บทความวิชาการ

การพัฒนาตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี

Development of a UV Sterilizer

สุรพันธ์ ยิ้มมั่น
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

Surapun Yimman
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
1518 Pracharat 1 Road, Wongsawang, Bangsue, Bangkok 10800

Email: sym4412@gmail.com

วันที่รับบทความ : 10 กุมภาพันธ์ 2565
วันที่แก้ไขบทความ : 15 กุมภาพันธ์ 2565
วันที่ตอบรับบทความ : 11 มีนาคม 2565

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีสำหรับฆ่าเชื้อบนหน้ากาก N95 หรืออุปกรณ์ทางการแพทย์อื่น ๆ ภายใต้ความร่วมมือระหว่าง สถาบันวิชาการป้องกันประเทศโดยโรงเรียนช่างฝีมือทหาร กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ การออกแบบจะนำเตาอบไฟฟ้ายี่ห้ออิมาร์เฟล็กซ์รุ่น IF-451 มาดัดแปลงติดตั้งหลอดกำเนิดรังสียูวีที่ความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร ขนาด 10W จำนวน 2 หลอด การทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อจะใช้เชื้อแบคทีเรียแกรมลบ Escherichia coli ป้ายหน้ากาก N95 ผลการทดสอบพบว่าตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีสามารถค่าเชื้อได้ทั้งหมดภายใน 1 นาที การทดสอบการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยของหน้ากาก N95 จะทำการฉายรังสียูวีครั้งละ 20 นาที ผลการทดสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM) พบว่าหน้ากาก N95 สามารถนำมาฆ่าเชื้อซ้ำได้ 10 ครั้งโดยที่โครงสร้างของเส้นใยไม่เปลี่ยนแปลง การทดสอบการรั่วไหลของรังสียูวีขณะทำงานพบว่าปริมาณรังสียูวีรั่วไหลรอบ ๆ เครื่องมีค่าน้อยกว่า1 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร และการทดสอบมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้า 18 รายการ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

คำสำคัญ : รังสียูวี, หน้ากากอนามัย N95, โคโรนาไวรัส

Abstract

This study proposes the development of a UV sterilizer to decontaminate N95 masks or medical devices. The study is in cooperation between the National Defence Studies Instituteby the Military Technical Training School and King Mongkut's University of Technology North Bangkok. The design is based on adaptation of an electric oven, Imarflex IF 451. To become a sterilizer, the oven is equipped with two 10 W-UV light sources at wavelength 253.7 nanometers. The sterilization effectiveness was testified by using Escherichia Coli bacterial contaminated on N95 masks. The results show that the UV sterilizer can decontaminate the mask within 1 minute. The effect of UV light on fibers of N95 masks was investigated by using the UV sterilizer with exposure time of 20 minutes. Scanning electron microscope images of the UV-exposed N95 masks reveal that contaminated N95 masks can be retreated by the UV sterilizer without damage of the mask fibers up to 10 times. The leakage of UV light from the sterilizer was examined. The measurement shows that the leakage of UV light is less than 1 microwatt per square centimeter. The sterilizer also passed the 18 checks of electrical safety testing that firmly ensure its electrical safety.

Keywords: UV Radiation, N95 Mask, Coronavirus

บทนำ

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่มีความรุนแรงและแพร่กระจายในประเทศไทยในช่วงที่ผ่านมาถึง แม้ในช่วงเวลาที่ผ่านมารัฐบาลได้ดำเนินการควบคุมการแพร่ระบาดในประเทศอย่างเป็นระบบ ทำให้จำนวนผู้ติดเชื้อภายในประเทศลดลงอย่างต่อเนื่องคงมีแต่เฉพาะผู้ที่ติดเชื้อที่เดินทางมาจากต่างประเทศ แต่อย่างไรก็ตามการแพร่ระบาดยังมีแนวโน้มที่อาจจะกลับมาได้อีก และที่ผ่านมาในระหว่างที่มีการแพร่ระบาด นอกจากบุคลากรทางการแพทย์แล้วเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการแก้ไขสถานะการณ์การแพร่ระบาด หน้ากากอนามัย N95 จัดเป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่สำคัญในการป้องกันการติดเชื้อของบุคลากรทางการแพทย์ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศแต่ในช่วงที่มีการแพร่ระบาดได้ประสบปัญหาการขาดแคลนหน้ากากอนามัย N95 อย่างมาก เพราะเนื่องจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในต่างประเทศมีความรุนแรงเช่นเดียวกัน ทำให้ความต้องการหน้ากากอนามัย N95 ในต่างประเทศก็มีมากเช่นเดียวกับประเทศไทยสำหรับการใช้งานหน้ากากอนามัย N95 บุคลากรทางการแพทย์จะสวมใส่เมื่อมีการสัมผัสหรือทำการรักษาผู้ป่วยที่ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หลังสัมผัสหรือการรักษาจะต้องมีการทำความสะอาดฆ่าเชื้อที่อาจตกค้างบนหน้ากากอนามัย N95 เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ในครั้งต่อไป ซึ่งวิธีการการฆ่าเชื้อบนหน้ากากอนามัย N95 ที่นิยมกันมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ การใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide, H2O2) ซึ่งเป็นสารฆ่าเชื้อมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และแบคทีเรีย การใช้งานจะพ่นละอองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงบนหน้ากากอนามัย N95 หลังใช้งานไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะสลายตัวกลายเป็นน้ำและก๊าซออกซิเจนแต่ข้อจำกัดคือขนาดของเครื่อง การเคลื่อนย้าย ต้นทุน และระยะเวลาในการสลายตัว ส่วนวิธีที่ 2 จะเป็นการใช้รังสียูวีที่ความยาวคลื่น 253.7 nm ซึ่งการฆ่าเชื้อด้วยวิธีนี้จะมีต้นทุนต่ำสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ระยะในการฆ่าเชื้อน้อยและไม่ต้องรอการสลายตัว

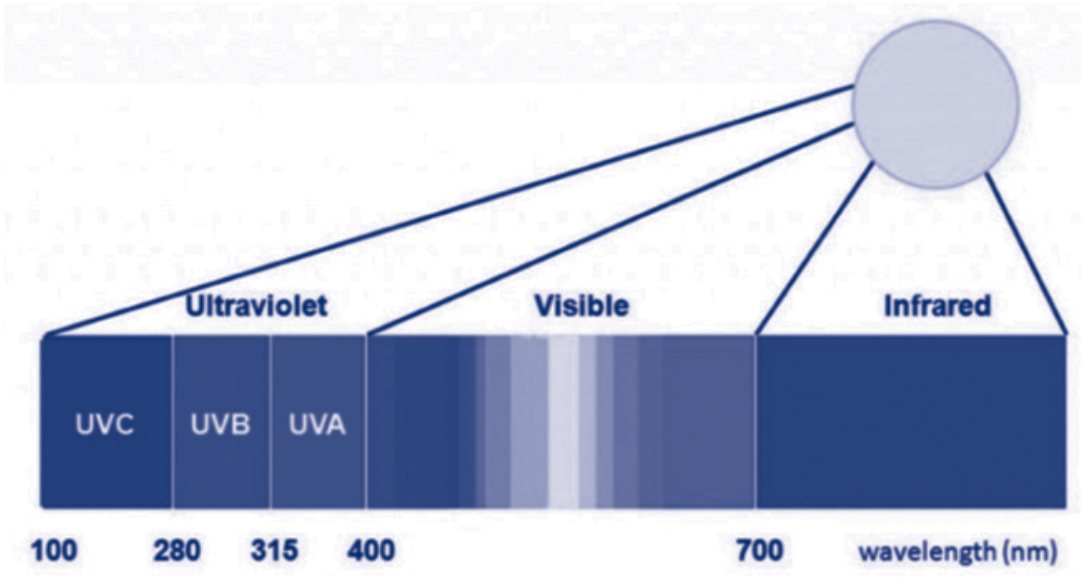
ดังนั้นบทความนี้จะเป็นการนำเสนอการฆ่าเชื้อบนหน้ากากอนามัย N95 โดยใช้หลอดกำเนิดรังสียูวีที่ความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร ขนาด 10W จำนวน 2 หลอด ติดตั้งในเตาอบไฟฟ้ายี้ห้ออิมาร์เฟล็กซ์รุ่น IF-451 ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมดสามารถจัดหาได้ภายในประเทศ นอกนี้ตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสัยูวีที่ได้พัฒนาขึ้นจะถูกทดสอบความปลอดภัยจากการรั่วไหลของรังสียูวีและความปลอดภัยทางไฟฟ้าเพื่อให้ผู้ใช้งานมั่นใจถึงคุณภาพและความปลอดภัย

ทฤษฎี

รังสีอัลตราไวโอเลต

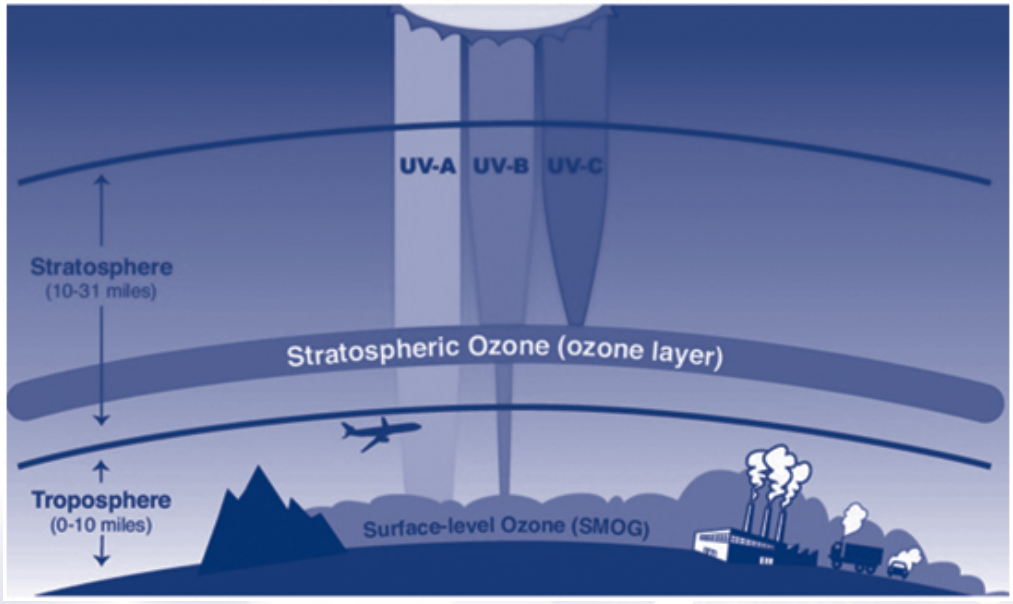
รังสีอัลตราไวโอเลต หรือ รังสียูวี (Ultraviolet Radiation: UV) หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่ารังสีเหนือม่วง เป็นรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากการแผ่ของดวงอาทิตย์ โดยรังสีที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์นี้มีแถบความยาวคลื่น (Wavelength) เป็นช่วงกว้างและทำให้เกิดพลังงานที่แตกต่างกันดังรูปที่ 1 นอกจากรังสียูวีแล้วยังมีรังสีอื่น ๆ อีก ได้แก่ รังสีในช่วงที่มองเห็นได้ (Visible light Radiation) และช่วงรังสีอินฟราเรด (Infrared Radiation)

รูปที่ 1 แถบความยาวคลื่นของรังสีที่จากดวงอาทิตย์



ที่มา: บริษัท ลีวณิชย์ จำกัด (Hi-Kool). (2564). UV CARE. http://hikoolfilm.bangkoksync.com/word-hikool/product.html?tabs=193086+UV%20CARE

รูปที่ 2 การผ่านชั้นบรรยากาศของรังสียูวี



ที่มา: อนุชา ชาติวงศ์. (2559). การตรวจจับคลื่นความโน้มถ่วงสำเร็จเป็นครั้งแรกของโลก. Kru Anucha Website. https://sites.google.com/a/patum.ac.th/kruanucha/kerd-khwam-ru

จากรูปที่ 1 รังสียูวีมีช่วงความยาวคลื่น 100-400 นาโนเมตร รังสีในช่วงความยาวคลื่นนี้ จะไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่จะมีพลังงานในรูปของความร้อน และมีผลโดยตรงต่อผิวหนังของมนุษย์ ทำให้เม็ดสีในผิวหนังเปลี่ยนแปลง รวมถึงก่อให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนังได้ รังสียูวีในช่วงความยาวคลื่นนี้สามารถผ่านชั้นบรรยากาศมาสู่พื้นผิวโลกได้ และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกได้อีกด้วย และนอกจากนี้รังสียูวีในช่วงความยาวคลื่น 100-400 นาโนเมตร ยังสามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วงตามความยาวคลื่นได้ดังต่อไปนี้

- UVC : ช่วงความยาวคลื่น 100 - 280 นาโนเมตร เป็นคลื่นรังสีที่อันตรายแต่ไม่สามารถผ่านเข้าสู่พื้นผิวโลกได้ อันเนื่องมาจากถูกชั้นโอโซนดูดซับเอาไว้ ดังรูปที่ 2
- UVB : ช่วงความยาวคลื่น 280 – 315 นาโนเมตร เป็นรังสียูวีที่มีคลื่นความยาวสั้นแต่พลังงานสูง ในแสงอาทิตย์มีอยู่เพียง5% สามารถทะลุผ่านชั้นโอโซนมาได้แต่ก็ผ่านมาได้ไม่ทั้งหมด และจะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของมนุษย์ได้อย่างชัดเจนเมื่อถูกแสง และจะเกิดหลุดลอกของชั้นผิวหนังกำพร้า
- UVA : อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 315-400 นาโนเมตร มีมากถึงกว่า 90 % ในแสงอาทิตย์จะส่งผลกระทบต่อผิวหนังของมนุษย์ โดยจะทำลายคอลลาเจนใต้ชั้นผิว ก่อให้เกิดรอยเหี่ยวย่น จุดด่างดำ

ส่วนรังสีในช่วงที่มองเห็นได้จะมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 380 นาโนเมตร ไปจนถึง 780 นาโนเมตร ซึ่งรังสีในช่วงที่มองเห็นได้ก็คือแสงอาทิตย์นั่นเอง รังสีในช่วงนี้จึงมีความสำคัญต่อมนุษย์อย่างมาก เพราะเป็นรังสีช่วงเดียวจากดวงอาทิตย์ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า สามารถจำแนกแบ่งรังสีในช่วงนี้ได้ 7 ชนิดตามแถบความยาวคลื่น ซึ่งก็คือแถบ 7 สีของสายรุ้งนั้นเอง ประกอบไปด้วยสี ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ตามลำดับ รังสีในช่วงนี้มีทั้งความสว่างที่มนุษย์ต้องการ และความร้อนที่เราไม่ต้องการนอกจากนี้แล้ว ช่วงความยาวคลื่น 400-500 เรายังพบช่วงแสงสีฟ้า หรือ Blue Light ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่อันตรายที่สุดต่อดวงตาอีกด้วย

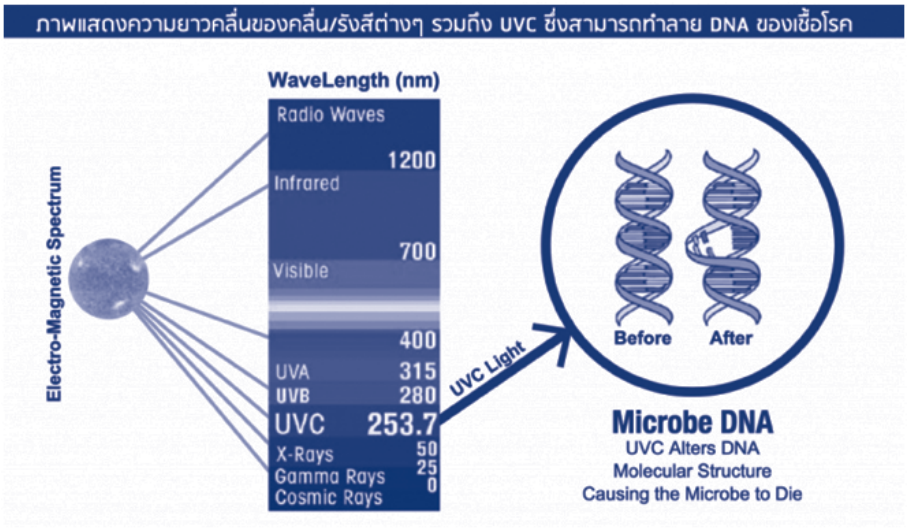
และรังสีที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 700 นาโนเมตรไปจนถึง 2400 นาโนเมตร ก็คือรังสีอินฟราเรด ซึ่งเป็นรังสีที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เป็นรังสีที่ให้ความร้อนสูง หรือเป็นคลื่นความร้อนนั่นเอง สามารถรับรู้ได้ด้วยความรู้สึกว่าร้อน แม้ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และคลื่นความร้อนนี้คิดเป็น 53% ของพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่แผ่มายังโลก

จะเห็นได้ว่ารังสีที่แผ่จากดวงอาทิตย์นั้นมีประโยชน์ต่อทุกชีวิตบนโลก อย่าง มาก แต่กระนั้นก็มีโทษมหันต์เช่นกัน ทั้งการก่อปัญหาด้านความร้อนเกินความต้องการ และปัญหาด้านสุขภาพ อาทิเช่นมะเร็งผิวหนัง เป็นต้น

การทำลายเชื้อโรคด้วยรังสียูวี

ในการทำลายเชื้อโรคด้วยรังสียูวีจะใช้รังสีที่ความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร ฉายบริเวณที่ต้องการทำลายเชื้อโรคในระยะเวลาที่เหมาะสม สารพันธุกรรมของเชื้อโรค เช่น DNA จะดูดซับรังสียูวีที่ความยาวคลื่น 253.7 nm โดยรังสีที่ความยาวคลื่นนี้จะทำลายโครงสร้างกรดนิวคลีอิกซึ่งเป็นองค์ประกอบของ DNA ทำให้เชื้อโรคไม่สามารถเพิ่มจำนวนและตายในที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 3 อย่างไรก็ตามรังสียูวีในช่วง UVC จะถูกชั้นบรรยากาศชั้นโอโซนดูดซับเอาไว้ ทำให้แสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านมาที่ผิวโลกจะมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอต่อการทำลายเชื้อโรค และไม่สะดวกต่อการนำไปใช้งาน ดังนั้น จึงได้มีการพัฒนาหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่สร้างรังสียูวีที่ความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร เพื่อใช้ในการทำลายเชื้อโรคโดยเฉพาะและสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งปัจจุบันหลอดชนิดนี้มีการผลิตหลากหลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน สำหรับบทความนี้ได้เลือกใช้ยี่ห้อ TOKIVA รุ่น G10T8 ขนาด 10W ดังแสดงในรูปที่ 4 และมีคุณสมบัติตามตารางที่ 1

รูปที่ 3 การทำลายเชื้อโรคด้วยรังสียูวีในช่วง UVC ที่ความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร



ที่มา : https://www.babygiftretail.com/

รูปที่ 4 หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่สร้างรังสียูวีในช่วง UVC ที่ความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร

ที่มา : ผู้เขียน

ตารางที่ 4 หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่สร้างรังสียูวีในช่วง UVC ที่ความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร

Lamp Code	Length (mm)	Diameter (mm)	Watts (W)	Current (A)	Spectral Peak (nm)	UV Power (W)	Avg life (H)
G10T8	329	25	10	0.23	253.7	2.7	8,000

ที่มา : ผู้เขียน

สำหรับเวลาที่ใช้ในการทำลายเชื้อโรคหาได้จากสมการที่ 1

$$t = \frac{UV\ \ Dose}{UV\ \ Intensity} \quad (1)$$

เมื่อ t คือ เวลาที่ใช้ในการทำลายเชื้อโรค (Sec)

UV Dose คือ ปริมาณรังสี UVC ที่ทำให้จำนวนเชื้อโรคตั้งต้นลดลง (μWs/cm2)

UV Intensity คือ ความเข้มของรังสี UVC ที่ระยะใช้งาน (μW/m2)

ซึ่งค่า UV Dose จะขึ้นกับเชื้อโรคที่ต้องการทำลาย เช่น เชื้อแบคทีเรีย Escherichia coli ถ้าต้องการให้ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อเป็น 90% และ 100% จะต้องใช้ค่า UV Dose เท่ากับ 3,000 μWs/cm2และ6,600 μWs/cm2ตามลำดับ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโคโรนาไวรัสที่ทำให้เกิดอาการทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงหรือ SARS-CoV ด้วยรังสียูวีซีที่ความยาวคลื่น 253.7นาโนเมตรระยะห่าง 3 เซนติเมตร ความเข้มของรังสี4016 μW/cm2 สามารถกำจัดเชื้อได้หมดภายในเวลา 15 นาทีหรือต้องใช้ค่า UV Dose เท่ากับ 3,614,400 μWs/cm2

ส่วนค่า UV Intensity หรือความเข้มของรังสี สามารถหาได้จากสมการที่ 2

$$UV\ \ Intensity = \frac{UV\ \ power}{4nd^2} \quad (2)$$

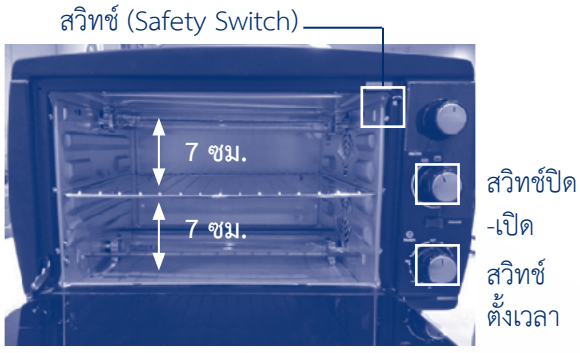
เมื่อ UV Power คือ กำลังทางแสงของหลอด UVC (Optical power) (W)

d คือ ระยะห่างระหว่างหลอดกับจุดสัมผัส (cm)

การออกแบบ

การออกแบบจะนำเตาอบไฟฟ้ายี้ห้ออิมาร์เฟล็กซ์รุ่น IF-451 มาดัดแปลงติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่กำเนิดรังสียูวียี่ห้อ TOKIVA รุ่น G10T8 ขนาด 10W จำนวน 2 หลอด ทั้งด้านบนและด้านล่างดังรูปที่ 5 ซึ่งระยะห่างระหว่างหลอดกับจุดสัมผัสจะมีค่าประมาณ 7 cm แต่เนื่องจากหลอดฟลูออเรสเซนต์กำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลตขนาด 10W มีหลากหลายผู้ผลิตทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างกันโดยเฉพาะค่ากำลังทางแสงของหลอด เพื่อให้การทำลายเชื้อโรคเป็นไปอย่างมีประสทธิภาพ จึงจำเป็นต้องเพิ่มกำลังทางแสงของหลอด ซึ่งจะทำโดยเพิ่มกำลังของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นในบทความนี้จึงเลือกใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยี้ห้อ PHILIPS รุ่นEB-CI TL5 14W-21W-28W จำนวน 1 ตัวต่อกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่กำเนิดรังสียูวีจำนวน 2 หลอด ดังรูปที่ 6 และการทำเช่นนี้นอกจากเพิ่มกำลังทางแสงของหลอดแล้ว ยังเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายอีกทางหนึ่งด้วย เพราะใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ตัวเท่านั้น ส่วนกระจกด้านหน้าตู้จะติดฟิล์มกรองแสง 60% ทั้งด้านในและด้านนอก เพื่อป้องกันอันตรายจากรังสียูวีและแสงสว่างที่เกิดขึ้นขณะใช้งาน

รูปที่ 5 การติดตั้งหลอดกำเนิดรังสียูวีจำนวน 2 หลอด

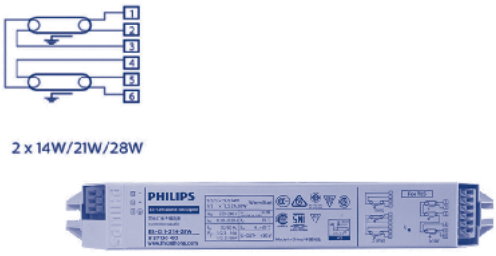


ที่มา : ผู้เขียน

และรูปที่ 5 จะมีสวิทช์สำหรับ ปิด/เปิด และสวิทช์ตั้งเวลา สำหรับตั้งเวลาการทำลายเชื้อ ซึ่งสวิทช์ทั้งสองเป็นอุปกรณ์เดิมของเตาไฟฟ้าที่ไม่ได้ถอดออก แต่ถูกนำมาต่อใช้งานเพื่อความสะดวกและสวยงาม นอกจากนี้

ยังได้มีการติดตั้ง เซฟตี้สวิทช์ (Safety switch) หรือไมโครสวิทช์ตามรูปที่ 7 เพื่อตัดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อมีการเปิดฝาเครื่องขณะทำงาน เพื่อป้องกันการรั่วไหลของรังสียูวี

รูปที่ 6 การต่อบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับหลอดบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 2 หลอด



รูปที่ 7 เซฟตี้สวิทช์

ที่มา : ผู้เขียน

ตัวอย่างการออกแบบ จากรูปที่ 5 จะได้ค่า d = 7 cm หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่กำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลตยี่ห้อ TOKIVA รุ่น G10T8 ขนาด 10W มีค่ากำลังทางแสง UV Power= 2.7W ต้องการทำลายเชื้อแบคทีเรีย Escherichia coli 100% จะต้องใช้ค่า UV Dose = 6,600 μWs/cm2 และจากสมการที่ 2 จะได้ค่าความเข้มของรังสีดังสมการที่ 3

$$UV\ \ Intensity = \frac{2.7}{4\pi(7)^2} = 4,385 \mu W / cm^2 \quad (3)$$

และจากสมการที่ 1 จะได้ค่า t หรือเวลาในการทำลายเชื้อโรคดังสมการที่ 4

$$t = \frac{6,600}{4,385} = 1.505 \sec \quad (4)$$

จากสมการที่ 4 ว่าในการทำลายเชื้อโรคจะใช้เวลาเพียง 1.505 วินาที

สำหรับการทำลายเชื้อ SARS-CoV จะใช้ค่า UV Dose = 3,614,400 μWs/cm2

$$t = \frac{3,614,400}{4,385} = 824.264 \sec \quad (5)$$

จากสมการที่ 5ว่าในการทำลายเชื้อโรคจะใช้เวลาเพียง 13.74 นาที หรือประมาณ 14 นาทีขึ้นไป

การทดสอบ

แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วนคือ

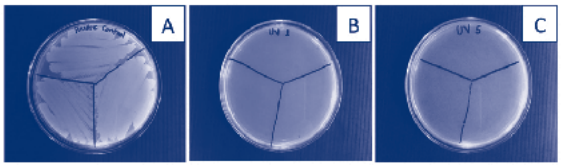
1. การทดสอบการทำลายเชื้อโรค

จะทดสอบการทำลายเชื้อแบคทีเรีย Escherichia coli 100% โดยทำการป้ายเชื้อบนหน้ากากทางการแพทย์ N95 และนำเข้าตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีตามรูปที่ 8 เป็นเวลา 1 นาที และ 5 นาที จะได้ผลการทดลองตามรูปที่ 9 ซึ่งจะพบว่าภายเวลา 1 นาทีตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรีย Escherichia coli ได้ทั้งหมด

รูปที่ 8 การใช้ตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีทำลายเชื้อแบคทีเรีย Escherichia coli บนหน้ากาก N95

ที่มา : ผู้เขียน

รูปที่ 9 ผลการทดสอบการทำลายเชื้อแบคทีเรีย Escherichia coli (A) ก่อนฉายรังสียูวี (B) หลังฉายรังสียูวี 1 นาที (C) หลังฉายรังสียูวี 5 นาที

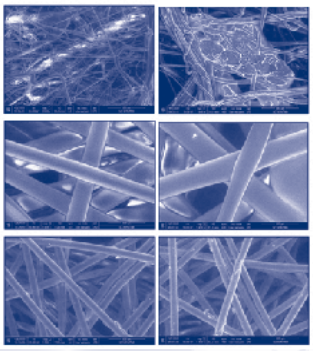


ที่มา : ผู้เขียน

2. การทดสอบการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยของหน้ากากอนามัย N95

จะใช้หน้ากากอนามัย N95 3 ยี่ห้อในท้องตลาดมาทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของเส้นใย ชั้นนอก ชั้นกลางและชั้นในของหน้ากาก โดยเลือกใช้เวลาในการทดสอบครั้งละ 20 นาที ซึ่งมากกว่า 14 นาทีตามที่คำนวณได้จากตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อสร้างความมั่นใจในการทำลายเชื้อโคโรนาไวรัสหรือ SARS-CoV การทดสอบจะใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่อัตราการขยาย 2,000 เท่า ส่องดูเส้นใยของหน้ากาก แสดงได้ดังรูปที่ 10 ซึ่งพบว่า เส้นใย ชั้นใน (ชั้นที่สัมผัสกับใบหน้า) จะเริ่มเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเส้นใยในลักษณะหลอมรวมในครั้งที่ 12 ส่วนชั้นกลางและชั้นนอกมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเล็กน้อย แต่เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานจะกำหนดให้ใช้เพียง 10 ครั้งเท่านั้น

รูปที่ 10 ด้านซ้ายก่อนฉายรังสียูวี ด้านขวาหลังฉายรังสียูวี 12 ครั้ง ครั้งละ 20 นาที

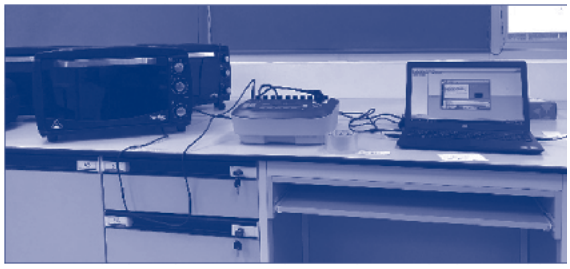


(รูปบน เส้นใยชั้นใน รูปกลางเส้นใยชั้นกลาง รูปล่างเส้นใยชั้นนอก)

3. การทดสอบการรั่วไหลของรังสียูวีและการทดสอบความปลอดภัยทางไฟฟ้า

เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน จึงมีความจำเป็นต้องทดสอบการรั่วไหลของรังสียูวีและความปลอดภัยทางไฟฟ้า โดยจะใช้เครื่องมือทดสอบความปลอดภัยทางไฟฟ้ายี่ห้อ Fluke Electrical Safety Analyzer รุ่น ESA620 ทดสอบความปลอดภัยให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล และทดสอบการรั่วไหลของรังสีบริเวณตัวเครื่องขณะใช้งานได้ปริมาณรังสียูวีรั่วไหลรอบ ๆ เครื่องมีค่าน้อยกว่า1 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร แสดงได้ดังรูปที่ 11

รูปที่ 11 ด้านบนการทดสอบความปลอดภัยทางไฟฟ้า ด้านล่างทดสอบการรั่วไหลของรังสียูวี



ที่มา : ผู้เขียน

การนำไปใช้งาน

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 รอบแรกของประเทศไทย ในปี 2563 ช่วงระหว่างเดือนมีนาคมจนถึงเดือนเมษายน ในช่วงเวลานั้นเกิดความขาดแคลนหน้ากากอนามัย N95 สำหรับบุคลากรทางการแพทย์อย่างมาก ทำให้ต้องนำหน้ากากที่ใช้แล้วมาทำลายเชื้อโรคและนำกลับมาใช้ใหม่ ตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ทำลายเชื้อโรคสำหรับหน้ากากอนามัย N95 จึงเป็นที่ต้องการและขาดแคลนในขณะนั้น ทำให้ กองบัญชาการกองทัพไทยโดย โรงเรียนช่างฝีมือทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลิตตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีขึ้น โดยในการระบาดรอบแรกได้มีการผลิตและแจกจ่ายให้กับ 150 โรงพยาบาลทั่วประเทศ จำนวน 250 เครื่อง ส่วนการระบาดในรอบใหม่ในช่วงเดือนธันวาคม 2563 ถึงปัจจุบัน ได้มีการผลิตและแจกจ่ายให้กับ โรงพยาบาลในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดระยอง

รูปที่ 12 การส่งมอบตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีในช่วงการระบาดรอบแรก ให้กับโรงพยาบาลในพื้นที่กรุงเทพฯ โดยกองบัญชาการกองทัพไทย และโรงพยาบาลในพื้นที่ภาคเหนือโดยกองทัพภาคที่ 3

รูปที่ 13 การส่งมอบตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีในช่วงการระบาดรอบใหม่ให้กับโรงพยาบาลในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดระยอง

สรุป

จากการทดลองพบว่าตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีที่ได้รับการออกแบบและสร้างขึ้นสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี แต่จากการตัวอย่างการคำนวณจะเห็นได้ว่าการทำลายเชื้อแบคทีเรีย Escherichia coliได้ 100% จะใช้เวลาเพียง 1.505 วินาที แต่ในการทดลองจริงจะให้เวลาทดสอบเป็น 1 นาที เหตุที่ไม่สามารถทดสอบตามเวลา คำนวณเพราะว่าหลอดที่ใช้สร้างรังสียูวีเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะต้องใช้ระยะเวลาในการจุดให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ติด และเมื่อหลอดถูกจุดให้ติดแล้วความเข้มของรังสียูวีจึงค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งความเข้มของรังสียูวีจะมีค่าสูงสุดและคงที่และพร้อมที่จะทำลายเชื้อโรคต่อไป ซึ่งจะใช้เวลาไม่เกิน 1 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของหลอดและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ ซึ่งผลการทดสอบพบว่าภายในเวลา 1 นาที ก็สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งหมด ส่วนระยะเวลาที่ใช้ทำลายเชื้อโรคบนหน้ากากอนามัย N95 นั้น จากการคำนวณจะใช้เวลาประมาณ 14 นาที เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการทำลายเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จึงได้เพิ่มเวลาเป็น 20 นาที แล้วจึงนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจากผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยพบว่าสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ถึง 10 ครั้ง โดยที่โครงสร้างเส้นใยทั้ง 3 ชั้นของหน้ากากอนามัย N95 ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งจะทำให้ปรับหยัดงบประมาณในการจัดซื้อหน้ากากอนามัย N95 ไปอย่างมาก อีกทั้งตู้อบฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวียังผ่านการทดสอบความปลอดภัยทางไฟฟ้าตามมาตรฐานสากล และการรั่วไหลของรังสียูวี เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งานอีกด้วย

บรรณานุกรม

ผกากรอง วนไพศาล.(2563).การฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซี(UVC).ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล. https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/

ดีเอ็นเอ เคมีคอล เฮาส์. (2563).UV Irradiation Table.https://www.dkhthailand. com/14679126/laboratory

บริษัท ลีวณิชย์ จำกัด. (2563). รู้เรื่องรังสี UV.https://www.hikoolfilm.com/1887-infomation/pages.html?tabs=1887+รู้เรื่องพลังงานความร้อน

บริษัท ลีวณิชย์ จำกัด (Hi-Kool). (2564). UV CARE. http://hikoolfilm.bangkoksync.com/word-hikool/product.html?tabs=193086+UV%20CARE

อนุชา ชาติวงศ์. (2559). การตรวจจับคลื่นความโน้มถ่วงสำเร็จเป็นครั้งแรกของโลก. Kru Anucha Website. https://sites.google.com/a/patum.ac.th/kruanucha/kerd-khwam-ru