

รายงานผลการศึกษาวิจัย

ประจำปีงบประมาณ 2568

ชื่อโครงการวิชาการ การประดิษฐ์เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี แบบเคลื่อนที่ และการทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ

ชื่อภาษาอังกฤษ UV-C Mobile Sterilizer invention and Efficiency testing in laboratory

ผู้รับผิดชอบโครงการ

สัดส่วนของผลงาน

นายสุเมธ วันงูษา	นักวิทยาศาสตร์	สัดส่วนผลงาน	20 %
นางสาวเนตรกมล ยัมพิรัตน์	นักวิทยาศาสตร์	สัดส่วนผลงาน	20 %
นางสาวภาวิชา หาญสุริย์	นักวิทยาศาสตร์	สัดส่วนผลงาน	20 %
นางสาวจิตาภรณ์ สุขศิริ	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์	สัดส่วนผลงาน	20 %
นางเบญจวรรณ ใจสะอาด	นักวิชาการสัตวบาล	สัดส่วนผลงาน	20 %

หน่วยงานรับผิดชอบ ศูนย์ทดสอบและวิจัยคุณภาพชีววัตถุสำหรับสัตว์ (ศทวช.) 1212 หมู่ 11 ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

บทคัดย่อ

การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ ด้วยการใช้รังสียูวี-ซี (UV-C) สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) เหมาะกับการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ฟุ้งหรือลอยล่องมากับอากาศและเป็นละอองฝอย สามารถทำลายได้ทั้งไวรัส แบคทีเรีย รา และยีสต์ การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี แบบเคลื่อนที่ โดยตั้งสมมติฐานจากกำลังวัตต์ของหลอดยูวี-ซีว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดีในระยะ 2 เมตรจากเครื่อง เมื่อเปิดเครื่องเป็นระยะเวลา 15 นาที ทำการทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ 2 วิธี โดยวิธีที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อด้วยวิธี Open plate technique ใช้เชื้อจุลินทรีย์ 6 ชนิด ได้แก่ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Geobacillus stearothermophilus*, *Aspergillus niger* และ *Candida albicans* ทดสอบที่ระยะห่าง 1, 2 และ 3 เมตร จากแหล่งกำเนิดรังสี เป็นเวลา 15 และ 30 นาที วิธีที่ 2 การตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศด้วยวิธี Air test (ทวิคักต์ และคณะ, 2566) ก่อนและหลังเปิดเครื่อง 30 นาที ผลการทดสอบพบว่า การทดสอบด้วยวิธี Open plate technique เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี ที่ระยะ 2 เมตรจากแหล่งกำเนิดรังสี เป็นเวลา 15 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 77.8 และที่เวลา 30 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 93.0 ซึ่งเป็นช่วงที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดี ส่วนการตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี Air test หลังการเปิดเครื่อง 30 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อได้ร้อยละ 94.4 ซึ่งผลของการทดสอบทั้ง 2 วิธี มีความสอดคล้องกัน จากผลการทดสอบสรุปได้ว่า เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่ระยะห่าง 2 เมตร จากแหล่งกำเนิดรังสี เป็นเวลา 30 นาที เหมาะสำหรับการนำไปใช้ฆ่าเชื้อในห้องปฏิบัติการที่มีพื้นที่ขนาด 4x4 ตารางเมตร (รัศมี 2 เมตรจากเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี)

Keyword: UV-C, UV Sterilizer, Ultraviolet Germicidal Irradiation

บทนำ

ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 มีข้อกำหนดให้มีการป้องกันและควบคุมการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการต้องปราศจากการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการทดสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าผลการทดสอบมีความถูกต้องตามมาตรฐานกำหนด การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการมีหลายวิธี เช่น การใช้สารเคมี การใช้รังสี เป็นต้น ปัจจุบันศูนย์ทดสอบและวิจัยคุณภาพชีววัตถุสำหรับสัตว์ (ศทวช.) มีการควบคุมปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องปฏิบัติการให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อกระบวนการทำงาน ด้วยการใช้สารเคมีซึ่งสารเคมีมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดี แต่มีราคาแพง มีฤทธิ์กัดกร่อน มีสารที่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้น จึงมีแนวคิดในการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องปฏิบัติการด้วยรังสียูวี-ซี เนื่องจากเป็นรังสียูวี ที่มีความยาวคลื่นสั้น มีความสามารถในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) เหมาะกับการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ฟุ้งหรือลอยลอยมากับอากาศและเป็นละอองฝอย ซึ่งสามารถทำลายได้ทั้งไวรัส แบคทีเรีย รา และยีสต์

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี แบบเคลื่อนที่
2. ทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ

วิธีการทดลอง

1. ประดิษฐ์เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี แบบเคลื่อนที่ โดยใช้เหล็กกล่องขนาด 1x1 นิ้ว เป็นโครงสร้าง มีความกว้างของฐาน 72 เซนติเมตร สูง 164 เซนติเมตร และใช้หลอดรังสียูวี-ซี กำลังไฟฟ้า 36 วัตต์ ความยาว 120 เซนติเมตร จำนวน 2 หลอด โดยประมาณการจากกำลังวัตต์ของหลอดยูวี-ซี จะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดีในระยะ 2 เมตรจากเครื่อง เมื่อเปิดเครื่องเป็นระยะเวลา 15 นาที
2. ทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อด้วยวิธี Open plate technique
 - 2.1 เตรียมเชื้อจุลินทรีย์ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Geobacillus stearothermophilus* บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptose agar และเชื้อ *Aspergillus niger*, *Candida albicans* บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar โดยให้มีปริมาณเชื้ออยู่ในช่วงที่สามารถนับจำนวนโคโลนีได้
 - 2.2 นำเพลทตามข้อ 2.1 มาวางในระยะห่างจากเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี แบบเคลื่อนที่ 1, 2 และ 3 เมตร เป็นเวลา 15 และ 30 นาที
 - 2.3 นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อ *E. coli*, *S. aureus* และ *E. aerogenes* ไปบ่มในตู้ incubator ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24 ชั่วโมง เชื้อ *G. stearothermophilus* บ่มที่อุณหภูมิ 56 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24 ชั่วโมง และเชื้อ *A. niger* และ *C. albicans* บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 48 ชั่วโมง
 - 2.4 ตรวจสอบจำนวนโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ
3. ทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อด้วยวิธี Air test
 - 3.1 วางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar เป็นเวลา 15 นาที บนพื้นห้องและโต๊ะปฏิบัติการ ก่อนเปิดเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี และหลังเปิดเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี 30 นาที
 - 3.2 นำเพลทไปบ่มในตู้ incubator ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24 ชั่วโมง
 - 3.3 ตรวจสอบจำนวนโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

ผลการศึกษา

1. จากการประดิษฐ์เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี แบบเคลื่อนที่ สามารถนำเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี แบบเคลื่อนที่ มาใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ภายในห้องปฏิบัติการได้เหมาะสมกับพื้นที่ในห้องปฏิบัติการ และสามารถเคลื่อนย้ายไปใช้กับห้องปฏิบัติการในฝ่ายอื่นได้สะดวก



ภาพแสดง เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี แบบเคลื่อนที่

2. การทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อด้วยวิธี Open plate technique ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 6 ชนิด

ตารางที่ 1 แสดงร้อยละประสิทธิภาพการทดสอบการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ 6 ชนิดของเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี แบบเคลื่อนที่ ด้วยวิธี Open plate technique

เชื้อจุลินทรีย์	ระยะเวลารับแสง UV					
	15 นาที			30 นาที		
	ระยะทางจากหลอด UV			ระยะทางจากหลอด UV		
	1m	2m	3m	1m	2m	3m
<i>E. coli</i>	96.3	93.6	-	99.7	99.3	97.0
<i>E. aerogenes</i>	94.4	90.2	83.8	99.8	98.4	97.7
<i>S. aureus</i>	97.2	87.8	74.1	99.7	99.4	94.3
<i>G. sterothermophilus</i>	92.6	74.1	40.7	100	88.9	70.4
<i>C. albicans</i>	90.1	71.4	28.2	98.8	95.2	49.6
<i>A. niger</i>	75.8	49.6	28.2	92.0	77.0	46.4

3. การทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อด้วยวิธี Air test ก่อนและหลังเปิดเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี 30 นาที

ตารางที่ 2 แสดงผลจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี Air test ก่อนและหลังการฉายรังสียูวี-ซี

ครั้งที่	พื้นห้อง				โต๊ะปฏิบัติการ			
	ก่อน		หลัง		ก่อน		หลัง	
1	2	2	0	0	1	1	0	0
2	4	3	1	0	3	2	0	0

สามารถลดจำนวนเชื้อลงร้อยละ 94.4 หลังการเปิดเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี เป็นเวลา 30 นาที

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

ผู้ทำวิจัยได้ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี แบบเคลื่อนที่ และทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ 2 วิธี ได้แก่ การทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อด้วยวิธี Open plate technique โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ 6 ชนิด จากผลการศึกษา พบว่าที่ระยะห่าง 2 เมตรจากแหล่งกำเนิดรังสีเป็นระยะเวลา 15 นาที พบว่า เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี สามารถฆ่าเชื้อ *E. coli*, *S. aureus*, *E. aerogenes*, *G. stearothermophilus*, *A. niger* และ *C. albicans* ได้ ร้อยละ 93.6, 90.2, 87.8, 74.1, 71.4 และ 49.6 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 77.8 และที่ระยะเวลา 30 นาที ได้ร้อยละ 99.3, 99.4, 98.4, 88.4, 77.0 และ 95.2 ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 93.0 ซึ่งเป็นช่วงที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดี และการตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี Air test หลังเปิดเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี เป็นระยะเวลา 30 นาที สามารถฆ่าเชื้อได้ร้อยละ 94.4

จากการประมาณการกำลังวัตต์ของหลอดยูวี-ซี มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดีในระยะ 2 เมตร เมื่อเปิดเครื่องเป็นระยะเวลา 15 นาที จากผลการศึกษา พบว่า เครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี สามารถฆ่าเชื้อที่ระยะเวลา 15 นาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 77.8 และที่ระยะเวลา 30 นาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 93.0 แสดงให้เห็นว่า ที่ระยะเวลา 30 นาที มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดีกว่าระยะเวลา 15 นาที คิดเป็นร้อยละ 15.2 และผลการตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี Air test หลังเปิดเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี เป็นเวลา 30 นาที พบว่าสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอากาศได้ร้อยละ 94.4 ซึ่งผลของการทดสอบทั้ง 2 วิธี มีความสอดคล้องกัน

โดยพบว่าเชื้อ *A. niger* สามารถทนต่อรังสีได้มากที่สุด ซึ่งอาจเกิดจากการใช้เชื้อในรูปแบบ spore suspension ทำให้เชื้อสามารถทนต่อรังสีได้มากขึ้น ดังนั้นหากนำเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี ไปใช้งานในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนเชื้อราในปริมาณสูงหรือในห้องปฏิบัติการที่มีขนาดพื้นที่มากกว่า 4x4 ตารางเมตร ต้องเพิ่มระยะเวลาในการเปิดใช้งานให้นานขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยจะนำเครื่องฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวี-ซี ไปทดสอบประสิทธิภาพในอาคารคอกสัตว์ทดลองต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ทวีศักดิ์ หลีแก้วสาย, อีรณันท์ ธัญชัย และจักรกฤษณ์ คนารีย์. 2566. การพัฒนาระบบยูวีเคลื่อนที่สำหรับโรงงาน

สาธิตอุตสาหกรรมยาแผนไทย. วารสารสาธารณสุขและวิทยาศาสตร์สุขภาพ, 6(1), 72-86.

Rianmora, S., Seng, S. and Intaruk, R. 2023. Developing an Easy-to-Maintain UV Sanitizer Cabinet for Safe and Efficient Disinfection and Improved Hygiene Practices. [Online]. Available:

<https://engj.org/index.php/ej/article/view/4486>. Accessed February 20, 2024.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

5/9/67 ห้อง C07 แนว 90 องศา														
เชื้อ	control		15 นาที						30 นาที					
			1 m		2 m		3 m		1 m		2 m		3 m	
<i>E. coli</i>	247	348	8	14	26	27	NA	NA	2	2	2	1	9	NA
<i>E. aerogenes</i>	398	455	9	39	34	49	77	60	1	0	10	3	17	2
<i>S. aureus</i>	385	319	9	10	51	35	130	51	1	0	1	2	28	12
<i>G. sterothermophilus</i>	24	29	2	1	8	2	24	7	0	0	3	2	11	4
<i>C. albicans</i>	293	211	34	15	102	41	215	147	2	3	23	1	189	69
<i>A. niger</i>	>500	>500	152	90	219	284	400	318	61	18	117	112	276	270

หมายเหตุ: NA คือ ไม่สามารถอ่านผลได้

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงผลเฉลี่ยจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

ค่าเฉลี่ย								
เชื้อ	Control	15 นาที			30 นาที			
		1m	2m	3m	1m	2m	3m	
<i>E. coli</i>	298	11	19	NA	1	2	9	
<i>E. aerogenes</i>	427	24	42	69	1	7	10	
<i>S. aureus</i>	352	10	43	91	1	2	20	
<i>G. sterothermophilus</i>	27	2	7	16	0	3	8	
<i>C. albicans</i>	252	25	72	181	3	12	127	
<i>A. niger</i>	>500	121	252	359	40	115	268	

หมายเหตุ: NA คือ ไม่สามารถอ่านผลได้