

การฆ่าเชื้อด้วยรังสียูวีซี (UVC)

ดร.ผกากรอง วนไพศาล

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

การฆ่าเชื้อบนพื้นผิวมีหลายวิธี นอกเหนือจากการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อพ่นหรือเช็ดบนพื้นผิว การใช้รังสีเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถทำลายเชื้อที่อยู่บนพื้นผิวได้ โดยรังสีที่นำมาใช้สำหรับฆ่าเชื้อคือ รังสียูวีซี (UVC)

รังสียูวีซีเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความยาวคลื่น 100-280 นาโนเมตร รังสียูวีซีมีความสามารถในการทำลายเชื้อโรคหรือเรียกว่า Ultraviolet Germicidal Irradiation ซึ่งทำลายเชื้อโรคไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรีย ไวรัส ราเส้นใย ยีสต์ เป็นต้น โดยจะทำลายโครงสร้างกรดนิวคลีอิกซึ่งเป็นองค์ประกอบของดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอของเชื้อโรคที่ความยาวคลื่น 260-265 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่ดีเอ็นเอของจุลินทรีย์ดูดซับได้ดีที่สุด

ในธรรมชาติจะไม่พบรังสียูวีซีเนื่องจากรังสีชนิดนี้ไม่สามารถผ่านชั้นโอโซนมายังผิวโลกได้ การใช้รังสีชนิดนี้เพื่อทำลายเชื้อจึงต้องใช้แหล่งกำเนิดรังสี ได้แก่ UVC-LEDs หลอดปรอท เป็นต้น

ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อ

ประสิทธิภาพของรังสียูวีซีในการทำลายเชื้อขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ได้รับ ความเข้มและความยาวคลื่นของรังสี สำหรับการฆ่าเชื้อในอากาศหรือพื้นผิวสามารถประเมินประสิทธิภาพจากปริมาณรังสีหรือ UV dose ซึ่งเป็นปริมาณรังสีที่เชื้อสัมผัส ถ้าเชื้อจุลินทรีย์ล่องลอยอยู่ในอากาศผลของรังสีจะเทียบเท่าค่า UV dose แต่ถ้ามีฝุ่นละอองล่องลอยในอากาศร่วมด้วย ปริมาณรังสีที่สัมผัสกับเชื้อจุลินทรีย์อาจลดลง จึงต้องใช้ระยะเวลาในการทำลายเชื่อนานขึ้น

UV dose (หน่วยไมโครวัตต์วินาทีต่อตารางเซนติเมตร; $\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$) สามารถคำนวณโดยนำค่าความเข้มของรังสีหรือ UV intensity (หน่วยไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร; $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) คูณด้วยระยะเวลาที่สัมผัสรังสีหรือ exposure time (หน่วยวินาที; seconds) จากการศึกษาพบปริมาณรังสียูวีซีที่ใช้ทำลายเชื้อชนิดต่างแสดงดังตารางที่ 1

การทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโคโรนาไวรัสที่ทำให้เกิดอาการทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงหรือ SARS-CoV ด้วยรังสียูวีซีที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ระยะห่าง 3 เซนติเมตร ความเข้มแสง $4016 \text{ W}/\text{cm}^2$ สามารถกำจัดเชื้อได้หมดภายในเวลา 15 นาที หากใช้ความเข้มแสง $90 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ที่ระยะห่าง 80 เซนติเมตร จะต้องใช้เวลา 60 นาที จึงจะทำลายเชื้อได้หมด จะเห็นว่าประสิทธิภาพการทำลายเชื้อขึ้นอยู่กับความเข้มแสงยูวีซี ระยะห่างของแหล่งกำเนิดแสง และระยะเวลา ดังนั้นการใช้แสงยูวีซีเพื่อทำลายเชื้อให้ได้ประสิทธิผลต้องคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวร่วมด้วย

ตารางที่ 1 แสดงประสิทธิภาพการทำลายเชื้อชนิดต่างๆ ด้วยรังสียูวีที่มีความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร

ชนิดของเชื้อ	UV dose ($\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$) ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อ	
	90%	100%
แบคทีเรีย		
<i>Bacillus anthracis</i> -Anthrax	4,520	8,700
<i>Bacillus anthracis</i> spore-Anthrax spores	24,320	46,200
<i>Clostridium tetani</i>	13,000	22,000
<i>Escherichia coli</i>	3,000	6,600
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	6,200	10,000
สปอร์ของเชื้อรา		
<i>Aspergillus flavus</i>	60,000	99,000
<i>Aspergillus niger</i>	132,000	330,000
<i>Mucor racemosus</i> A	17,000	35,200
<i>Penicillium expansum</i>	13,000	22,000
<i>Rhizopus nigricans</i>	111,000	220,000
ไวรัส		
Bacteriophage – <i>E. coli</i>	2,600	6,600
Infectious Hepatitis	5,800	8,000
Influenza	3,400	6,600
Polio virus	3,150	6,600
เชื้ออื่นๆ		
ยีสต์ขนมปัง	6,000	13,200
<i>Chlorella vulgaris</i>	13,000	22,000
Nematode Eggs	45,000	92,000

ความปลอดภัย

ต่อร่างกาย

รังสียูวีเมื่อสัมผัสกับผิวหนังสามารถทำให้ผิวหนังไหม้และเกิดมะเร็งผิวหนังได้ หากสัมผัสกับตาอาจทำให้เกิดอาการกระจกตาอักเสบ การมองเห็นภาพผิดปกติ หรือทำให้ตาบอดได้ โดยยูวีจะทำลายจอตาหรือเรตินา ดวงตาสามารถทนต่อรังสียูวีที่ระดับความเข้ม $0.2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ เมื่อใช้งานจึงควรสวมแว่นตาที่สามารถป้องกันรังสียูวีได้

ต่อพื้นผิววัสดุ

รังสียูวีซีสามารถทำลายพันธะเคมีของพลาสติก ทำให้อายุการใช้งานของพลาสติกลดลง รวมทั้งมีผลต่ออุณหภูมิความร้อน หรือปะเก็นต่างๆ ที่ทำจากยาง ทั้งนี้พลาสติกส่วนใหญ่ที่ระบุว่าทนต่อรังสียูวีคือพลาสติกที่ผ่านการทดสอบโดยใช้รังสียูวีบี (UVB) ไม่ใช่การทดสอบด้วยรังสียูวีซี

การใช้รังสียูวีซีเพื่อฆ่าเชื้อ

การฆ่าเชื้อในอากาศ

สามารถใช้ฆ่าเชื้ออากาศที่อยู่ในระบบปิด ไม่มีการเคลื่อนไหวของอากาศ โดยจะต้องมีการออกแบบให้บริเวณที่ต้องฆ่าเชื้อสัมผัสกับรังสีอย่างทั่วถึง หรือใช้การหมุนเวียนอากาศให้ผ่านหลอดกำเนิดรังสี เป็นต้น

การฆ่าเชื้อในน้ำ

สามารถใช้ยูวีซีในการฆ่าเชื้อที่ปะปนอยู่ในน้ำได้โดยอาศัยการหมุนวนของน้ำผ่านหลอดกำเนิดรังสียูวีซีภายในระยะเวลาช่วงหนึ่งเพื่อให้รังสีทำลายเชื้อโรคได้หมด นอกจากนี้รังสียูวีซียังสามารถกำจัดคลอรีนหรือสารกลุ่มคลอรามินที่ปะปนอยู่ในน้ำได้ด้วย อย่างไรก็ตามยูวีซีไม่สามารถกำจัดสารอินทรีย์และอนินทรีย์หรืออนุภาคต่างๆ ที่ปะปนในน้ำได้

การฆ่าเชื้อบนพื้นผิว

สามารถใช้รังสียูวีซีในการฆ่าเชื้อที่อยู่บนพื้นผิววัสดุ โดยรังสียูวีซีที่ใช้ต้องมีความเข้มของรังสีระยะห่าง และระยะเวลาที่ใช้ต้องมีความเหมาะสมตามแต่ละชนิดของเชื้อที่ต้องการทำลายจึงจะสามารถทำลายเชื้อได้

เอกสารอ้างอิง

1. Vatanssever et al. Can biowarfare agents be defeated with light?. *Virulence* 4,8 (2013): 796-825.
2. M.E.R. Darnell et al. Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV. *Journal of Virological Methods* 121 (2004): 85–91
3. Duan SM, et al. Stability of SARS coronavirus in human specimens and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation. *Biomed Environ Sci* 16(2003), 246–255.
4. UV sterilization of containers จาก <https://patents.google.com/patent/WO2011153288A1/en> (เข้าถึงเมื่อวันที่ 26 มีนาคม 2563)