

HANNA KRZYWICKA, JOANNA JANOWSKA, EWA ZARZYCKA

## DZIAŁANIE PROMIENIOWANIA UV NA DROBNOUSTROJE ZNAJDUJĄCE SIĘ W POWIETRZU

### REDUCTION OF MICROORGANISM COUNT IN THE AIR BY A DEVICE WITH UV LAMP

Zakład Zwalczania Skażeń Biologicznych, Państwowy Zakład Higieny  
00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24  
Kierownik: dr K. Kanclerski

*W pomieszczeniu zainstalowano urządzenie, w którym wymuszony strumień powietrza poddawany był działaniu bakteriobójczego promieniowania UV. W czasie 24 h działania redukcja liczby drobnoustrojów w powietrzu pomieszczenia wynosiła 0,3 log.*

#### WSTĘP

Czystość mikrobiologiczna powietrza znalazła się ostatnio w centrum uwagi specjalistów. Pozostaje to w związku z wprowadzaniem w szpitalach, laboratoriach i zakładach produkcyjnych przemysłu farmaceutycznego i spożywczego zasad „dobrej praktyki”. Wyrazem zainteresowania zagadnieniem, są normy dotyczące tego tematu publikowane w niektórych krajach europejskich oraz projekty norm (pr. EN 1631 – 1633) opracowane przez Europejski Komitet Normalizacyjny – CEN 243 [9].

W Polsce głównym ośrodkiem naukowym opracowującym zagadnienie jest Politechnika Warszawska [2, 5].

Czystość mikrobiologiczna powietrza stanowi problem w skupiskach chorych oraz osób o obniżonej naturalnej odporności. Coraz częściej sygnalizowane jest zagrożenie wynikające ze znacznie zwiększonej zapadalności na gruźlicę płuc. Zagrożenie tym większe, że jak wynika z oceny epidemiologicznej 33% populacji stanowią osoby zakażone, często nie zdiagnozowane.

Spośród metod służących do eliminowania drobnoustrojów znajdujących się w powietrzu najczęściej stosowana jest filtracja oraz promieniowanie nadfioletowe (UV) o długości fali 254 nm. Ostatnia z wymienionych metod stosowana jest od lat trzydziestych.

W początkowym okresie dużo uwagi poświęcono mechanizmowi inaktywującego działania promieni UV [3, 4]. Skuteczność promieniowania zależy od intensywności oraz czasu naświetlania. Dawka letalna wyrażana jest w mikrowatosekundach na 1 cm<sup>2</sup> (μW/cm<sup>2</sup>). Na podstawie wyznaczonej eksperymentalnie dawki letalnej oceniono wrażliwość drobnoustrojów na działanie promieniowania UV i uszeregowano je w następującej kolejności: bakterie G-, bakterie G+, spory bakterii, zarodniki grzybów. Wrażliwość

wirusów zależy od wielkości ich kompleksu kwasu nukleinowego. Na ogół dawka letalna dla wirusów mieści się w zakresie dawki letalnej dla spor bakterii [13]. Najkorzystniejsze dla działania promieni są warunki wilgotności 30–70% RH.

Stosowanie promieniowania UV ograniczone jest szkodliwym działaniem na organizm ludzki oraz brakiem zdolności penetracji (działanie powierzchniowe). Z tego względu przydatność metody jest przedmiotem dyskusji [6, 7, 10, 12]. Niekiedy kwestionowana jest celowość stosowania jej w warunkach szpitalnych [1, 11]. Rozważane są możliwości naświetlania promieniami powietrza, przy zastosowaniu jednocześnie urządzeń wymuszających jego przepływ [10]. Tematem pracy było zbadanie stopnia redukcji liczby drobnoustrojów w powietrzu, które poddawano naświetlaniu promieniami UV w czasie wymuszonego przepływu przez aparat.

### MATERIAŁY I METODYKA

Charakterystyka aparatu: napięcie zasilania 220V, 50 Hz, moc promiennika 6W. Przepływ powietrza 15 dm<sup>3</sup>/s. Urządzenie kontrolne charakteryzowało się analogicznym przepływem powietrza, nie posiadało promiennika.

Badanie wykonano w pomieszczeniu o kubaturze 27,3 m<sup>3</sup> (wys. 2,75 m). Aparat ustawiono na stole usytuowanym w środkowej części ściany. Nadmuch skierowano poziomo, pod kątem 15° w stronę pokoju. W przeciwległej stronie stołu, poza bezpośrednim zasięgiem nadmuchu, umieszczono aparat pomiarowy.

Temperatura pomieszczenia 18–20,5°C; wilgotność względna 38–42%.

Badanie mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza wykonano metodą zderzeniową – określano liczbę drobnoustrojów osadzających się na powierzchni podłoża stałego, w wyniku wymuszonego przepływu powietrza. Zastosowano aparat szczelinowy. Wewnątrz aparatu, pod szczeliną, na obracającej się podstawie umieszczono płytkę *Petriego* ze stałym podłożem wzrostowym. Ilość powietrza przechodzącego przez aparat wynosiła 35,6 dm<sup>3</sup>/min.

Do badania użyto stałe podłoże TSA; dodatkowo podłoże agarowe z 5% krwi baraniej oraz podłoże *Sabouraud*.

Drobnoustroje po ekspozycji hodowano w temp. 25°C i 37°C, czas hodowli 48 godzin.

Próby powietrza pobierano w czterech czasach: czas 0, 4 godz, 7 godz i 24 godz.

W pierwszej serii badań czas ekspozycji wynosił 1 i 2 minuty.

Ponieważ po okresie inkubacji, w próbkach kontrolnych stwierdzono zbyt małą liczbę drobnoustrojów, badania powtórzono przedłużając czas ekspozycji do 3 minut. Łącznie dla każdego czasu w badaniu kontrolnym wykonano 8 posiewów na podłożu TSA oraz analogiczną liczbę w badaniu właściwym.

Dodatkowo w czasie 0, 24 godziny i 48 godzin pobierano próby powietrza na podłoże agarowe z krwią oraz podłoże *Sabouraud*.

Ryciny przedstawiają wyniki posiewów wykonanych w czasie 3 minut.

Podano wartości średnie z 4 równoległych prób (dla każdej temperatury inkubacji po 2 płytki). Zmienność wyników wahała się w granicach 0–30%.

#### Badanie kontrolne

W czasie 0; 4 godz; 7 godz i 24 godzin pobierano próby powietrza przy włączonym aparacie kontrolnym (bez promiennika UV), powodującym tylko przepływ powietrza. Posiewy na TSA inkubowano równolegle w temp. 25°C i 37°C, na agarze z krwią w temp. 37°C, na stałym podłożu *Sabouraud* w temp. 25°C.

Posiewy kontrolne po czasie 24 godzin stanowiły jednocześnie próbę zerową (czas 0) dla badania właściwego.

## Badanie właściwe

Po włączeniu badanego aparatu, próby powietrza pobierano analogicznie jak w oznaczeniach kontrolnych.

Dla obliczenia liczby drobnoustrojów w  $1 \text{ m}^3$  powietrza zastosowano wzór

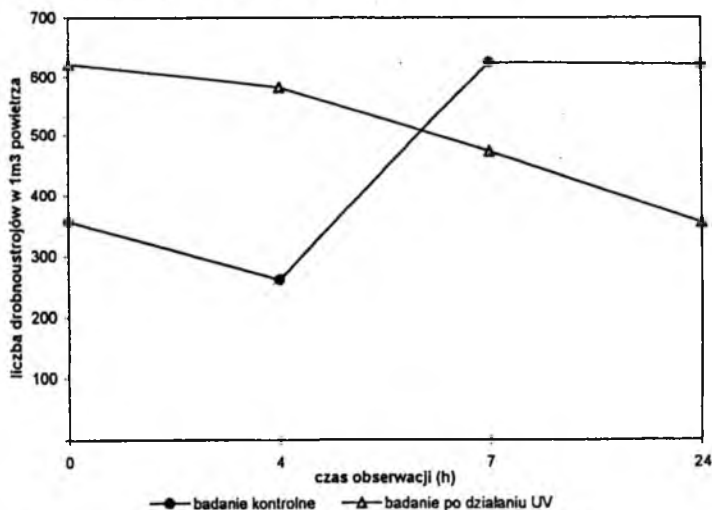
$$A = \frac{x \times 1000}{v \times t}, \text{ gdzie}$$

$x$  – średnia liczba kolonii na płytce

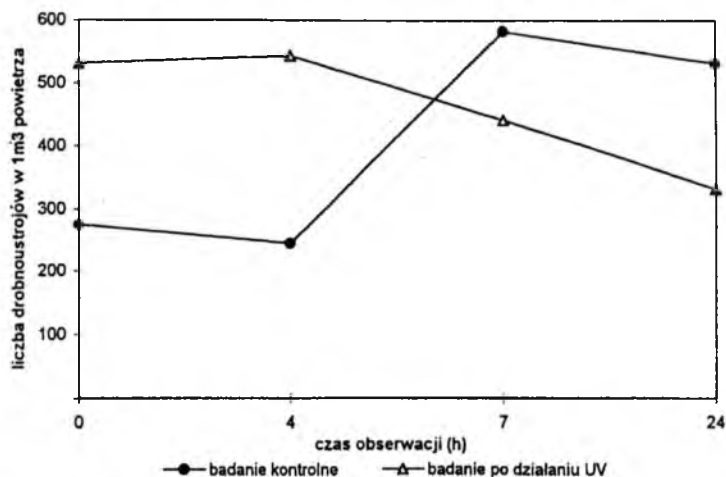
$t$  – czas pobierania próby

$v$  – ilość powietrza przepływającego przez aparat w czasie 1 minuty

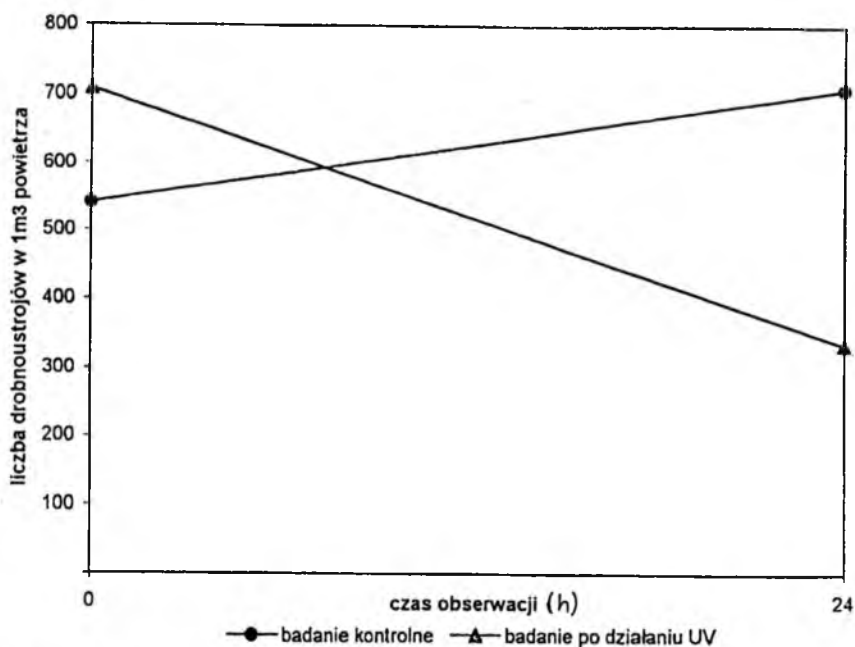
Uzyskane wyniki przedstawiają ryciny 1-4.



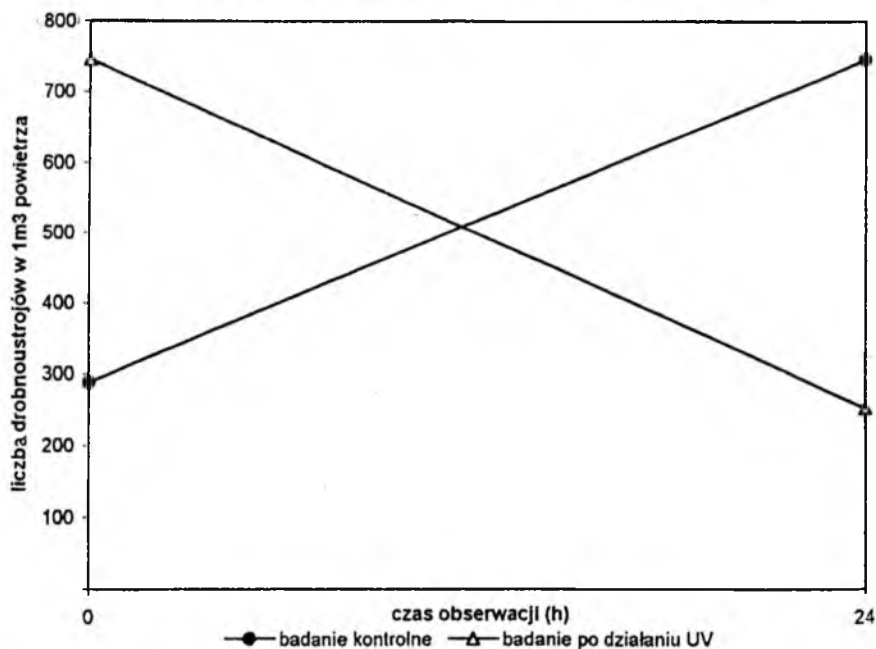
Ryc. 1. Wzrost drobnoustrojów na podłożu stałym (TSA) w temp. 25°C  
Growth of microorganisms on the solid medium (TSA) at 25°C



Ryc. 2. Wzrost drobnoustrojów na podłożu stałym (TSA) w temp. 37°C  
Growth of microorganisms on the solid medium (TSA) at 37°C



Ryc. 3. Wzrost drobnoustrojów na podłożu agarowym z dodatkiem 5% krwi baraniej  
Growth of microorganisms on the agar medium with 5% sheep blood



Ryc. 4. Wzrost drobnoustrojów na podłożu stałym Sabouraud  
Growth of microorganisms on the solid medium Sabouraud

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Przebieg prostych na wykresach wskazuje na 2 fazy procesu:

- Włączenie aparatu kontrolnego powoduje ruch powietrza, w wyniku którego po 7 godzinach zwiększa się w nim blisko dwukrotnie liczba drobnoustrojów; w dalszym okresie pozostaje prawie nie zmieniona (ryc. 1 i 2). Jedynie w przypadku drobnoustrojów osiadłych na podłożu agarowym z dodatkiem 5% krwi baraniej, po 24 godzinach ruchu powietrza liczba ich zwiększa się w mniejszym stopniu (ryc. 3).
- Po włączeniu aparatu właściwego, emitującego UV, następuje powolne zmniejszanie się liczby drobnoustrojów w powietrzu; po 24 godzinach naświetlania osiąga wartość około 50% liczby mikroorganizmów oznaczonych po 24 godzinach w badaniu kontrolnym (ryc. 1-4). Poziom mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza zbliża się do wyjściowego.

Przedstawione wyniki potwierdzają prezentowany ostatnio sceptycyzm odnośnie skuteczności promieniowania UV, stosowanego do odkażania powietrza w pomieszczeniach [1, 8, 11].

Zgodnie z przyjętymi przez Europejski Komitet Normalizacji kryteriami, czynnik dezynfekcyjny, we wstępnych badaniach powinien w czasie nie dłuższym niż 1 godzina, powodować redukcję liczby drobnoustrojów o 5 log. W świetle tych wymagań, uzyskana w czasie 24 godzin redukcja równa 0,3 log nie wskazuje na dezynfekujące działanie UV w przypadku powietrza w pomieszczeniu. Jak wynika z opracowania *Lidwella* nawet dziesięciokrotne zwiększenie intensywności naświetlania nie zmienia w sposób zasadniczy efektywności tej metody [6].

Proponowane przez niektórych autorów, dodatkowe mieszanie naświetlanego powietrza, nie wydaje się być dobrą koncepcją [10]. W przypadku pomieszczeń, w których przebywać mogą osoby stanowiące źródło zakażeń szerzących się drogą powietrza (np. szpitale, poczekalnie itp.) wymuszony ruch powietrza może stanowić dodatkowe zagrożenie.

## WNIOSKI

Ograniczony (0,3 log) stopień redukcji liczby drobnoustrojów, w powietrzu naświetlanym promieniami UV, w czasie wymuszonego przepływu, wskazuje na małą przydatność tej metody do dezynfekcji powietrza w pomieszczeniach.

H. Krzywicka, J. Janowska, E. Zarzycka

## REDUCTION OF MICROORGANISM COUNT IN THE AIR BY A DEVICE WITH UV LAMP

## Summary

The effect of a device with UV lamp on the microorganisms in the air was investigated. The air was continuously pumped through the device for 24 h. After that time the number of microorganisms was reduced by 0,3 log.

## PIŚMIENICTWO

1. Beck E.G., Schmidt P.: Hygiene in Krankenhaus und Praxis, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1986, 483. – 2. Charkowska A.: Czystość pyłowa i mikrobiologiczna powietrza w szpitalach w opracowaniu: Jakość powietrza w pomieszczeniach. Polskie problemy na przełomie 1995/96, Wydawnictwo Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1996. – 3. Grundland I., Krzywicka H., Chojnacki M.: Photolyse ultraviolette et photoreactivation des bactéries – aspects de dépolymerisation et repolymerisation des acides nucléiques bactériens, *Experientia*, 1957, 13, 421. – 4. Kelner A.: Photoreactivation of ultraviolet – irradiated *Escherichia coli* with special reference to the dose – reduction principle and to ultraviolet – induced mutation, *J. Bacteriol.*, 1949, 58, 511. – 5. Krzysztofik B.: Mikrobiologia powietrza, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1986. – 6. Lidwell O.M.: Ultraviolet radiation and the control of airborne contamination in the operating room, *J. Hosp. Infect.*, 1994, 28, 245. – 7. Nardell E.A.: Environmental control of tuberculosis, *Med. Clin. Noth. Am.*, 1993, 77, 1315. – 8. Nardell E.A.: Special editors comment, *Infect. Control Hosp. Epidemiol.*, 1994 May, 326. – 9. Pr. EN. 1633–1: 1994 E, Cleanroom technology. – 10. Riley R.L.: Ultraviolet Air Disinfection: Rationale for Whole Building Irradiation, *Infect. Control Hosp. Epidemiol.*, 1994, May, 324.
11. Schmidt J., Naumann G., Horsch W.: Sterilisation, Desinfektion, Konservierung und Entwesung in der medizinischen und pharmazeutischen Praxis, Georg Thieme Leipzig, 1990. – 12. Taylor G.J.S., Bannister G.C., Leeming J.P.: Wound disinfection with ultraviolet radiation, *J. Hosp. Infect.*, 1995, 30, 85. – 13. Thofern E., Botzenhart K.: Hygiene und Infektionen im Krankenhaus, Fischer, Stuttgart, 1983, 167.

Otrzymano: 1996.11.28