แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C ฆ่าเชื้อโรค
Blue light portable UV-C Sterilizer

สุนทร ธีรพัฒนพงศ์[1], เยาวเรศ ก้านมะลิ[1], จารุพล ตวงศิริทรัพย์[1],
วีรยุทธ์ ภูมุลเมือง[1], นิกร เดชพรรณา[1], อรุณี พัวโสพิศ[1]
Sunthorn Teerapattanapong[1], Yaowaret Kanmali[1], Jarupol Toungsirisap[1],
Weerayut Phumulmuang[1], Nikorn Dechpanna[1], Arunee Poursopit[1]
[1]โรงพยาบาลกาฬสินธุ์
[1]Kalasin Hospital

บทคัดย่อ

รังสี UV-C เป็นรังสีที่มีความยาวคลื่นสั้นคือ 100-280 นาโนเมตร ไม่สามารถผ่านชั้น Ozone มายังผิวโลกได้ แต่มีความสามารถในการทำลายเชื้อโรคด้วยกระบวนการที่เรียกว่า Ultraviolet Germicidal Irradiation : UVGI ซึ่งสามารถทำลายเชื้อโรคที่ฟุ้งหรือล่องลอยมากับอากาศ (Airborne Transmission) และละอองฝอย (Droplet) ทำลายได้ทั้งไวรัส แบคทีเรีย รา และยีสต์ รวมทั้งเชื้อไวรัส COVID-19

โรงพยาบาลกาฬสินธุ์ มีการใช้อุปกรณ์รังสี UV-C เพื่อทำลายเชื้อโรคในหอผู้ป่วยและหน่วยงานต่างๆ โดยสั่งซื้ออุปกรณ์สำเร็จรูปชนิดเคลื่อนย้ายได้จากบริษัทผู้ผลิต แต่ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 พบปัญหาความไม่เพียงพอของอุปกรณ์ UV-C ต่อการใช้งาน จึงได้ร่วมกันพัฒนานวัตกรรม “แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C ฆ่าเชื้อโรค” ขึ้น

ผลลัพธ์ : นวัตกรรม “แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C ฆ่าเชื้อโรค” สามารถทำลายเชื้อโรค ลดความเสี่ยงต่อปนเปื้อนเชื้อโรคทั้งในบุคลากรและผู้รับบริการ ลดค่าใช้จ่ายในหมวดครุภัณฑ์ทางการแพทย์ และอุปกรณ์ UV-C เพียงพอต่อการใช้งาน

คำสำคัญ : อุปกรณ์ยูวี, ยูวีซีฆ่าเชื้อโรค

Abstract

UV-C radiation has a short wavelength of 100-280 nm and cannot pass through the Ozone layer to the earth's surface but it has the ability to destroy germs by a Ultraviolet Germicidal Irradiation: UVGI, which can destroy germs that are clouded or floating in the air (Airborne Transmission) and aerosol (Droplet), destroying both viruses, bacteria, fungi and yeast, including COVID-19 virus

UV-C radiation equipment in Kalasin Hospital is used to destroy germs in wards and facilities. By ordering ready-made portable equipment from the manufacturer but during the COVID-19 epidemic situation, there was a problem of insufficient UV-C equipment for use, therefore jointly developing " Blue light portable UV-C Sterilizer"

Result : “Blue light portable UV-C Sterilizer” can destroy germs, reduce the risk of germ contamination in personnel and patients, reduce expenses of medical equipment and UV-C equipment, sufficient for use.

Keyword: UV Equipment, UV-C Sterilizer

บทนำ

รังสี Ultraviolet : UV มีหลายชนิด ทั้งที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและที่มองไม่เห็น หลากหลายเฉดตามความเข้มข้นของแสง โดยมีชื่อเรียกต่างกัน กล่าวคือ UV-A เป็นรังสีที่มีความยาวคลื่น 315-400 นาโนเมตร เป็นชนิดที่แผ่ปกคลุมผิวโลกมากที่สุด รังสี UV-B มีความยาวคลื่น 280-315 นาโนเมตร ส่วนรังสี UV-C เป็นรังสีที่ไม่สามารถผ่านชั้น Ozone มายังผิวโลกได้ มีความยาวคลื่นสั้นคือ 100-280 นาโนเมตร แต่มีความสามารถในการทำลายเชื้อโรคด้วยกระบวนการที่เรียกว่า Ultraviolet Germicidal Irradiation : UVGI ซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อโรคสูงมาก เหมาะกับการทำลายเชื้อโรคที่ฟุ้งหรือล่องลอยมากับอากาศ (Airborne Transmission) และละอองฝอย (Droplet) สามารถทำลายได้ทั้งไวรัส แบคทีเรีย รา และยีสต์ รวมทั้งเชื้อไวรัส COVID-19 ด้วย โดยรังสี UV-C จะเดินทางเป็นเส้นตรง (รัชพล สันติวรากร, 2564) รังสีที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร จะทำลายโครงสร้างกรด Nucleic ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ RNA virus และ UV-C ที่ความยาวคลื่น 265 นาโนเมตร จะทำลายองค์ประกอบของ DNA virus ของเชื้อโรค โดยทำให้ไม่สามารถขยายจำนวนได้ และตายในที่สุด ดังนั้น รังสี UV-C ที่ใช้ทำลายเชื้อโรคจึงเป็นแสงสังเคราะห์ผ่านหลอดไฟชนิดพิเศษที่เรียกว่า “หลอด UV” ซึ่งคุ้นเคยกันในรูปลักษณ์ของหลอดไฟสีฟ้า (Vatansever, 2013)

ประสิทธิภาพของกระบวนการทำลายเชื้อโดย Ultraviolet Germicidal Irradiation : UVGI ในอุปกรณ์รังสี UV-C ที่สำคัญคือ การใช้ปริมาณรังสี (UV dose) ระยะของการฉายรังสี และระยะเวลาในการฉายรังสีที่เหมาะสม โดยระยะของการฉายรังสี มีความสัมพันธ์ทางบวกกับระยะเวลาในการฉายรังสี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ยิ่งระยะการฉายรังสีใกล้ ยิ่งมีการรับรังสีสูง (High germicidal effective UV irradiance) และใช้เวลาในการฉายน้อยลง (สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2564)

อุปกรณ์รังสี UV-C ถูกนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและโรงพยาบาลเพื่อฆ่าเชื้อโรคในอาหารและอากาศตั้งแต่ในอดีต โดยในระยะหลังๆ ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันที่คุ้นเคย เช่น อุปกรณ์ฆ่าเชื้อโรคช้อนส้อมตามโรงอาหาร และเครื่อง Sterilization ธนบัตร เป็นต้น (ผกากรอง วนไพศาล, 2564) ต่อมาเมื่อเกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ได้มีบริษัท/หน่วยงานผลิตอุปกรณ์รังสี UV-C ในรูปแบบต่างๆ เพื่อสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐกิจ ต่อยอดเป็นนวัตกรรมเชิงพาณิชย์จำนวนมาก

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า ปริมาณรังสี UV-C (UV-C dose) ที่สามารถทำลายเชื้อไวรัสโคโรนา มีดังนี้ (Center of disease control and, 2021)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณรังสี UV-C (UV-C dose) ที่สามารถทำลายเชื้อไวรัสโคโรนา

สายพันธุ์ไวรัส	**ปริมาณรังสี (D_{90} UV-C dose*) (J/m^2)**	**ร้อยละของการทำลายเชื้อ**
CoV-P9	540	90
SARS CoV (Urbani)	241	90
SARS CoV (Hanoi)	134	90
CoV-P9	40	90
CoV	7	90
ไวรัสโคโรนาในอากาศ	>90	99.9999
ไวรัสโคโรนาบนวัสดุผิวเรียบ	≥400	99.9

D_{90} UV-C dose หมายถึง ค่าปริมาณรังสี UV ที่ทำให้จำนวนเชื้อโรคตั้งต้นลดลงร้อยละ 90

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการฉายรังสี UV-C คำนวณดังนี้ (สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2564)

$$\text{ระยะเวลาที่ใช้ฉายรังสี UV-C (sec.)} = \frac{\text{ปริมาณรังสี UV-C เป้าหมาย (UV-C dose)}}{\text{ความเข้มของรังสี UV-C ของหลอดไฟที่ระยะใช้งานที่ต้องการ}^{**}}$$

โรงพยาบาลกาฬสินธุ์ มีการใช้รังสี UV-C เพื่อทำลายเชื้อโรคในหอผู้ป่วยและหน่วยงานต่างๆ ในรูปแบบของการสั่งซื้ออุปกรณ์ UV-C สำเร็จรูปชนิดรถเข็นตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 เป็นต้นมา โดยพบว่า แนวโน้มของความต้องการการใช้งานอุปกรณ์ UV-C สูงขึ้นตามลำดับในช่วงที่เกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 และพบปัญหาความไม่เพียงพอของอุปกรณ์ UV-C ต่อการใช้งาน ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้เกี่ยวข้องจึงได้ร่วมกันพัฒนานวัตกรรม “แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C ฆ่าเชื้อโรค” ขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงต่อปนเปื้อนเชื้อโรคในอากาศและพื้นผิวของทั้งบุคลากรและผู้รับบริการ เป็นสำคัญ

วัตถุประสงค์ของการสร้างนวัตกรรม

1) เพื่อใช้ฆ่าเชื้อโรค ลดความเสี่ยงต่อปนเปื้อนเชื้อโรคทั้งในบุคลากรและผู้รับบริการ
2) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในหมวดครุภัณฑ์ทางการแพทย์
3) เพื่อให้อุปกรณ์ UV-C เพียงพอต่อการใช้งาน

วิธีดำเนินการ

นวัตกรรม “แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C” เป็นนวัตกรรมชุดเครื่องมือสำหรับฉายแสงอัลตราไวโอเลต (UV-C) เพื่อฆ่าเชื้อโรค โครงสร้างทำจากโลหะเหล็กไร้สนิม ขนาดกว้างxยาวxสูง = 31x61x135 เซนติเมตร ใช้หลอด Amalgam UV-C แรงดันต่ำ ชนิดปราศจากโอโซน (Low pressure discharge with ozone free germicidal lamp) แบบยาว (Linear-shape tube) 120 เซนติเมตร ขนาด 40 watt จำนวน 6 หลอด และบัลลาสต์ (Ballast) ยึดติดกับฐานและส่วนบน โดยเรียงหลอดโดยรอบตามแนวตั้ง เปิด-ปิดอุปกรณ์โดยใช้โหมดการควบคุมระยะไกลไร้สาย (Remote control) เพื่อป้องกันการสัมผัสกับแสง UV-C เมื่อใช้งาน และใช้ระบบไฟสัญญาณ Buzzer & LED สีเขียว เพื่อระบุว่าอุปกรณ์กำลังทำงานอยู่ ส่วนฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยม ติดล้อแบบหมุนได้ 360 องศา จำนวน 4 ล้อ เพื่อให้เคลื่อนย้ายได้สะดวก

กลไกการทำงาน

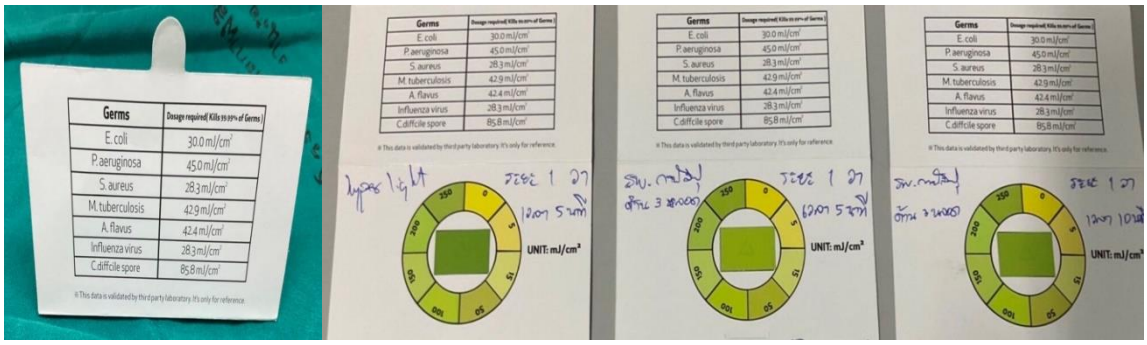
แสง UV-C เดินทางเป็นเส้นตรง ทำลายเชื้อโรคในอากาศและพื้นผิววัตถุต่างๆ ด้วยกระบวนการทำลายเชื้อที่เรียกว่า Ultraviolet Germicidal Irradiation : UVGI พลังงานแสง UV-C จะทำลายโครงสร้างกรด Nucleic ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ RNA virus และ DNA virus ของเชื้อโรค โดยทำให้ไม่สามารถขยายจำนวนได้และตายในที่สุด และจากวัสดุที่เลือกใช้ ได้แก่ หลอด Amalgam UV-C แรงดันต่ำ ชนิดปราศจากโอโซน (Low pressure discharge with ozone free germicidal lamp) ขนาด 40 watt จำนวน 6 หลอด ความยาวคลื่น 250-254 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่สามารถในการทำลายเชื้อโรครวมทั้งไวรัสโคโรนาที่ก่อให้เกิดโรค COVID-19 ได้ เมื่อคำนวณค่าความเข้มของรังสี UV-C ของหลอดไฟที่ระยะใช้งานที่ต้องการ ในปริมาณรังสี (UV-C dose) ตามที่ทบทวนวรรณกรรม คำนวณที่ค่าสูงสุดคือ 540 J/m^2 สามารถทำลายเชื้อครอบคลุมพื้นที่ 20 ตารางเมตร ใช้ระยะเวลา 45 นาที/รอบ ได้

การทดสอบการทำงานของนวัตกรรม

การทดสอบการทำงานของนวัตกรรม“แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C” มีวัตถุประสงค์เพื่อบ่งบอกประสิทธิภาพของอุปกรณ์โดยการจำลองใช้งาน (Simulation) ดำเนินการ ดังนี้ (LISIN GROUP, 2021)

1. ความเข้มของรังสี UV-C ของหลอดไฟที่ระยะใช้งานที่ต้องการ โดยใช้เครื่อง UVC Meter ในการวัดครั้งแรกได้เท่ากับ 720 μ watt/m^2 จากนั้นวัดเป็นระยะๆ พบว่า ความเข้มของรังสีไม่เปลี่ยนแปลงจนกว่าอายุการใช้งานของหลอดไฟ UV-C จะมากกว่า 7,000 ชั่วโมง และบัลลาสต์ (Ballast) มากกว่า 20,000 ชั่วโมง และเมื่อนำค่าความเข้มของรังสี UV-C ของหลอดไฟที่ระยะใช้งานที่ต้องการ คูณกับระยะเวลาที่ใช้ฉายรังสี UV-C พบว่า ปริมาณรังสี (UV-C dose) อยู่ในระดับที่สามารถทำลายเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ต่างๆ ในอากาศและบนวัสดุผิวเรียบได้

2. ทดสอบโดย UV light test ที่ D_{99} UV-C dose เพื่อประเมินการทำลายเชื้อที่เฉพาะเจาะจง ได้แก่ E. coli, Psudomonas aeruginosa, Staph aureus, M. tuberculosis, A. flavus, Influenza virus, C. diffcile spore เป็นต้น ผลการทดสอบ พบว่า สามารถทำลายเชื้อดังกล่าวได้ทั้งหมดภายในระยะเวลา 10 นาที ครอบคลุมพื้นที่ 9 ตารางเมตร



รูปภาพที่ 1 แสดงผลทดสอบโดย UV light test

ความโดดเด่นของนวัตกรรม

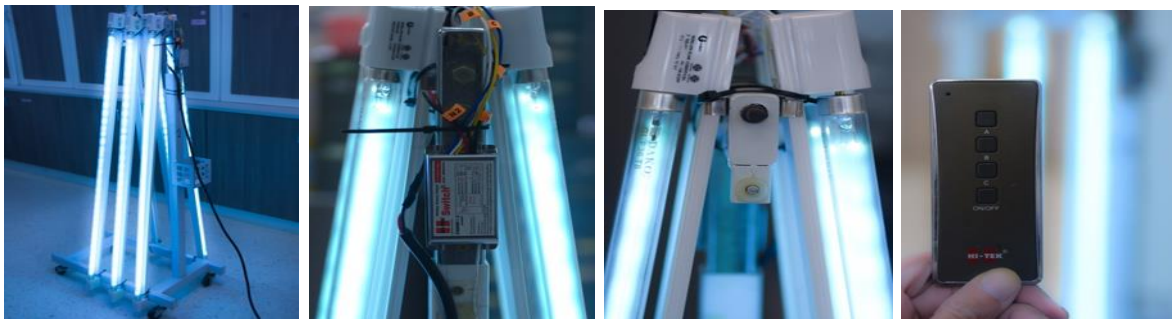
1. ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อโรคสูง
2. ต้นทุนการผลิตต่ำ ช่วยลดต้นทุนค่าครุภัณฑ์ทางการแพทย์
3. ผลิตได้เอง
4. ใช้งานง่าย สามารถใช้ได้บ่อยตามต้องการ
5. ไม่มีสารตกค้างหลังใช้งาน
6. ลดโอกาสเกิดอันตรายจากการสัมผัสแสง UV-C เนื่องจากเปิด-ปิดอุปกรณ์โดยใช้โหมดการควบคุมระยะไกลไร้สาย (Remote control)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตนวัตกรรม“แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C” มีดังนี้

1. โครงสร้างทำจากโลหะเหล็กไร้สนิม
2. ใช้หลอด Amalgam UV-C แรงดันต่ำ ชนิดปราศจากโอโซน (Low pressure discharge with ozone free germicidal lamp) แบบยาว
3. บัลลาสต์ (Ballast)

4. โหมดการควบคุมระยะไกลไร้สาย (Remote control)
5. ไฟสัญญาณ Buzzer & LED
6. ล้อแบบหมุนได้ 360 องศา
7. อุปกรณ์สายไฟและปลั๊กไฟ



รูปภาพที่ 2 แสดงการติดตั้งและการใช้นวัตกรรม “แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C”

การนำนวัตกรรมไปใช้

1. นำนวัตกรรม“แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C” ไปใช้ในหอผู้ป่วยและหน่วยงานต่างๆ เพื่อทำลายเชื้อโรค ลดความเสี่ยงต่อปนเปื้อนเชื้อโรคในอากาศและพื้นผิววัตถุต่างๆ โดยเฉพาะไวรัสโคโรนา 2019 ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19 และอื่นๆ เช่น วัณโรค โดยนวัตกรรมที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถทำลายเชื้อครอบคลุมพื้นที่ 20 ตารางเมตร ภายในระยะเวลา 45 นาที และทำลายเชื้อที่เฉพาะเจาะจงครอบคลุมพื้นที่ 9 ตารางเมตร ภายในระยะเวลา 10 นาที โดยวางอุปกรณ์ UV-C บนพื้นที่โล่ง ไม่วางสิ่งของซ้อนทับกัน สิ่งของที่อยู่ระยะใกล้กับรังสี ประสิทธิภาพทำลายเชื้อจะดีขึ้น อย่างไรก็ตาม รังสี UV-C มีอันตรายต่อผิวหนัง ทางเดินหายใจ และกระจกตา จึงควรระมัดระวังไม่ให้มีคนอยู่ในพื้นที่ขณะที่หลอด UV กำลังทำงาน รวมทั้งใส่หน้ากากแบบเต็มใบหน้า สวมเสื้อผ้าปกคลุมร่างกายให้มิดชิด สวมถุงมือและถุงเท้า

2. นวัตกรรม“แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C” ถูกนำไปใช้ดังนี้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 จนถึงปัจจุบัน ประดิษฐ์ขึ้นจำนวน 8 เครื่อง นำไปใช้ทำลายเชื้อโรคในหอผู้ป่วยและหน่วยงานต่างๆ จำนวน 3,470 ครั้งๆ ละ 45 นาที (นับถึงวันที่ 8 พฤศจิกายน 2565) ดังนี้

- หอผู้ป่วย Cohort, Cohort ICU จำนวน 420 ครั้ง
- หอผู้ป่วยสามัญ หอผู้ป่วยพิเศษ จำนวน 2,260 ครั้ง
- ICU, ER จำนวน 310 ครั้ง
- ห้องผ่าตัด จำนวน 256 ครั้ง
- หน่วยงานสนับสนุน และสำนักงานต่างๆ ในโรงพยาบาล จำนวน 224 ครั้ง

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้นวัตกรรม

1. ทำลายเชื้อโรค ลดความเสี่ยงต่อปนเปื้อนเชื้อโรคทั้งในบุคลากรและผู้รับบริการ

2. ลดค่าใช้จ่ายในหมวดครุภัณฑ์ทางการแพทย์ โดยอุปกรณ์ UV-C ที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง ราคาเครื่องละ 3,800 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ UV-C ที่ผลิตเพื่อจำหน่าย ราคาเครื่องละ 800,000-3,000,000 บาท ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบราคาของอุปกรณ์ UV-C ที่ประดิษฐ์ขึ้น กับอุปกรณ์ UV-C ที่ผลิตเพื่อจำหน่าย

อุปกรณ์ UV-C ที่ผลิตเพื่อจำหน่าย	**อุปกรณ์ UV-C ที่ประดิษฐ์ขึ้น**
ราคาที่จำหน่ายในท้องตลาด เครื่องละ 800,000-3,000,000 บาท	**วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ผลิต** - หลอด UV-C หลอดละ 400 บาทx6 หลอด = 2,400 บาท - Remote control = 600 บาท - สายไฟ ปลั๊กไฟ ขาหลอดไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า = 600 บาท - โครงเหล็ก = 200 บาท รวมทั้งสิ้น 3,800 บาท

3. การประดิษฐ์และนำอุปกรณ์ UV-C ไปใช้ในหน่วยงานๆ ต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ตอบสนองความต้องการการใช้งานได้อย่างเพียงพอ โดยเฉพาะในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)

4. ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานต่อนวัตกรรม“แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C” ที่ประดิษฐ์ขึ้นใน 4 ด้าน ได้แก่ ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ ความถูกต้องเหมาะสม และความเป็นประโยชน์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อนวัตกรรม“แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C” โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.85, SD = 0.78) เมื่อแบ่งเป็นรายด้าน พบว่า ด้านประโยชน์ในการนำไปใช้ มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.92, SD = 0.94) รองลงมา คือ ด้านความเหมาะสม($\bar{x}$ = 4.85, SD = 0.78) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลความพึงพอใจจากผู้ใช้งานต่อนวัตกรรม“แสงสีฟ้าเคลื่อนที่ UV-C” (N=30)

รายการ	$\bar{x}$	**S.D.**	**แปลผล**
ด้านประโยชน์ในการนำไปใช้	4.92	0.94	มากที่สุด
ด้านความเป็นไปได้มาก	4.82	0.62	มากที่สุด
ด้านความเหมาะสม	4.88	0.84	มากที่สุด
ด้านความถูกต้องและครอบคลุม	4.78	0.72	มากที่สุด
รวม	4.85	0.78	มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

ผกากรอง วนไพศาล. การฆ่าเชื้อด้วยรังสี UV. ระบบออนไลน์. แหล่งที่มา https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/ สืบค้น 7 พฤศจิกายน 2564

รัชพล สันติวรากร. รังสี UVC. ระบบออนไลน์. แหล่งที่มา https://www.en.kku.ac.th/web/covid19/uvc. สืบค้น 7 พฤศจิกายน 2564

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม. การใช้หลอดยูวีทำลายเชื้อโควิด 19. ระบบออนไลน์. แหล่งที่มา https://www.nimt.or.th/main/?p=31767 สืบค้น 7 พฤศจิกายน 2564

Center of disease control and prevention. Department of Health and human service. [cited 2022 November 7] Available from: https://www.bt.cdc.gov/raiation

LISIN GROUP. หลอดไฟอัลตราไวโอเลต. [cited 2022 January 8] Available from: Retrieved from https://th.lisungroup.com/news/technology-news/working-principle-of-ultraviolet-lamp-and-test-method-of-ultraviolet-lamp.html

Vatansever et al. (2013). Can biowarfare agents be defeated with light?. Virulence, 4(8), 796-825.