ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการวิจัยแอนติบอดี(CEAR)
ภาควิชาเวชศาสตร์สังคมและสิ่งแวดล้อม
คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

วันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2564

เรียนผู้จัดการบริษัท โนวา เวอร์ทา (ประเทศไทย) จำกัด

ตามที่ท่านได้ส่งอุปกรณ์โคมไฟเอ็กไซเมอร์ผลิตรังสี UV-C UVC-222 รุ่น DF28B-B3 20W มาให้ทางศูนย์ CEAR ทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย นั้น ทางศูนย์ CEAR ได้ทำการทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียดังต่อไปนี้ 1. *Staphylococcus aureus* 2. *Pseudomonas aeruginosa* 3. *Klebsiella pneumoniae*

โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 เชื้อในตู้ปิดอะคลีลิคหนา 0.5 ซม. ปริมาตร 0.52 ตารางเมตร โดยวางเครื่องพ่นเชื้อแบคทีเรียไว้ด้านขวาของตู้ วางหลอดผลิตรังสี UV-C ไว้ตรงกลาง และวางหลอดเก็บตัวอย่างอากาศ ที่ต่อกับปั๊มลมดูดอากาศ 40 ลิตร / นาที ไว้ทางด้านซ้าย แล้วเปิดสวิทช์เครื่องพ่นละอองแบคทีเรีย (แต่ละตัว) ที่ความเข้มข้น 1.5×10^5 CFU/ml พร้อมกับเปิดสวิทช์หลอดผลิตรังสี UV-C และ เปิดสวิทช์ปั๊มดูดอากาศเข้าไปเก็บในหลอดเก็บตัวอย่างอากาศผ่านน้ำ เป็นเวลา 5, 10, 15, 20 วินาที (ตามลำดับ) แล้วนำน้ำที่เก็บได้ ไปเพาะเชื้อแล้วนับปริมาณแบคทีเรีย และทำการทดลองแบบเดียวกันแต่ไม่เปิดหลอดผลิตรังสี UV-C โดยทำการทดลองทั้งสองแบบ แบบละ 3 ซ้ำ โดยทำตามวิธีวิจัยมาตรฐานที่เคยทำ (Sirikul *et al,* 2006)

โดยผลการวิจัยทดสอบพบว่า โคมไฟเอ็กไซเมอร์ UV-C UVC-222 รุ่น DF28B-B3 20W ผลิตรังสี UVC ที่สามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศได้ดังรายละเอียดดังนี้

- ลดเชื้อ *S. aureus* ได้ 10.21 – 73 % หลังเชื้อสัมผัสรังสี UVC ในช่วงเวลา 5 - 20 วินาที
- ลดเชื้อ *K. pneumoniae* ได้ 36.1 -75.2 % หลังเชื้อสัมผัสรังสี UVC ในช่วงเวลา 5 - 20 วินาที
- ลดเชื้อ *P.aeruginosa* ได้ 28.2 – 87.5 % หลังเชื้อสัมผัสรังสี UVC ในช่วงเวลา 5 - 20 วินาที

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

รศ. ดร. นสพ. พงศ์ราม รามสูต
หัวหน้าศูนย์ความเป็นเลิศด้านการวิจัยแอนติบอดี
และ หัวหน้าภาควิชาเวชศาสตร์สังคมและสิ่งแวดล้อม

รายงานผลการวิจัย

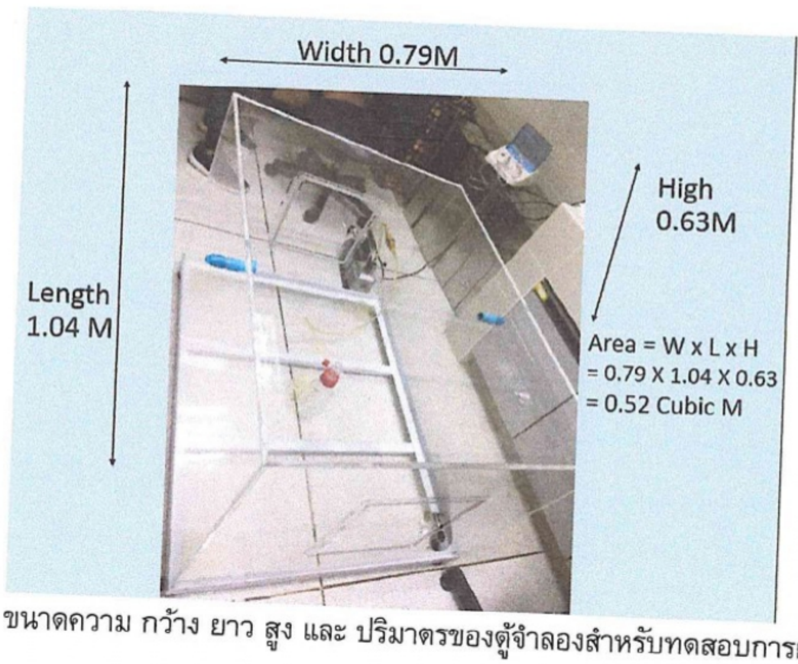
การวิจัยทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อแบคทีเรียในอากาศ ของ อุปกรณ์โคมไฟเอ็กไซเมอร์ ผลิตรังสี UV-C UVC-222 รุ่น DF28B-B3 20W ตามมาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

แบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ:

1. *Staphylococcus aureus*
2. *Pseudomonas aeruginosa*
3. *Klebsiella pneumoniae*

ตู้จำลองสำหรับทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

ตู้จำลองสำหรับทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย สร้างจากแผ่นลามิเนตหนา 0.5 ซม. ขนาด กว้าง 0.787 (0.79) เมตร ยาว 1.041 (1.04) เมตร สูง 0.635 (0.63) เมตร คิดเป็นปริมาตรพื้นที่ 0.79 X 1.04 X 0.63 = 0.52 ตารางเมตร (ตามรูปที่ 1.)



รูปที่ 1. ขนาดความ กว้าง ยาว สูง และ ปริมาตรของตู้จำลองสำหรับทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

การวิจัยทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในอากาศ ของ อุปกรณ์โคมไฟเอ็กไซเมอร์ผลิตรังสี UV-C UVC-222 รุ่น DF28B-B3 20W

1. เตรียมสารละลายเชื้อแบคทีเรียสำหรับใช้ทดสอบ(ตามลำดับ)

1.1 *Staphylococcus aureus*

1.2 *Pseudomonas aeruginosa*

1.3 *Klebsiella pneumoniae*

โดยเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิดบนอาหารวุ้นแข็ง แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง หลังจากนั้นเขี่ยเชื้อทั้งหมดลงอาหารเหลว แล้วนำไปบ่ม 1-2 ชั่วโมงจากนั้นนำเชื้อจากอาหารเหลวแต่ละชนิดมาเทียบความขุ่นด้วย McFarland หมายเลข 0.5ซึ่งจะได้ความขุ่นของเชื้อเท่ากับ 1.5×10^{8} CFU / ml แล้วทำการเจือจาง (Dilution) สารละลายเชื้อแบคทีเรียจากความเข้มข้น 1.5×10^{8} CFU/ml โดยผสมกับน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 1.5×10^{5} CFU / ml แล้วเติมสารละลายแบคทีเรีย 1.5×10^{5} CFU / ml 1 ml ผสมกับ น้ำกลั่น 9 ml แล้วเติมสารละลายทั้งหมดลงในเครื่องพ่นละอองเชื้อแบคทีเรีย แล้ววางเครื่องพ่นละอองเชื้อแบคทีเรียไว้ทางด้านขวาของตู้จำลองตามรูปที่ 2 – 4 โดยเสียบต่อกับปลั๊กไฟฟ้าที่มีสวิทช์ปิดเปิดไฟฟ้าที่เปิดได้จากด้านนอกตู้จำลอง

2. เตรียมโคมไฟเอ็กไซเมอร์UV-C UVC-222 รุ่น DF28B-B3 20W

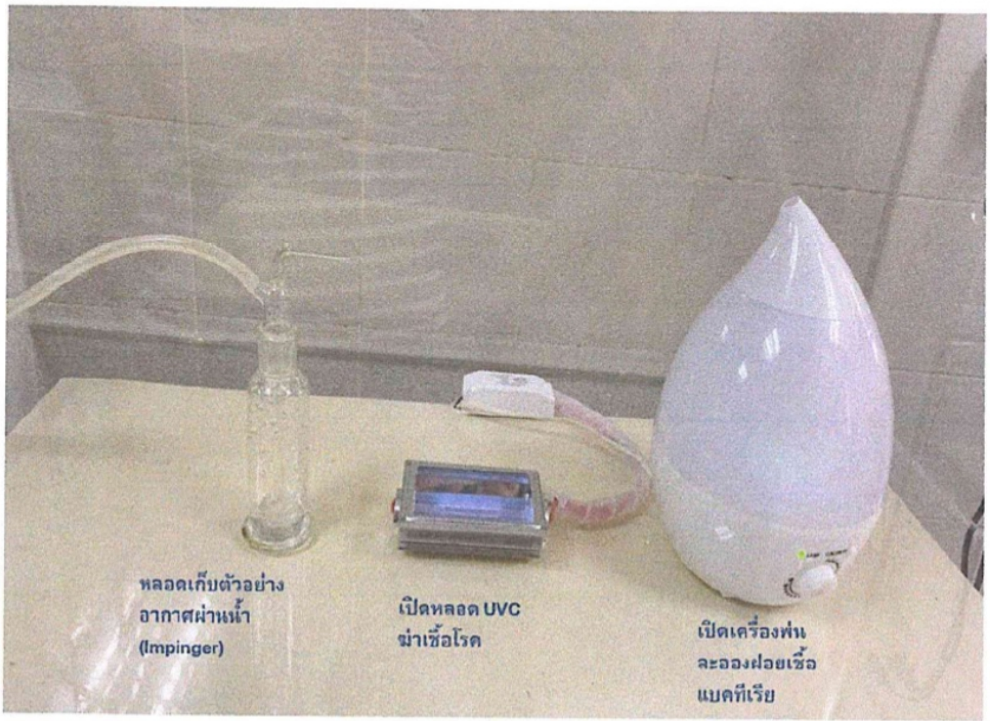
วางโคมไฟเอ็กไซเมอร์ที่มีหลอดผลิตรังสี UV-C ไว้ตรงกลางตู้จำลองตามรูปที่ 2 – 4 โดยเสียบต่อกับปลั๊กไฟฟ้าที่มีสวิทช์ปิดเปิดไฟฟ้าที่เปิดได้จากด้านนอกตู้จำลอง

3. เตรียมอุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบคทีเรียจากอากาศ

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบคทีเรียจากอากาศ เป็นหลอดแก้วเก็บตัวอย่างอากาศผ่านน้ำ (Impinger) รุ่น Quickfit, (England)ที่ผ่านการทำให้ปลอดเชื้อ แล้วเติมน้ำกลั่นปลอดเชื้อปริมาณ 10 ml ลงในขวดเก็บอากาศผ่านน้ำ (Impinger) พร้อมต่อท่อกับเครื่องปั๊มลมดูดอากาศ (T100 M, rotary vane sampling pump, Cole-Parmer International, USA) ที่มีความเร็วในการดูดอากาศ 40 Litters / min แล้ววางไว้ที่ด้านซ้ายของตู้จำลอง ตามรูปที่ 2 – 4 โดยเสียบต่อกับปลั๊กไฟฟ้าที่มีสวิทช์ปิดเปิดไฟฟ้าที่เปิดได้จากด้านนอกตู้จำลอง

4. **ทดสอบโดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบคทีเรียจากอากาศที่เราเคยทำไว้ (Sirikul et al, 2006)**

หลังจากวางเครื่องพ่นละอองเชื้อแบคทีเรียไว้ด้านขวาของตู้ วางหลอดผลิตรังสี UV-C ไว้ตรงกลาง และวางหลอดเก็บตัวอย่างอากาศ ที่ต่อกับปั๊มลมดูดอากาศ 40 ลิตร / นาที ไว้ทางด้านซ้าย (รูปที่ 2-4) แล้วจึงเปิดสวิทซ์เครื่องพ่นละอองแบคทีเรียที่มีความเข้มข้น 1.5×10^{5} CFU / ml พร้อมกับเปิดสวิทซ์หลอดหลอดผลิตรังสี UV-C และ เปิดสวิทซ์ปั๊มดูดตัวอย่างอากาศที่จะทำการดูดละอองแบคทีเรียที่ลอยอยู่ในตู้จำลอง ให้เข้าไปเก็บในหลอดเก็บตัวอย่างอากาศผ่านน้ำ โดยทำการเปิดสวิทซ์อุปกรณ์ทั้ง 3 อย่างพร้อมกัน เป็นเวลา 5, 10, 15, 20 วินาที (ตามลำดับ) แล้วนำน้ำที่เก็บได้ในหลอดเก็บตัวอย่างอากาศผ่านน้ำ ไปเพาะเชื้อโดย spread ลงบน Agar plate แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง แล้วนำ Agar plate ไปนับปริมาณโคโลนีของแบคทีเรียแต่ละชนิดที่ทำการทดสอบ



รูปที่ 2 เชื้อแบคทีเรียที่ถูกพ่นออกมาจากเครื่องพ่นละอองฝอย พร้อมกับการเปิดหลอด UVC ฆ่าเชื้อโรค และ เปิดปั๊มดูดอากาศเพื่อเก็บตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียที่ลอยอยู่ในอากาศเข้าไปเก็บไว้ในหลอดเก็บตัวอย่างอากาศผ่านน้ำ (Impinger) แล้วนำน้ำในขวด Impinger ไป spread ลงบน Agar plate นำไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส 18 - 24 ชั่วโมงเพื่อเพาะเชื้อแบคทีเรีย

รูปที่ 3 เชื้อแบคทีเรียที่ถูกพ่นออกมาจากเครื่องพ่นละอองฝอย พร้อมกับการเปิดหลอด UVC ฆ่าเชื้อโรค และ เปิดปั๊มดูดอากาศเพื่อเก็บตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียที่ลอยอยู่ในอากาศเข้าไปเก็บไว้ในหลอดเก็บตัวอย่างอากาศผ่านน้ำ (Impinger) แล้วนำน้ำในขวด Impinger ไป spread ลงบน Agar plate นำไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส 18 - 24 ชั่วโมงเพื่อเพาะเชื้อแบคทีเรีย

รูปที่ 4 เชื้อแบคทีเรียที่ถูกพ่นออกมาจากเครื่องพ่นละอองฝอย พร้อมกับการเปิดหลอด UVC ฆ่าเชื้อโรค และ เปิดปั๊มดูดอากาศเพื่อเก็บตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียที่ลอยอยู่ในอากาศเข้าไปเก็บไว้ในหลอดเก็บตัวอย่างอากาศผ่านน้ำ (Impinger) แล้วนำน้ำในขวด Impinger ไป spread ลงบน Agar plate นำไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส 18 - 24 ชั่วโมงเพื่อเพาะเชื้อแบคทีเรีย

5. วิเคราะห์ผลการทดสอบ

ปริมาณโคโลนีของแบคทีเรียแต่ละชนิดที่นับได้จากการทดสอบโดยการเปิดหลอดรังสี UVC กับการไม่เปิด ในแต่ละช่วงเวลาที่ 5, 10, 15, 20 วินาที จะถูกนำมานับ คำนวณหาค่าเฉลี่ย และคำนวณเปรียบเทียบความแตกต่าง เพื่อวิเคราะห์ผลว่าหลอดรังสี UVC จะมีผลในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิดในอากาศหรือไม่

6. ผลการทดสอบ

หลังจากเปิดสวิทช์เครื่องพ่นละอองแบคทีเรียที่มีความเข้มข้น 1.5×10^{5} CFU / ml พร้อมกับเปิดสวิทช์หลอดผลิตรังสี UV-C และ เปิดสวิทช์ปั๊มดูดตัวอย่างอากาศ ทำการดูดละอองแบคทีเรียที่ลอยอยู่ในตู้จำลอง ให้เข้าไปเก็บในหลอดเก็บตัวอย่างอากาศผ่านน้ำ โดยเปิดสวิทช์อุปกรณ์ทั้ง 3 อย่างพร้อมกัน เป็นเวลา 5, 10, 15, 20 วินาที (ตามลำดับ) แล้วนำน้ำที่เก็บได้ในหลอดเก็บตัวอย่างอากาศผ่านน้ำ ไปเพาะเชื้อโดย spread ลงบน Agar plate แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง แล้วนำ Agar plate ไปนับปริมาณโคโลนีของแบคทีเรียแต่ละชนิดที่ทำการทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบกับแบคทีเรียแต่ละตัว สรุปได้ตามตารางที่ 1 -3

ตารางที่ 1 เป็นผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ตารางที่ 2 เป็นผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Klebsiella pneumoniae*

ตารางที่ 3 เป็นผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*

FACULTY OF TROPICAL MEDICINE
MAHIDOL UNIVERSITY

โดยผลการทดสอบ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ที่นับได้เป็น CFU / ml ที่นับได้ในช่วงเวลาที่ต่างกัน เมื่อทำการเปิดและไม่เปิดหลอด UVC ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 โดยพบว่า

- ในช่วง 5 วินาทีแรก หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *S. aureus* ได้จาก 13.7 CFU / ml เหลือ 12.3 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 10.21 %
- ในช่วง 10วินาที หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *S. aureus* ได้จาก 23.3 CFU / ml เหลือ 13 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 44.2 %
- ในช่วง 15 วินาที หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *S. aureus* ได้จาก 32.7 CFU / ml เหลือ 13.3 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 59.3 %
- ในช่วง 20 วินาที หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *S. aureus* ได้จาก 54.3 CFU / ml เหลือ 14.7 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 73 %

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ที่นับได้เป็น CFU / ml ที่นับได้ในช่วงเวลาที่ต่างกัน เมื่อทำการเปิดและไม่เปิดหลอด UVC โดยทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

	ปริมาณแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* CFU/ml เมื่อไม่ได้เปิดหลอด UVC				ปริมาณแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* CFU/ml เมื่อเปิดหลอด UVC			
การทดสอบ	5 วินาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที	5 วินาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
ครั้งที่ 1	12	23	29	55	11	13	10	14
ครั้งที่ 2	14	26	36	60	13	11	13	12
ครั้งที่ 3	15	21	33	48	13	15	17	18
ค่าเฉลี่ย	13.7	23.3	32.7	54.3	12.3	13	13.3	14.7

มหาวิทยาลัยมหิดล
FACULTY OF TROPICAL MEDICINE
MAHIDOL UNIVERSITY

โดยผลการทดสอบ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรีย *Klebsiella pneumoniae* ที่นับได้เป็น CFU / ml ที่นับได้ในช่วงเวลาที่ต่างกัน เมื่อทำการเปิดและไม่เปิดหลอด UVC ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยพบว่า

- ในช่วง 5 วินาทีแรก หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *K. pneumoniae* ได้จาก 18.3 CFU / ml เหลือ 11.7 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 36.1 %
- ในช่วง 10 วินาที หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *K. pneumoniae* ได้จาก 32 CFU / ml เหลือ 15.3 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 52.2 %
- ในช่วง 15 วินาที หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *K. pneumoniae* ได้จาก 41 CFU / ml เหลือ 17.3 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 58 %
- ในช่วง 20 วินาที หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *K. pneumoniae* ได้จาก 72.7 CFU / ml เหลือ 18 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 75.2 %

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรีย *Klebsiella pneumoniae* ที่นับได้เป็น CFU / ml ที่นับได้ในช่วงเวลาที่ต่างกัน เมื่อทำการเปิดและไม่เปิดหลอด UVC โดยทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

	ปริมาณแบคทีเรีย *Klebsiella pneumoniae* CFU / ml เมื่อไม่ได้เปิดหลอด UVC				ปริมาณแบคทีเรีย *Klebsiella pneumoniae* CFU / ml เมื่อเปิดหลอด UVC			
การทดสอบ	5 วินาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที	5 วินาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
ครั้งที่ 1	18	29	38	66	12	15	16	18
ครั้งที่ 2	17	33	41	80	10	17	17	17
ครั้งที่ 3	20	34	44	72	13	14	19	19
ค่าเฉลี่ย	18.3	32	41	72.7	11.7	15.3	17.3	18

โดยผลการทดสอบ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* ที่นับได้เป็น CFU / ml ที่นับได้ในช่วงเวลาที่ต่างกัน เมื่อทำการเปิดและไม่เปิดหลอด UVC ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยพบว่า

- ในช่วง 5 วินาทีแรก หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *P. aeruginosa* ได้จาก 17.7 CFU / ml เหลือ 12.7 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 28.2 %
- ในช่วง 10 วินาที หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *P. aeruginosa* ได้จาก 32.7 CFU / ml เหลือ 13.7 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 58.1 %
- ในช่วง 15 วินาที หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *P. aeruginosa* ได้จาก 49.7 CFU / ml เหลือ 10.7 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 78.5 %
- ในช่วง 20 วินาที หลอด UVC จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *P. aeruginosa* ได้จาก 82.3 CFU / ml เหลือ 10.3 CFU / ml หรือลดได้ประมาณ 87.5 %

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* ที่นับได้เป็น CFU / ml ที่นับได้ในช่วงเวลาที่ต่างกัน เมื่อทำการเปิดและไม่เปิดหลอด UVC โดยทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

	ปริมาณแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* CFU/ml เมื่อไม่เปิดหลอดUVC				ปริมาณแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* CFU/ml เมื่อเปิดหลอด UVC			
การทดสอบ	5 วินาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที	5 วินาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
ครั้งที่ 1	19	33	47	79	11	14	11	12
ครั้งที่ 2	16	31	52	80	14	15	10	10
ครั้งที่ 3	18	34	50	88	13	12	11	9
ค่าเฉลี่ย	17.7	32.7	49.7	82.3	12.7	13.7	10.7	10.3

7. สรุปผลการวิจัยทดสอบ

โคมไฟเอ็กไซเมอร์ UV-C UVC-222 รุ่น DF28B-B3 20W ผลิตรังสี UVC ที่สามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในอากาศได้ดังรายละเอียดดังนี้

- ลดปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้ตั้งแต่ 10.21 -73 % หลังเชื้อสัมผัสรังสี UVC ในช่วงเวลา 5 - 20 วินาที
- ลดปริมาณเชื้อ *Klebsiella pneumoniae* ได้ตั้งแต่ 36.1 - 75.2 % หลังเชื้อสัมผัสรังสี UVC ในช่วงเวลา 5 - 20 วินาที
- ลดปริมาณเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ได้ตั้งแต่ 28.2– 87.5 % หลังเชื้อสัมผัสรังสี UVC ในช่วงเวลา 5 - 20 วินาที

เอกสารอ้างอิง

Sirigul C, Wongwit W, Phanprasit W, Paveenkittiporn W, Blacksell SD, *Ramasoota P.* Development of a combined air sampling and quantitative real-time PCR method for detection of *Legionella* SPP. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2006; 37(3):508-512.

FACULTY OF TROPICAL MEDICINE
MAHIDOL UNIVERSITY