

## Ocena skuteczności działania odkażającego urządzenia KLENZ w odniesieniu do użytkowanego obuwia

Evaluation of the effectiveness of disinfecting action of device KLENZ in relation to used footwear

Michalina Falkiewicz-Dulik\*

Instytut Przemysłu Skórzanego

---

### Abstrakt

W pracy przedstawiono wyniki badań oraz ocenę skuteczności działania dezynfekującego urządzenia KLENZ, serii KNS. Badania prowadzono w odniesieniu do obuwia używanego przez osoby z zakażeniami skóry stóp. Urządzenie KLENZ nie wykazuje skutecznego działania odkażającego tj. biobójczego w odniesieniu do zarodników grzybów drożdżopodobnych, dermatofitów i pleśni, które zasiedlały wnętrze obuwia. W odniesieniu do bakterii działanie urządzenia jest bardzo ograniczone, gdyż nie działa na bakterie Gram-dodatnie, a tylko w pewnym stopniu ogranicza wzrost niektórych bakterii Gram-ujemnych. Testowane urządzenie nie zapewnia skutecznej dezynfekcji używanych butów, podczas gdy kontrola czystości mikrobiologicznej wnętrza obuwia jest konieczna w czasie leczenia infekcji stóp.

### Abstract

The paper includes the results of tests and evaluation of the effectiveness of the KLENZ disinfecting device, KNS series. The research was conducted on footwear used by people with foot skin infections.

The KLENZ device does not exhibit effective disinfecting, i.e. biocidal, action against spores of yeast like fungi, dermatophytes and molds that inhabited the inside of the footwear. The operation of the device is very limited with regard to bacteria, because it does not action on Gram-positive bacteria, and only to some extent limits the growth of some Gram-negative bacteria. The tested device does not the effective disinfection of used shoes while the control of microbiological purity of footwear interior is necessary during the treatment of foot infections.

*Słowa kluczowe:* dezynfekcja, sanityzacja obuwia, ozon, urządzenie KLENZ;

*Keywords:* disinfection, footwear sanitation, ozone, KLENZ device;

---

## 1. Wprowadzenie

W poszukiwaniu nowych ekologicznych metod sanityzacji przeprowadzono badania i dokonano oceny skuteczności działania biobójczego urządzenia KLENZ serii KNS, w odniesieniu do używanego przez dłuższy czas obuwia przez osoby z zakażeniami skóry stóp.

W testowanym urządzeniu działanie dezynfekujące polega na sterylizacji ozonowej. Ozon (O<sub>3</sub>) jest naturalnym składnikiem atmosfery, w stratosferze powstaje na wysokości około 30 km, jako wynik działania promieni ultrafioletowych na tlen. W niższych warstwach atmosfery ozon

---

\* autor korespondencyjny: Michalina Falkiewicz-Dulik: mfalkiewicz@ips.krakow.pl

tworzy się w momencie wyładowań elektrycznych. Ozon jest jednym z najsilniejszych utleniaczy, powodujących utlenienie związków organicznych.

W ocenianym urządzeniu ozon powstaje dzięki reakcji bioelektrycznej. Generator ozonu pobiera tlen z powietrza i przekształca go w tlen trójwartościowy (ozon). Wyładowania koronowe wytwarzają ozon przez przyłożenie wysokiego napięcia do metalowego walca umieszczonego pomiędzy dwoma dielektrykami. W wyniku kontaktu ozonu z drobnoustrojami zostają one unieszkodliwione. Dodatkowy atom tlenu niszczy je całkowicie poprzez utlenianie, a ozon przekształca się do dwuwartościowego tlenu.

W pierwszym etapie działania ozonu dochodzi do szybkiego przerwania ściany komórkowej bakterii. Następnie, reszty wielonienasyconych kwasów tłuszczowych - fosfolipidów - wchodzących w skład błony cytoplazmatycznej ulegają peroksydacji, co prowadzi do powstania nadtlenu tych związków. W pierwszej, inicjacyjnej fazie, pod wpływem działania ozonu, od cząsteczki reszty nienasyconego kwasu tłuszczowego odrywana jest cząsteczka wodoru. Powstaje wówczas wolny rodnik alkilowy z niesparowanym elektronem przy atomie węgla, który stracił atom wodoru. Następnie dochodzi do przegrupowania wiązań podwójnych, wskutek czego powstają wiązania sprzężone. Po fazie inicjacji następuje szereg reakcji chemicznych, po których dochodzi do całkowitej peroksydacji lipidów.

Produkty peroksydacji zmieniają właściwości fizyczne błon komórkowych. Powodują ich depolaryzację, hamują aktywność enzymów błonowych i białek transportowych. Ponadto, w reakcjach z silnymi utleniaczami może również dojść do utlenienia aminokwasów, białek i kwasów nukleinowych [1].

Obecnie stan wiedzy pozwala na stosowanie ozonoterapii jako metody opartej na wynikach badań w zakresie jej bakteriobójczych i grzybobójczych zastosowań [2]. Pomimo toksycznych właściwości ozonu, jego aktywność bakterio-, grzybo- i wirusobójcza jest wykorzystywana w ozonoterapii prowadzonej m.in. w obszarze chirurgii, dermatologii, laryngologii, okulistyce, ginekologii czy stomatologii. Ponadto, do sterylizacji wrażliwych na wysoką temperaturę oraz wilgoć narzędzi i materiałów stosowanych w opiece medycznej, wykorzystuje się synergistyczne działanie par nadtlenu wodoru i ozonu (występujące w literaturze pod nazwami peroxone lub perozone), jako nową technologię szybkiej sterylizacji niskotemperaturowej o nazwie systemu „3MTM Optreoz™ 125-Z” [3].

Ozon znalazł zastosowanie również jako środek do dezynfekcji wody, powietrza oraz jako środek dezynfekcyjny i konserwujący w przemyśle spożywczym. Stopień redukcji liczby bakterii ściekowych przy zastosowaniu ozonu w stężeniu 100 mg/l wynosił 3,3–3,9 log (gęstość

bakteryjnej zawiesiny wyjściowej wynosiła ok. 7 log jtk/ml). Ozon w formie gazowej wykorzystywany jest do dezynfekcji pomieszczeń mieszkalnych, w budynkach użyteczności publicznej takich jak: teatry, kasyna, czy szpitale [4].

Z doniesień literatury wynika, że zastosowanie urządzenia myjącego przy użyciu pary i jednocześnie dezynfekującego za pomocą ozonu o stężeniu ponad 30 mg/l, do zakurzonych mebli pochodzących z wilgotnych i zaniedbanych budynków najczęściej prowadziło do redukcji drobnoustrojów w kurzu. Liczba większości gatunków grzybów ulegała obniżeniu, zwłaszcza dotyczyło to grzybów z rodzajów: *Penicillium*, *Cladosporium*, *Candida*, *Aureobasidium*, *Rhizopus*, *Trichoderma* i bakterii z rodzaju *Actinomyces*. Jednakże zaobserwowano, że metoda ta nie usuwa, czy też nie niszczy wszystkich gatunków grzybów. Zidentyfikowano cztery gatunki, które były obecne w kurzu po procesie mycia i dezynfekcji: *Cladosporium pullulans*, *C. cladosporides*, *C. herbarum* i *Epicoccum nigrum* [5].

W badaniach aktywności bakteriobójczej i grzybobójczej wody ozonowanej oraz mieszaniny tlenowo-ozonowej przeprowadzonych w Zakładzie Antybiotyków i Mikrobiologii Narodowego Instytutu Leków we współpracy z Zakładem Rehabilitacji Oddziału Fizjoterapii II Wydziału Lekarskiego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego wykazano, że ozonowana woda może być uznana jako skuteczny środek niszczący biofilm bakteryjny. Biofilm *S. aureus* był bardziej wrażliwy na ozonowaną wodę (czas kontaktu 30 s) niż biofilm *P. aeruginosa*. Gazowa mieszanina tlenowo – ozonowa okazała się nieskuteczna w niszczeniu biofilmów bakteryjnych. Ocenę aktywności przeciwdrobnoustrojowej przeprowadzono zgodnie z metodyką opracowaną w odpowiednich normach europejskich (EN), biorąc pod uwagę wymagania norm PN-EN 1040 i PN-EN 1275 [6, 7]. Celem pracy było badanie i ocena skuteczności działania dezynfekującego urządzenia KLENZ, serii KNS z uwagi na poszukiwanie skutecznych i nowoczesnych metod sanityzacji obuwia. Praca przedstawia wyniki badań wykonanych we współpracy Instytutu Przemysłu Skórzanego Oddział w Krakowie z Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

## 2. Metody i zakres badań

Przedmiotem pracy były badania mikrobiologiczne w zakresie oceny skuteczności działania odkażającego urządzenia KLENZ serii KNS w odniesieniu do obuwia zamkniętego oraz identyfikacja drobnoustrojów zasiedlających obuwie przed i po wykonaniu odkażenia.

Badanie skuteczności odkażania sprawdzono w odniesieniu do obuwia używanego przez osoby, u których wcześniej w badaniach stwierdzono zakażenia grzybicze skóry stóp. W takich

przypadkach podczas prowadzenia leczenia stóp celem jest systematyczne odkażanie dla uniknięcia reinfekcji z zakażonego obuwia. Drobnoustroje poprzez kontaminację zasiedlają materiały wnętrza obuwia: podszewki, wyściółki a także podpodeszwy. W sprzyjających warunkach temperatury i wilgotności, jakie występują podczas użytkowania obuwia, mikroby szybko wzrastają, a także wnikają głęboko w strukturę materiałów, korzystając z dostarczanego pożywienia jakim jest pot i zmacerowany naskórek. Materiały naturalne pochodzenia organicznego, które mogą być wykorzystywane jako źródło węgla, azotu stymulują drobnoustroje do produkcji enzymów hydrolitycznych. Do takich materiałów należą skóra naturalna, włókna pochodzenia roślinnego i zwierzęcego (bawełna, wełna, jedwab). Na tych materiałach w warunkach podwyższonej wilgotności drobnoustroje wytwarzają enzymy - w szczególności celulazy, amylazy, proteazy. Mamy wtedy do czynienia z typowym rozkładem mikrobiologicznym, a materiał stanowi źródło pokarmu [8].

Badaniem objęto obuwie damskie z wierzchami ze skóry naturalnej. Podszewki w poszczególnych parach obuwia wykonane były ze skóry lub tkaniny bawełnianej. We wszystkich badanych parach obuwia wyściółki stanowiła skóra naturalna.

Przedmiotowe obuwie poddano badaniom mikrobiologicznym przed i po wykonaniu odkażania w urządzeniu KLENZ serii KNS. Badanie polegało na izolacji drobnoustrojów zasiedlających wnętrze obuwia użytkowanego oraz po wykonaniu czynności odkażania tego obuwia. Następnie dokonano identyfikacji gatunków drobnoustrojów (bakterii i grzybów), zasiedlających obuwie. Przeprowadzono ocenę porównawczą ilościową i jakościową drobnoustrojów wyizolowanych z obuwia przed i po jego odkażeniu.

Przed dokonaniem odkażenia jałową wymazówką zwilżoną w jałowej soli fizjologicznej (0,85% NaCl) wykonano wymaz z wnętrza obuwia. Obuwie następnie włożono do komory urządzenia KLENZ serii KNS i poddano je działaniu ozonu w czasie 8 minut zgodnie z zaleceniami producenta urządzenia. Po odkażeniu ponownie pobrano wymazy z wnętrza obuwia, dodatkowo pobrano skrawki z różnych miejsc wyściółek obuwia. Pobrane wymazy posiano na podłoża stałe: agar z krwią baranią (płytką krwawa, pK) i agar McConkey (McC) (w celu izolacji i identyfikacji bakterii) oraz na podłoża stałe: agar Sabourauda z chloramfenikolem (S+A) i agar Sabourauda z chloramfenikolem i cykloheksymidem (S+A+Act) (w celu dokonania izolacji i identyfikacji grzybów). Skrawki wyściółek umieszczono na powierzchni podłoży agarowych: S+A oraz S+A+Act. Podłoża inkubowano w temperaturze 27°C. Ocena polegała na określeniu intensywności wzrostu grzybów na podłożu Sabourauda. Wyrosłe na podłożach grzyby izolowano i identyfikowano na podstawie cech


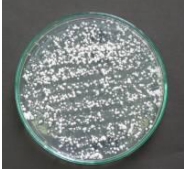

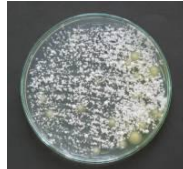



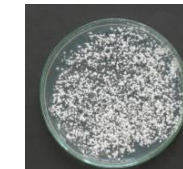
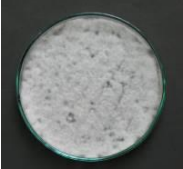




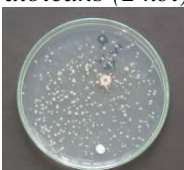


morfolologicznych oraz prób biochemicznych, powszechnie stosowanych w diagnostyce mikologicznej.

W pracy zastosowano następujące oznaczenia badanych próbek: 1L – lewe czarne czółenko (wierzch, podszewka i wyściółka wykonane ze skóry naturalnej) - wymaz przed działaniem urządzenia, 1P – prawe czarne czółenko (wierzch, podszewka i wyściółka wykonane ze skóry naturalnej) - wymaz przed działaniem urządzenia, 2L – lewy brązowy półbut (wierzch i wyściółka ze skóry naturalnej, podszewka z tkaniny bawełnianej) - wymaz przed działaniem urządzenia, 2P – prawy brązowy półbut (wierzch i wyściółka ze skóry naturalnej, podszewka z tkaniny bawełnianej) - wymaz przed działaniem urządzenia, 3L – lewe czarne czółenko (wierzch, podszewka i wyściółka wykonane ze skóry naturalnej) - wymaz po działaniu urządzenia, 3P – prawe czarne czółenko (wierzch, podszewka i wyściółka wykonane ze skóry naturalnej) - wymaz po działaniu urządzenia, 4L – lewy brązowy półbut (wierzch i wyściółka ze skóry naturalnej, podszewka z tkaniny bawełnianej) - wymaz po działaniu urządzenia, 4P – prawy brązowy półbut (wierzch i wyściółka ze skóry naturalnej, podszewka z tkaniny bawełnianej) - wymaz po działaniu urządzenia, 5L – lewe czarne czółenko skrawek wyściółki po działaniu urządzenia, 6P – prawe czarne czółenko skrawek wyściółki po działaniu urządzenia, 7L – lewy brązowy półbut skrawek wyściółki po działaniu urządzenia, 8P – prawy brązowy półbut skrawek wyściółki po działaniu urządzenia, P1B - wymaz w kierunku bakterii z prawego buta (wierzch, podszewka i wyściółka wykonane ze skóry naturalnej) przed działaniem urządzenia, L2B - wymaz w kierunku bakterii z lewego buta (wierzch i wyściółka ze skóry naturalnej, podszewka z tkaniny bawełnianej) przed działaniem urządzenia, P3B – wymaz w kierunku bakterii z prawego buta (wierzch, podszewka i wyściółka wykonane ze skóry naturalnej) po działaniu urządzenia, L4B – wymaz z w kierunku bakterii z lewego buta (wierzch i wyściółka ze skóry naturalnej, podszewka z tkaniny bawełnianej) po działaniu urządzenia.

### **3. Wyniki i ich omówienie**

Przeprowadzone badania wykazały brak skuteczności odkażającej urządzenia KLENZ serii KNS poprzez stwierdzenie makroskopowe wzrostu drobnoustrojów oraz identyfikację tych samych szczepów grzybów i bakterii przed działaniem omawianego urządzenia, jak i po jego zastosowaniu. Szczegółowe wyniki przedstawiają Tabele 1 i 2 [9].









**Tabela 1.** Wyniki izolacji i identyfikacji grzybów. W nawiasach podano intensywność wzrostu (+ słaby wzrost, ++ wzrost średni obfity, +++ wzrost obfity, ++++ wzrost bardzo obfity lub zlewny), S+A – podłoże Sabourauda z antybiotykiem (chloramfenikolem); S+A+Act podłoże Sabourauda z antybiotykiem (chloramfenikolem) i cykloheksymidem – część I

grzyby wyhodowane w posiewie wymazów przed działaniem urządzenia			grzyby wyhodowane w posiewie wymazów po działaniu urządzenia		
nr próbki	S+A	S+A+Act	nr próbki	S+A	S+A+Act
<b>1L</b>	<i>Aspergillus</i> sp. 1 (+++) <i>Aspergillus</i> sp. 2 (++)	<i>Chrysosporium</i> (++++) <i>Candida albicans</i> (2 kol)	<b>3L</b>	<i>Aspergillus</i> sp. 1 (+++) <i>Aspergillus</i> sp 2 (++)	<i>Chrysosporium</i> (+++)
					
<b>1P</b>	<i>Aspergillus</i> sp. (++) <i>Penicillium</i> (++) sp.	<i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp. (razem ++)	<b>3P</b>	<i>Aspergillus</i> sp. (++) <i>Penicillium</i> sp. (++)	<i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp. (razem ++)
					
<b>2L</b>	<i>Fusarium</i> sp. 1 (++++)	<i>Acremonium</i> sp. (++++) <i>Candida albicans</i> (1 kol)	<b>4L</b>	<i>Fusarium</i> sp. 1 (++++)	<i>Acremonium</i> sp. (++) <i>Candida albicans</i> (2 kol)
					
<b>2P</b>	<i>Fusarium</i> sp. 2 (++)	<i>Trichophyton rubrum</i> (2 kol.) niezidentyf. pleśń (++) <i>Candida albicans</i> (2 kol)	<b>4P</b>	<i>Fusarium</i> sp. 2 (++)	<i>Trichophyton rubrum</i> (4 kol.) niezidentyf. pleśń (++)
					

Przed działaniem urządzenia w lewym czarnym czólenku (próbka 1L) stwierdzono obfity wzrost na płytce Sabourauda z dodatkiem chloramfenikolu (S+A) dwóch gatunków z rodzaju *Aspergillus*, bardzo obfity wzrost gatunku *Chrysosporium* sp., słaby wzrost *Mycelia sterilia* oraz 2 kolonie *Candida albicans* na płytce Sabourauda z dodatkiem chloramfenikolu i cykloheksymidu (S+A+Act).

Po zadziałaniu urządzenia na płytkach stwierdzono te same gatunki grzybów poza *Candida albicans* (płytką S+A+Act próbka 3L), której wzrostu nie stwierdzono. Również na skrawkach pobranych z wyściółki tego buta został stwierdzony wzrost *Aspergillus fumigatus* oraz *Aspergillus flavus*, zarówno na płytce S+A, jak i S+A+Act. Oba grzyby rosły początkowo na powierzchni skrawka.

**Tabela 2.** Wyniki izolacji i identyfikacji grzybów. W nawiasach podano intensywność wzrostu (+ słaby wzrost, ++ wzrost średni obfity, +++ wzrost obfity, ++++ wzrost bardzo obfity lub zlewny), S+A – podłoże Sabourauda z antybiotykiem (chloramfenikolem); S+A+Act podłoże Sabourauda z antybiotykiem (chloramfenikolem) i cykloheksymidem – część II









grzyby wyhodowane ze skrawków wyściółki po działaniu urządzenia			grzyby wyhodowane ze skrawków wyściółki po działaniu urządzenia		
nr próbki	S+A	S+A+Act	nr próbki	S+A	S+A+Act
<b>5L</b>	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<b>6P</b>	<i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp.
					
<b>7L</b>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Acremonium</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp.	<b>8P</b>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Aspergillus</i>
					

W próbce 1P (prawe czarne czólenko) przed działaniem urządzenia stwierdzono obfity wzrost kolonii *Aspergillus* sp. i średnio obfity *Penicillium* sp. na obu zastosowanych podłożach. Te same gatunki zostały stwierdzone po zadziałaniu urządzeniem KLENZ (próbka 3P). Na

plytkach ze skrawkami wyściółki (próbka 6P) stwierdzono na płytce S+A intensywny wzrost *Penicillium* sp. na powierzchni skrawka i brzeżny wzrost *Aspergillus* sp., a na płytce S+A+Act mieszany wzrost na powierzchni skrawka obu gatunków *Penicillium* sp. i *Aspergillus* sp.

W próbkach z lewego brązowego półbuta przed zadziałaniem urządzenia 2L stwierdzono na płytce S + A zlewny wzrost grzybów z grupy *Fusarium oxysporium complex*, a na płytce S+A+Act bardzo obfity wzrost gatunku *Acremonium* sp. Ponadto znajdowała się tam jedna kolonia *C. albicans*.

**Tabela 3.** Wyniki izolacji i identyfikacji bakterii (pK – płytka krwawa; McC – podłoże McConceya)

próbka	pK	McC	próbka	pK	McC
<b>P1B</b>	<i>Micrococcus luteus</i> <i>Micrococcus</i> sp.1 <i>Staphylococcus Epidermidis</i> 	grzyby <i>Candida</i> sp. 	<b>P3B</b>	<i>Micrococcus luteus</i> <i>Micrococcus</i> sp.1 <i>Staphylococcus Epidermidis</i> 	grzyby <i>Candida</i> sp. 
<b>L2-B</b>	<i>Micrococcus</i> sp.1 <i>Micrococcus</i> sp.2 	pałeczki G- <i>Pantoea</i> sp. pałeczka G-nn 	<b>L4-B</b>	<i>Micrococcus</i> sp.1 <i>Micrococcus</i> sp.2 	pałeczki G – <i>Pantoea</i> sp. 

Po zadziałaniu urządzenia, w próbkach (4L) stwierdzono obecność tych samych gatunków drobnoustrojów, co przed, czyli *Fusarium oxysporium complex* o wzroście zlewnym na S+A, *Acremonium* sp. o wzroście obfitym i 2 kolonie *C. albicans* na podłożu S+A+Act.

Ponadto na płytkach ze skrawkami (próbka 7L) na podłożu S + A zaobserwowano intensywny wzrost (szybko pokrył całą płytkę) gatunku *Fusarium oxysporium complex*, a na S + A + Act mieszany wzrost *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp. i *Penicillium* sp. na powierzchni skrawków.

Przed działaniem urządzenia w prawym brązowym półbucie (próbka 2P) na podłożu S+A stwierdzono obfity wzrost *Fusarium* sp., a na płytce S+A+Act - średnio obfity wzrost



niezidentyfikowanej pleśni zbliżonej do *Fusarium/Acremonium* oraz 2 kolonie *C. albicans*. Ponadto zaobserwowano 2 kolonie *Trichophyton rubrum*.

Po zadziałaniu urządzenia stwierdzono te same gatunki na płytce S + A (próbka 4P) *Fusarium* sp., a na płytce S+A+Act tę samą niezidentyfikowaną pleśń (*Fusarium/Acremonium*). Nie zaobserwowano wzrostu *C. albicans*. Natomiast stwierdzono 4 kolonie *Trichophyton rubrum*.

W próbkach posianych w kierunku bakterii z buta prawego stwierdzono na płytce krwawej obfity mieszany wzrost *Micrococcus luteus* (Gram +), *Micrococcus* sp. (Gram +) oraz *Staphylococcus epidermidis* (Gram +) (próbka P1B).

Na płytce Petriego z podłożem McConkeya stwierdzono słaby wzrost różowych kolonii, które zidentyfikowano jako grzyby z rodzaju *Candida*. Te same gatunki i tę samą intensywność wzrostu zaobserwowano na płytkach krwawej i z podłożem McConkeya po zadziałaniu urządzenia (próbka P3B).

W próbce z buta lewego (L2B) na płytce krwawej zidentyfikowano dwa gatunki *Micrococcus* sp. o bardzo obfitym wzroście, a na podłożu McConkeya stwierdzono średnio obfity wzrost Gram-ujemnych pałeczek *Pantonoea* sp. oraz pojedyncze kolonie niezidentyfikowanej Gram-dodatniej pałeczki. Po zadziałaniu urządzenia, na płytce krwawej stwierdzono obecność tych samych gatunków *Micrococcus* sp. o takiej samej intensywności wzrostu (próbka L4B), co na odpowiedniej płytce przed działaniem urządzenia. Na podłożu McConkeya zaobserwowano kilka kolonii pałeczek *Pantonoea* i po 24h nie stwierdzono inkubacji innych Gram-ujemnych pałeczek.

#### 4. Wnioski

Badane urządzenie KLENZ serii KNS nie wykazuje skutecznego działania odkażającego tj. biobójczego w odniesieniu do zarodników grzybów drożdżopodobnych, dermatofitów i pleśni, bytujących we wnętrzu obuwia. W odniesieniu do bakterii, które zasiedlają materiały wnętrza obuwia, działanie urządzenia jest bardzo ograniczone, gdyż nie działa na bakterie Gram-dodatnie, a tylko w pewnym stopniu ogranicza wzrost niektórych bakterii Gram-ujemnych.

Urządzenie KLENZ serii KNS nie wykazuje działania przeciwko grzybom drożdżopodobnym – zaobserwowano wzrost *Candida albicans* przed, jak i po działaniu urządzenia odpowiednio w próbkach 2L i 4L oraz P1B i P3B. Zaobserwowano również, że urządzenie nie ma wpływu na wzrost szeregu gatunków grzybów pleśniowych m. in.

*Aspergillus fumigatus*, *A. flavus* i innych z rodzaju *Aspergillus*, *Acremonium* sp., *Fusarium* sp. oraz *Penicillium* sp. Urządzenie nie ma również wpływu na wzrost grzybów dermatofitowych, których oznaczenie, ze względu na szybki wzrost opornych na cykloheksymid pleśni, było utrudnione. Stwierdzono ponadto, że urządzenie nie działa na Gram-dodatnie ziarenkowce z rodzaju *Micrococcus* i *Staphylococcus* oraz ogranicza w pewnym stopniu wzrost Gram-ujemnych pałeczek z rodzaju *Pantonoa* (próbka L2B i L4B).

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań testowane urządzenie nie zapewnia skutecznego odkażania obuwia, wymagającego kontroli zasiedlania jego wnętrza przez drobnoustroje, które jest niezbędne podczas leczenia zakażeń stóp.

### Literatura

- [1] Iwanek P.: *Biologiczne podstawy działania ozonu na forę jamy ustnej*, *Annales Academiae Medicae Stetinensis*, **53 (3)**, 2007, str. 41–44.
- [2] Białoszewski D., Bocian E., Tyski S.: *Ozonoterapia oraz zastosowanie ozonu w dezynfekcji*, *Postępy Mikrobiologii*, **51 (3)**, 2012, str. 177–184.
- [3] Lenartowicz L.: *Nowa najwszechstronniejsza metoda szybkiej sterylizacji niskotemperaturowej – 3M™ Optreoz™ 125-Z*, *Zakażenia*, **3**, 2012, str. 18–21.
- [4] Skalska K., Ledakowicz S.: *Rozwój dezynfekcji chemicznej – perspektywy wykorzystania ozonu*, *Laboratorium*, **10**, 2007, str. 10–13.
- [5] Huttunen K., Kauhanen E., Meklin T., Vepsäläinen A., Hirvonen M.R., Hyvärinen A., Nevalainen A.: *The effect of ozonation on furniture dust: microbial content and immunotoxicity in vitro*, *Science Total Environment*, **408**, 2010, str. 2305–2311.
- [6] Białoszewski D., Bocian E., Bukowska B., Czajkowska M., Sokół-Leszczyńska B., Tyski S.: *Antimicrobial activity of ozonated water*, *Medical Science Monitor*, **16**, 2010, 71–75.
- [7] Białoszewski D., Pietruczuk-Padzik A., Kalicińska A., Bocian E., Czajkowska M., Bukowska B., Tyski S.: *Activity of ozonated water and ozone against Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa biofilms*, *Medical Science Monitor*, **17**, 2011, 339–344.
- [8] Gutarowska B.: *Niszczenie materiałów technicznych przez drobnoustroje*, *Laboratoria, Aparatura, Badania*, **18 (2)**, 2013, str. 10-14.
- [9] Falkiewicz-Dulik M.: *Ocena skutecznego działania odkażającego urządzenia KLENZ, serii KNS*, Praca badawcza IPS O/Kraków, 2007.