**การพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC**

**The Development of An Innovative COVID-19 Disinfection**

**Machine using UVC Light**

**สมบัติ นพจนสุภาพ**

**สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**

**sombat.n@psu.ac.th**

**บทคัดย่อ**

สืบเนื่องจากสถานการณ์การระบาดของเชื้อโรคโคโรนาไวรัส 2019 ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวันและการทำงาน สำนักวิทยบริการซึ่งมีภารกิจหลักในการบริการสารสนเทศและสื่อการเรียนรู้แก่คณาจารย์ นักศึกษา บุคลากร และประชาชนทั่วไป มีการบริการยืม-คืนทรัพยากรสารสนเทศ ได้รับผลกระทบดังกล่าว เนื่องจากการส่งต่อหนังสือจากผู้ใช้บริการจำนวนมากมายังผู้ให้บริการ ซึ่งอาจเกิดการปนเปื้อนเชื้อไวรัสดังกล่าว สำนักวิทยบริการ จึงสนับสนุนให้มีการพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC โดยกระบวนการหมุนตัวเล่มและกรีดกระดาษเพื่อให้การฆ่าเชื้อเข้าถึงหนังสือทุกหน้า ซึ่งเป็นวิธีการในการฆ่าเชื่อที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และประหยัดค่าใช้จ่าย

โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ โดยการนำหนังสือที่ถูกยืมไปใช้งานแล้ว เมื่อนำกลับมาส่งคืน จะมีการนำหนังสือเข้าเครื่องกำจัดเชื้อ ครั้งละ 4 เล่ม โดยเครื่องจะทำการหมุนและกรีดกระดาษภายในตัวเล่ม ใช้เวลาประมาณ 12 นาที โดยมีสัญญาณไฟเตือนบริเวณหน้าเครื่องขณะทำงาน โดยทั่วไปเครื่องกำจัดเชื้อในท้องตลาดสามารถกำจัดเชื้อไวรัสเฉพาะบริเวณพื้นผิวภายนอกของตัวเล่มหนังสือเท่านั้น แต่เครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถกำจัดเชื้อ COVID-19 ได้ทั้งบริเวณพื้นผิวภายนอกและภายในตัวเล่มหนังสือได้โดยอัตโนมัติ จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( = 4.69, S.D. = 0.348)

**คำสำคัญ**: เครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19, ไวรัสโควิด 19, แสง UVC

**ABSTRACT**

The situation of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak has been affecting our daily life and work. Office of Academic Resources whose main mission is to provide service of information and learning resources to its members including university staff, students, and the public. The service of borrowing and returning of information resources has been affected by the pandemic of COVID-19, since in the process of returning books from members by delivering them to service staff, those books may be contaminated with the COVID-19. Therefore, The Office of Academic Resources has encouraged its staff to develop an innovative device to eliminate contaminated COVID-19 from the returning books by using UVC light. On designing, the proposed machine must have a mechanism for rotating the book and flipping the paper of the book to allow disinfection to reach every page of the book, with effective, safe, and low-cost sterilization.

When books have been returned by the members, the books will be placed into the disinfection machine (up to 4 books at a time) and the machine will spin and flip the paper inside the book. It lasts for about 12 minutes with a warning light at the front of the machine while operating. Generally, a disinfection machine found on the market can only eliminate viruses on the external surface of the book, while the proposed machine can automatically eliminate the viruses both on the surface and inside the book. After the user satisfaction evaluation of the proposed machine has been done, the results showed that the overall satisfaction with the COVID-19 disinfection machine by using UVC light was at the highest level ( = 4.69, S.D. = 0.348).

**Keyword:** Book’s COVID-19 UVC Sterilizer, Virus COVID-19, UVC

**บทนำ**

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อ COVID-19 ส่งผลให้ทั่วโลกและประเทศไทยมีผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตแล้วมากมาย โดยเชื้อ COVID-19 จะติดต่อจากคนสู่คนผ่านการไอ จาม หรือการสัมผัส โดยเชื้อจะเข้าสู่ร่างกายทางปาก จมูก หรือเยื่อบุตา จากการศึกษาของ meta-analysis พบว่า ระยะฟักตัวของเชื้อ COVID-19 คือ 2–14 วัน (Dhouib et al., 2021) และผลการศึกษาวิจัยพบว่า เชื้อ COVID-19 มีชีวิตบนวัตถุสิ่งของต่าง ๆ ได้นาน 9 วัน ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 4–5 วัน ตัวแปรสำคัญคือ อุณหภูมิและความชื้น หากอยู่ในที่อุณหภูมิค่อนข้างเย็นและชื้นจะทำให้เชื้อไวรัสมีชีวิตยืนยาวขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลงานวิจัยที่มีการรวบรวมการศึกษาที่เกี่ยวกับความเสี่ยงและปัจจัยเสี่ยงในการติดโรค พบว่า ปัจจัยเสี่ยงต่อการติดโรค COVID-19 ประกอบด้วยปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยภายนอก ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการติดเชื้อโรค ได้แก่ หญิงตั้งครรภ์ อายุ ภาวะอ้วน โรคประจำตัว ผู้ที่มีความผิดปกติของการดื่มสุรา ยีนส์บางชนิด เชื้อชาติ กลุ่มอาชีพ พฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวัน และปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้การติดเชื้อโรครุนแรงมากขึ้น ได้แก่ ผู้สูงอายุ โรคประจำตัว และมลพิษทางอากาศ รวมถึงงานวิจัยที่ศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันการติดเชื้อ COVID-19 พบว่า ความรอบรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันการติดเชื้อ COVID-19 มีปัจจัยหลัก 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้เรื่องเชื้อ COVID-19 ด้านปัจจัยสนับสนุนทางสังคม ด้านการรับข้อมูลและข่าวสารของเชื้อ COVID-19 ในภาพรวม และรายด้านส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด มีอิทธิพลส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันด้านการต้านทานการเกิดเชื้อ COVID-19

 จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อ COVID-19 ดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อสถาบันการศึกษาในการจัดการเรียนการสอนและการวิจัย โดยเฉพาะสำนักวิทยบริการที่เป็นแหล่งรวบรวมและให้บริการทรัพยากรสารสนเทศทั้งออนไลน์และตัวเล่มหนังสือแก่นักศึกษา อาจารย์ นักวิจัย และบุคคลทั่วไป การให้บริการยืมตัวเล่มหนังสือเมื่อผู้ใช้บริการนำตัวเล่มหนังสือกลับมาส่งคืนมีโอกาสที่จะมีการปนเปื้อนเชื้อ COVID-19 ได้ จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยเสี่ยงของสำนักวิทยบริการในช่วงการแพร่ระบาดของเชื้อ COVID-19 มีอยู่ 2 ประการ คือ

 1) การสัมผัสเชื้อ COVID-19 ทางตรงจากผู้ใช้บริการ เช่น การไอหรือจาม ทำให้สารคัดหลั่งที่มีเชื้อ COVID-19 ฟุ้งกระจายไปทั่วพื้นที่บริการ ซึ่งในส่วนนี้ทางสำนักวิทยบริการได้ป้องกัน โดยการทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อและปิดพื้นที่ให้บริการในช่วงที่มีการแพร่ระบาดอย่างรุนแรง

 2) การสัมผัสเชื้อ COVID-19 ทางอ้อมจากผู้ใช้บริการ เนื่องจากว่าทางสำนักวิทยบริการยังคงให้บริการยืมสารสนเทศประเภทหนังสือแก่ผู้ใช้บริการทุกประเภท จากข้อมูลที่ได้เกริ่นไว้ด้านบนว่าเชื้อ COVID-19 สามารถมีชีวิตบนวัตถุสิ่งของต่าง ๆ ได้นาน 9 วัน ดังนั้นความเสี่ยงที่ตัวเล่มหนังสือที่ถูกนำมาคืน จะมีเชื้อปนเปื้อนมาด้วยในกรณีที่ผู้ยืมหนังสือเป็นผู้ที่มีเชื้อ COVID-19 อยู่แต่ไม่ทราบว่าตนเองเป็นผู้ติดเชื้อแล้ว

 จากปัญหาดังกล่าวสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ได้ทำการศึกษาและวิจัยเรื่อง การพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC เพื่อแก้ปัญหาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยการศึกษาหาวิธีในการกำจัดเชื้อ COVID-19 ที่อาจปนเปื้อนมากับหนังสือ เอกสารและพัสดุภัณฑ์ต่าง ๆ ที่รับมาจากภายนอก โดยทั่วไปแล้วการกำจัดเชื้อไวรัสส่วนใหญ่จะใช้สารเคมี เช่น แอลกอฮอล์ 70% หรือน้ำยาฆ่าเชื้อ ฉีดพ่นและเช็ดทำความสะอาด แต่วิธีนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กำจัดเชื้อไวรัสที่อยู่บนหนังสือเพราะจะทำให้เกิดความเสียหายกับหนังสือได้ แต่ยังมีอีกวิธีที่สามารถกำจัดเชื้อ COVID-19 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือการใช้แสง UVC ซึ่งมีงานวิจัยรองรับ ผกากรอง วนไพศาล (2563) ได้ศึกษาพบว่า แสง UVC ที่ความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร สามารถกำจัดเชื้อไวรัส และเชื้อแบคทีเรีย ฯลฯ โดยทั่วไปแล้วการใช้แสง UVC สามารถกำจัดเชื้อไวรัสที่มีอยู่บริเวณพื้นผิวภายนอกของตัวเล่มหนังสือที่แสง UVC ส่องถึงเท่านั้นเพราะแสง UVC ไม่สามารถส่องทะลุถึงภายในตัวเล่มได้ ดังนั้นการที่จะกำจัดเชื้อไวรัสที่อยู่ภายในตัวเล่มได้ จึงต้องมีวิธีการที่จะทำให้ตัวเล่มหนังสือสามารถเปิดเองได้โดยอัตโนมัติเพื่อที่จะให้แสง UVC สามารถส่องเข้าถึงภายในตัวเล่มได้โดยไม่ต้องใช้เจ้าหน้าที่มาทำการเปิดตัวเล่มหนังสือ เนื่องจากว่าแสง UVC มีผลต่อสายตาทำให้ตาเป็นต้อกระจกและผิวหนังทำให้เป็นมะเร็งผิวหนังได้ โดยการพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC โดยเครื่องดังกล่าวจะจับยึดตัวเล่มหนังสือเข้ากับแกนที่หมุนได้ซึ่งอยู่ภายในตัวเครื่องกำจัดเชื้อไวรัส ที่มีการปิดอย่างมิดชิดเพื่อป้องกันการรั่วไหลของแสง UVC ทำให้ตัวหนังสือหมุนผ่านแผ่นกรีดกระดาษ ส่งผลให้หนังสือเปิดหน้าขึ้นเองโดยอัตโนมัติ ทำให้แสง UVC สามารถส่องเข้าภายในตัวเล่มหนังสือได้ โดยผลการวิจัยพบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( = 4.69, S.D. = 0.348)

**การทบทวนวรรณกรรม**

 มุทิตา ชัยชโลธร, เบ็ญจมาศ เกียรติเกษมศานต์, และพิพัฒน์ แซ่ยับ (2563, น.95-102) ศึกษาเรื่อง หน้ากาก N95 ในสถานการณ์การระบาดของ COVID-19 พบว่า หน้ากากกรองอากาศตั้งแต่ N95 ขึ้นไป มีความจำเป็นอย่างมากต่อการป้องกันการติดเชื้อไวรัส เป็นสาเหตุให้ความต้องการหน้ากากเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งเกิดความขาดแคลนของหน้ากากกรองอากาศ

 ธัญพร วุฑฒยากร และพรชัย สิทธิศรัณย์กุล (2564, น.447-464) ศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการติดโรค COVID-19 ผลงานวิจัยที่มีการรวบรวมการศึกษาที่เกี่ยวกับความเสี่ยงและปัจจัยเสี่ยงในการติดโรค พบว่าปัจจัยเสี่ยงต่อการติดโรค COVID-19 ประกอบด้วยปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยภายนอก ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการติดเชื้อโรค ได้แก่ หญิงตั้งครรภ์ อายุ ภาวะอ้วน โรคประจำตัว ผู้ที่มีความผิดปกติของการดื่มสุรา ยีนส์บางชนิด เชื้อชาติ กลุ่มอาชีพ พฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวัน และปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้การติดเชื้อโรครุนแรงมากขึ้น ได้แก่ ผู้สูงอายุ โรคประจำตัว และมลพิษทางอากาศ

 วิรัญญา ศรีบุญเรือง, กนกพร อนิรภัย, ธนรัตน์ นิลวัฒนา, ศิริโสภา สำราญสุข, ศานสันต์ รักแต่งาม, และปวีณา สปิลเลอร์ (2521, น. 195-206) ศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันการติดเชื้อ COVID-19 พบว่า ความรอบรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันการติดเชื้อ COVID-19 มีปัจจัยหลัก 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้เรื่องเชื้อ COVID-19 ด้านปัจจัยสนับสนุนทางสังคม ด้านการรับข้อมูลและข่าวสารของเชื้อ COVID-19 ในภาพรวม และรายด้านส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด มีอิทธิพลส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันด้านการต้านทานการเกิดเชื้อ COVID-19

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC

 2. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC

**ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ**

การวิจัยเรื่อง การพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC และเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC โดยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 2 ส่วนคือ 1) การพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC 2) การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC

**1. การพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC**

ผู้วิจัยได้แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 จำนวน 3 ท่าน เพื่อให้คำแนะนำ และเสนอแนะในเชิงเทคนิคต่อการพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 โดยผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงการทำงานของเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีขั้นตอนและวิธีดำเนินการพัฒนาดังนี้ คือ

1) ออกแบบระบบการจัดการให้ตัวเล่มของหนังสือให้สามารถเปิดตัวเล่มเพื่อให้แสง UVC สามารถส่องแสงเข้าถึงภายในตัวเล่มโดยอัตโนมัติ โดยการติดตั้งแกนหมุนที่มีตัวจับยึดตัวเล่มหนังสือจำนวน 4 เล่มห่างกันเล่มละ 90 องศา เพื่อให้ตัวเล่มหนังสือทั้งหมดเคลื่อนที่เป็นวงกลมภายในเครื่องกำจัดเชื้อ โดยตัวเล่มหนังสือจะเคลื่อนที่ผ่านแผ่นกรีดหน้ากระดาษ ซึ่งจะเป็นตัวที่จะทำให้หนังสือสามารถเปิดขึ้นเองได้ โดยแผ่นกรีดจะติดตั้งอยู่ด้านข้างภายในเครื่อง ซึ่งใช้วัสดุคือแผ่นอะคริลิค (Acrylic) ใส ทั้งนี้เพื่อให้แสง UVC สามารถส่องทะลุผ่านได้
ดังแสดงลักษณะการทำงานตามภาพด้านล่าง

 

**ภาพที่ 1** ภาพด้านบน แสดงจุดเริ่มต้นการทำงานของเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19

ทิศทางการหมุนแกน หมุนทวนเข็มนาฬิกา

 

**ภาพที่ 2** ภาพด้านบน แสดงการทำงานเมื่อแกนหมุน หมุนไปจากตำแหน่งเดิม 13 องศา

ทำให้ตัวเล่มหนังสือแนบเบียดกับตัวกรีดกระดาษ



**ภาพที่ 3** ภาพด้านบน แสดงการทำงานเมื่อแกนหมุน หมุนไปจากตำแหน่งเดิม 30 องศา

ทำให้ตัวเล่มหนังสือเตรียมเคลื่อนที่ผ่านตัวกรีดกระดาษ



**ภาพที่ 4** ภาพด้านบน แสดงการทำงานเมื่อแกนหมุน หมุนไปจากตำแหน่งเดิม 30 องศา

ทำให้หน้าหนังสือที่ผ่านตัวกรีดเกิดแรงสปริงดีดตัวเปิดหน้าหนังสือออก ทำให้แสง UVC ส่องเข้าภายในตัวเล่มได้

 2) ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กที่สามารถปรับความเร็วรอบได้เป็นตัวขับเคลื่อนแกนหมุน โดยใช้สายพานขนาดเล็กเป็นตัวส่งผ่านกำลัง

 3) ติดตั้งหลอด UVC ที่ให้ความเข้มแสง UVC เท่ากับ 7 วัตต์ จำนวน 2 หลอด โดยติดตั้งด้านข้างภายในตัวเครื่องถัดจากแผ่นกรีดเล็กน้อย เพื่อให้แสง UVC สามารถส่องเข้าภายในตัวเล่มได้มากที่สุด ซึ่งเทคนิคในการเลือกหลอด UVC จะดูตรงที่ Power Output ของหลอด คือ ความเข้มของแสง UVC ไม่ใช่ Power Input ของหลอด คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้เพื่อให้หลอดทำงานได้ ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 5



**ภาพที่ 5** แสดงคุณลักษณะของหลอด UVC

 4) จัดทำเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 โดยใช้วัสดุทึบแสง เช่น ไม้ โลหะ เป็นต้น ภายในตัวเครื่องบุด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์สะท้อนแสงเพื่อให้แสงยูวีซีสามารถสะท้อนไปมาได้ โดยขนาดตัวเครื่องสามารถบรรจุอุปกรณ์ที่กล่าวมาข้างต้นได้ทั้งหมด ซึ่งจะได้ขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง ด้านละ 70 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 6



**ภาพที่ 6** แสดงภายในเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC

 5) ออกแบบวงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของระบบ โดยเน้นความปลอดภัยในการใช้งานเป็นอันดับแรก เนื่องจากแสง UVC มีอันตรายต่อสายตาและผิวหนังหากสัมผัสแสงโดยตรง และความสะดวกในการใช้งานเป็นลำดับต่อไป ด้านความปลอดภัยได้ติดตั้งฟิวส์เพื่อตัดวงจรไฟฟ้าในกรณีที่อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวใดตัวหนึ่งชำรุดจนทำให้เกิดการลัดวงจร และติดตั้งสวิทช์นิรภัยที่บานประตูทั้งสองบาน เพื่อตัดระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหลอด UVC ทันที ในกรณีที่ผู้ใช้เครื่องกำจัดเชื้อ เผลอลืมปิดประตูบานใดบานหนึ่งในขณะที่ระบบกำลังทำงานอยู่ และติดตั้งหลอดไฟสัญญาณสีแดง บริเวณด้านหน้าเครื่องเพื่อแสดงสถานะ การทำงานของเครื่องให้ผู้ใช้งานทราบ ด้านความสะดวกได้ติดตั้งระบบตั้งเวลาการทำงานระบบ ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงาน โดยผู้ใช้เพียงกดปุ่มสตาร์ท (สีเขียว) ปุ่มเดียว ที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าบานประตู ดังแสดงในภาพที่ 7



**ภาพที่ 7** แสดงวงจรไฟฟ้าเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC

 6) การคำนวณระยะเวลาที่แสง UVC กำจัดเชื้อ COVID-19 ประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อด้วยแสง UVC หรือ UV dose นั้น (หน่วยเป็นไมโครวัตต์วินาทีต่อตารางเซนติเมตร, µWs/cm2) ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง UVC และระยะเวลาที่ได้รับแสง สามารถคำนวณโดยนำค่าความเข้มของรังสีหรือ UV intensity (หน่วยไมโครวัตต์ต่อตารางเซ็นติเมตร; µW/cm2) คูณด้วยระยะเวลาที่สัมผัสแสงหรือ exposure time (หน่วยวินาที; seconds)

 DUV = l \* t

โดยที่ DUV = ปริมาณความเข้มของแสง UVC ที่ใช้กำจัดเชื้อ (µWs/cm2)

 l = ความเข้มแสงเฉลี่ยจากหลอด UVC (µW/cm2)

 t = เวลา (seconds)

**ตารางที่ 1** แสดงประสิทธิภาพการทำลายเชื้อชนิดต่าง ๆ ด้วยรังสียูวีซีความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร



ที่มา: ผกากรอง วนไพศาล (2563)

 จากตารางจะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อไวรัส 100% ต้องใช้ปริมาณแสง UVC 8,000 µWs/cm2 เนื่องจากว่าเชื้อไวรัสที่ต้องการกำจัดอยู่ในตัวเล่มหนังสือ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า เชื้อไวรัสสามารถมีชีวิตอยู่บนวัสดุที่มีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมได้นานกว่าในอากาศถึง 3 เท่า ดังนั้นปริมาณความเข้มของแสง UVC ที่ใช้การกำจัดเชื้อจึงจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณขึ้นเป็น 3 เท่าเช่นกัน และปริมาณการกำจัดเชื้อไวรัสที่ต้องการ คือ 8,000\*3 = 24,000 µWs/cm2 เนื่องจากหลอด UVC ที่เลือกใช้จำนวน 2 หลอด ให้แสงUVC หลอดละ 7 วัตต์ รวมแสง UVC ทั้งสิ้น = 2 \* 7 =14 W/m2 หรือ 1,400 µW/cm2 แทนค่าในสูตรเพื่อหาเวลาในการกำจัดเชื้อ

 DUV = l \* t

 24,000 (µWs/cm2) = 1,400 (µW/cm2) \* t (sec)

 t = 24,000 / 1,400 = 17.14 sec

 เนื่องจากความเร็วในการหมุนหนังสือผ่านแผ่นกรีดที่เหมาะสม คือ 18 รอบต่อนาที

 เวลาตัวเล่มหนังสือหมุนต่อ 1 รอบ (360 องศา) = 60/18 = 3.3 วินาที

 เวลาหนังสือเคลื่อนที่ผ่านตัวกรีดกระดาษ (10 องศา) เพื่อเปิดหน้ากระดาษให้แสงส่อง ต่อรอบ

 $=(\frac{3.3}{360}$) x 10 = 0.0917 sec

 เวลาเปิดหน้ากระดาษให้แสง UVC ส่องภายในตัวเล่มต่อนาที = 0.0917 x 18 = 1.65 sec

 จำนวนเวลาของการกำจัดเชื้อ (นาที) = จำนวนเวลาที่แสง UVC สามารถกำจัดเชื้อภายในตัวเล่ม(วินาที)/จำนวนเวลาที่หน้าหนังสือปิดในแต่ละนาที (วินาที)

 จำนวนเวลาของการกำจัดเชื้อ = $\frac{17.14}{1.65} $= 10.3 นาที

 เนื่องจากกระดาษและอายุของหนังสือแตกต่างกันไปมีผลทำให้การเปิดหน้ากระดาษของหนังสือแต่ละเล่มแตกต่างกันไป ดังนั้นเพื่อให้การเปิดหน้ากระดาษทำได้มากที่สุด จึงต้องเพิ่มเวลาในการหมุนประมาณ 10% จะได้เวลาในการกำจัดเชื้อดังนี้

 จำนวนเวลาในการกำจัดเชื้อ = 10.3 \* 10 % = 11.4 หรือ 12 นาที



**ภาพที่ 8** แสดงภาพหนังสือภายในเครื่องกำจัดเชื้อไวรัส COVID-19

**2. การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC**

 กลุ่มประชากรสำหรับการวิจัยครั้งนี้เป็นบุคลากรสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่ใช้งานเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC จำนวน 56 คน

 กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือบุคลากรสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่ใช้งานเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC เป็นกลุ่มตัวอย่างแบบไม่เจาะจงที่ให้ข้อมูลด้วยความสมัครใจ จำนวน 49 คน ได้มาโดยใช้สูตรการคำนวณของทาโร่ ยามาเน่ (Taro Yamane) (Yamane, 1973) โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ 5% เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC

 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยได้ทำการวัดดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Index of item objective Congruence: IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.65–1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์การแปลผลค่าคะแนนของ บุญชม ศรีสะอาด (2560) ดังนี้

 ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด

 ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมาก

 ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับปานกลาง

 ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อย

 ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

 โดยประเด็นในการสอบถามความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC มี 3 ด้าน คือ 1) ด้านการออกแบบและพัฒนา 2) ด้านความสะดวกในการใช้งาน และ 3) ด้านประโยชน์ในการใช้งาน

โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย 3 ขั้นตอน คือ

 1) ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC

 2) นำผลการทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC มาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC วิเคราะห์ผลในแต่ละด้าน โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

 3) นำเสนอผลการศึกษาความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC และสรุปอภิปรายผล

**ผลการดำเนินการ อภิปรายผล**

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC และเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC ผลการวิจัยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่วางไว้ คือ

**1. การพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC**

 การวิจัยเรื่องการพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC โดยการถ่ายภาพเคลื่อนไหวแสดงการทำงานของเครื่อง พบว่า การกรีดหน้ากระดาษของหนังสือภายในตัวเล่มเพื่อให้แสง UVC ส่องเข้าด้านใน สามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์ แสง UVC สามารถส่องเข้าภายในตัวเล่มหนังสือได้

**2. การประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC**

 การศึกษาความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC โดยให้กลุ่มตัวอย่างคือ บุคลากรฝ่ายหอสมุดจอห์น เอฟ เคนเนดี้ สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตปัตตานี ที่ใช้งานเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC เป็นกลุ่มตัวอย่างแบบไม่เจาะจงที่ จำนวน 49 คน ทำการประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจของชุมชนต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC โดยภาพรวมและรายด้าน แสดงดัง ตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ความพึงพอใจของชุมชนต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19** |  | ***S.D.*** | **ระดับ** |
| **1. ด้านการออกแบบและพัฒนา** |
|  1. ความเหมาะสมของการเลือกใช้วัสดุ 2. ความเหมาะสมของรูปทรงและขนาด  3. ความแข็งแรงทนทานของเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 4. การออกแบบตัวเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 5. ความเรียบร้อย สวยงาม ของตัวเครื่อง | 4.694.614.734.674.64 | 0.5100.4930.4510.5160.563 | มากที่สุดมากที่สุดมากที่สุดมากที่สุดมากที่สุด |
| **รวม** | **4.66** | **0.410** | **มากที่สุด** |
| **2. ด้านความสะดวกในการใช้งาน** |
|  1. การนำวัสดุที่ต้องการฆ่าเชื้อวางภายในและนำออกจากตัวเครื่อง 2. ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสม การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์สะดวก 3. การเปิด-ปิดอุปกรณ์ 4. ความชัดเจนของคู่มือการใช้งาน 5. การทำความสะอาด | 4.614.494.734.534.61 | 0.5320.5050.4510.4970.532 | มากที่สุดมากที่สุดมากที่สุดมากที่สุดมากที่สุด |
| **รวม** | **4.60** | **0.374** | **มากที่สุด** |
| **3. ด้านประโยชน์ในการใช้งาน** |
|  1. เครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 มีประโยชน์ในการใช้งาน 2. เครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 มีประโยชน์กับบุคลากรและผู้ใช้บริการ 3. การลดงบประมาณของหน่วยงานในการจัดซื้อเครื่องสำเร็จรูป | 4.824.804.78 | 0.4340.4480.461 | มากที่สุดมากที่สุดมากที่สุด |
| **รวม** | **4.80** | **0.428** | **มากที่สุด** |
| **รวมทั้ง 3 ด้าน** | **4.69** | **0.348** | **มากที่สุด** |

 จากผลการวิจัย ตารางที่ 2 ความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC โดยรวมทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ( = 4.69, S.D. = 0.348) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านจากผลการวิจัยพบว่าทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบและพัฒนา มีความพึงพอใจโดยรวมระดับมากที่สุด ( = 4.66, S.D. = 0.410) ด้านความสะดวกในการใช้งาน มีความพึงพอใจโดยรวมระดับมากที่สุด ( = 4.60, S.D. = 0.374) และด้านประโยชน์ในการใช้งาน มีความพึงพอใจโดยรวมระดับมากที่สุด ( = 4.80, S.D. = 0.428) โดยด้านที่มีความพึงพอใจสูงสุด คือ ด้านประโยชน์ในการใช้งาน และด้านที่มีความพึงพอใจน้อยสุด คือ ด้านความสะดวกในการใช้งาน จากผลการวิจัยความพึงพอใจต่อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC มีประสิทธิภาพ ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน

**สรุปผล ข้อเสนอแนะ และการนำไปใช้ประโยชน์**

จากผลการวิจัยเรื่องการพัฒนานวัตกรรมเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC จะเห็นได้ว่าการกำจัดเชื้อไวรัสภายในตัวเล่มหนังสือ โดยการหมุนตัวเล่มหนังสือผ่านตัวกรีดหน้ากระดาษ เพื่อเปิดหน้าหนังสือโดยอัตโนมัติ พบว่าสามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC มีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อไวรัสได้อย่างทั่วถึงทั้งเล่ม แสง UVC สามารถส่องถึงหน้ากระดาษภายในตัวเล่ม ทำให้เกิดความปลอดภัยเพิ่มขึ้นหากมีเชื้อไวรัสภายในตัวเล่ม และช่วยลดค่าใช้จ่ายของหน่วยงานในการจัดซื้อเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ทั้งนี้ในส่วนของการศึกษาความพึงพอใจเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( = 4.69, S.D. = 0.348) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มีระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบและพัฒนา ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านประโยชน์ในการใช้งาน

 ในอนาคตสำนักวิทยบริการจะทำการจดสิทธิบัตรเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC และพัฒนาเป็นเชิงพาณิชย์เพื่อสร้างรายได้ให้กับหน่วยงานต่อไป

 *ข้อเสนอแนะ* จากการทดลองใช้งานเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC พบว่า ยังมีข้อจำกัดในการทำให้การเปิดหน้ากระดาษยังไม่สามารถเปิดได้สุด และการยึดจับหนังสือที่มีความหนามากเกินกว่า 2.5 เซนติเมตร และที่สำคัญไม่สามารถใช้กับหนังสือที่เป็นปกแข็งได้ ซึ่งผู้วิจัยจะทำการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่อไป

*การนำไปใช้ประโยชน์* เป็นเครื่องกำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือด้วยแสง UVC ต้นแบบที่ห้องสมุดหรือหน่วยงานต่าง ๆ ทั่วโลกสามารถนำไปใช้กำจัดเชื้อ COVID-19 ภายในตัวเล่มหนังสือได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย ประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะต้นทุนถูกกว่าในท้องตลาดมาก

**รายการอ้างอิง**

กรมควบคุมโรค. (2563). *โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 Coronavirus Disease 2019 (COVID-19).* สืบค้น 11 พฤศจิกายน 2564, จาก [https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/file/
 g\_km/handout001\_12032020.pdf](https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/file/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%09g_km/handout001_12032020.pdf)

ธัญพร วุฑฒยากร, และพรชัย สิทธิศรัณย์กุล. (2564). ปัจจัยเสี่ยงต่อการ ติดโรค COVID-19. *วารสารสมาคมเวชศาสตร์ป้องกันแห่งประเทศ ไทย, 11*(2), 447-464.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ผกากรอง วนไพศาล. (2563). *บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน เรื่อง การฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซี (UVC)*. สืบค้น 11 พฤศจิกายน 2564, จาก https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/service-knowledge-
 article-info.php?id=488

มุทิตา ชัยชโลธร, เบ็ญจมาศ เกียรติเกษมศานต์, และพิพัฒน์ แซ่ยับ. (2563). หน้ากาก N95 ในสถานการณ์การระบาดของ COVID-19.  *วิสัญญีสาร, 46*(3) ฉบับพิเศษ, 95-102.

วิรัญญา ศรีบุญเรือง, กนกพร อนิรภัย, ธนรัตน์ นิลวัฒนา, ศิริโสภา สำราญสุข, ศานสันต์ รักแต่งาม, และปวีณา สปิลเลอร์. (2564).

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันการติดเชื้อ COVID-19 ในกรุงเทพมหานคร. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี,* *10*(1), 195-206.

Dhouib, W., Maatoug, J., Ayouni, I., Zammit, N., Ghammem, R., Fredj, S. B., & Ghannem, H. (2021).The incubation period during the pandemic of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Systematic reviews, 10*(1), 1-14. https://doi.org/10.1186/s13643-021-01648-y

Yamane, T. (1973). *Statistics : an introductory analysis*. New York: Harper and Row.