสีเคลื่อนที่**,** สิทธิบัตรไทย เลขที่ประกาศ 2001003589 **9 พฤศจิกายน 2563.