

Jesienne Warsztaty Naukowo-Szkoleniowe

**Skuteczność technologii RCI w ograniczeniu
skażenia mikrobiologicznego powietrza i
powierzchni**

*Krzysztof Skowron, Natalia Wiktorczyk, Eugenia Gospodarek-
Komkowska*

Katedra i Zakład Mikrobiologii
Collegium Medicum im. L Rydygiera w Bydgoszczy
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

WARSZAWA, 13 GRUDNIA 2018

Zakażenie miejsca operowanego (SSI, surgical site infection)

- to zakażenie pooperacyjne, występujące w ciągu 30 dni od zabiegu chirurgicznego (lub w ciągu jednego roku w przypadku implantów stałych).

Podział ze względu na miejsce występowania (CDC, EFSA):

- zakażenia powierzchowne (skóra i tkanka podskórna) (SSI-S),
- zakażenia głębokie (powieź i mięśnie) (SSI-D),
- zakażenia narządu lub jamy ciała w bezpośrednim kontakcie z miejscem operowanym (SSI-O).

SSI – statystyki

313 million

people undergo surgery every year¹



SSI are considered the most frequent complication in surgical patients, being responsible for

38%

of all infections³

Costs of SSI are up to



\$10 billion

annually⁴

SSI increase the length of hospital stays by



3–20 days¹



Most SSI are caused by *Staphylococcus aureus*²

1 in 2



surgical staff do not clean their hands at the right moment⁶

SSI is associated with a mortality rate of 3%, and 75% of SSI-associated deaths are directly attributable to the SSI⁵



STOP INFECTIONS AFTER SURGERY

WHAT'S THE PROBLEM?

Patients develop infections when **bacteria get into incisions made during surgery**. These affect patients in both...

LOW- AND MIDDLE-INCOME COUNTRIES



More than **1 in 10** people who have surgery in low- and middle-income countries (LMICs) get surgical site infections (SSIs)

People's risk of SSI in LMICs is **3 TO 5 TIMES HIGHER** than in high-income countries



Up to **1 in 5** women in Africa who deliver their baby by caesarean section get a **wound infection**



SSIs can be caused by bacteria that are **resistant to commonly-used antibiotics**



SSIs threaten the lives of **millions** of surgical patients **each year** and contribute to the spread of **antibiotic resistance**

HIGH-INCOME COUNTRIES



In Europe, SSIs affect more than **500 000 PEOPLE** per year costing up to **€ 19 BILLION**

Around **1%** of people who have surgery in the **USA** get an SSI



In the USA, SSIs contribute to patients spending more than **400 000 extra days** in hospital, costing **US\$ 10 BILLION** per year

Czynniki ryzyka zakażeń miejsca operowanego

zależne od
pacjenta

- odporność pacjenta
- wiek
- stan odżywiania
- choroby współistniejące
- palenie tytoniu
- długa hospitalizacja
- nosicielstwo

rodzaj
mikroorganizmu
wywołującego infekcję

- flora bakteryjna skóry pacjentów oraz skóry członków zespołu operacyjnego
- *Staphylococcus aureus* oraz gronkowce koagulazoujemne (17–25% przypadków)
- inne patogeny :*Escherichia coli* (8%), szczepy *Enterococcus* (ok. 12%), *Pseudomonas aeruginosa* (8%), szczepy *Enterobacter* (7%), *Streptococcus* (6%), szczepy *Klebsiella*, beztlenowce (np. *Bacteroides fragilis*) (Montewka et al. 2012)

czynniki
określające pole
operacyjne

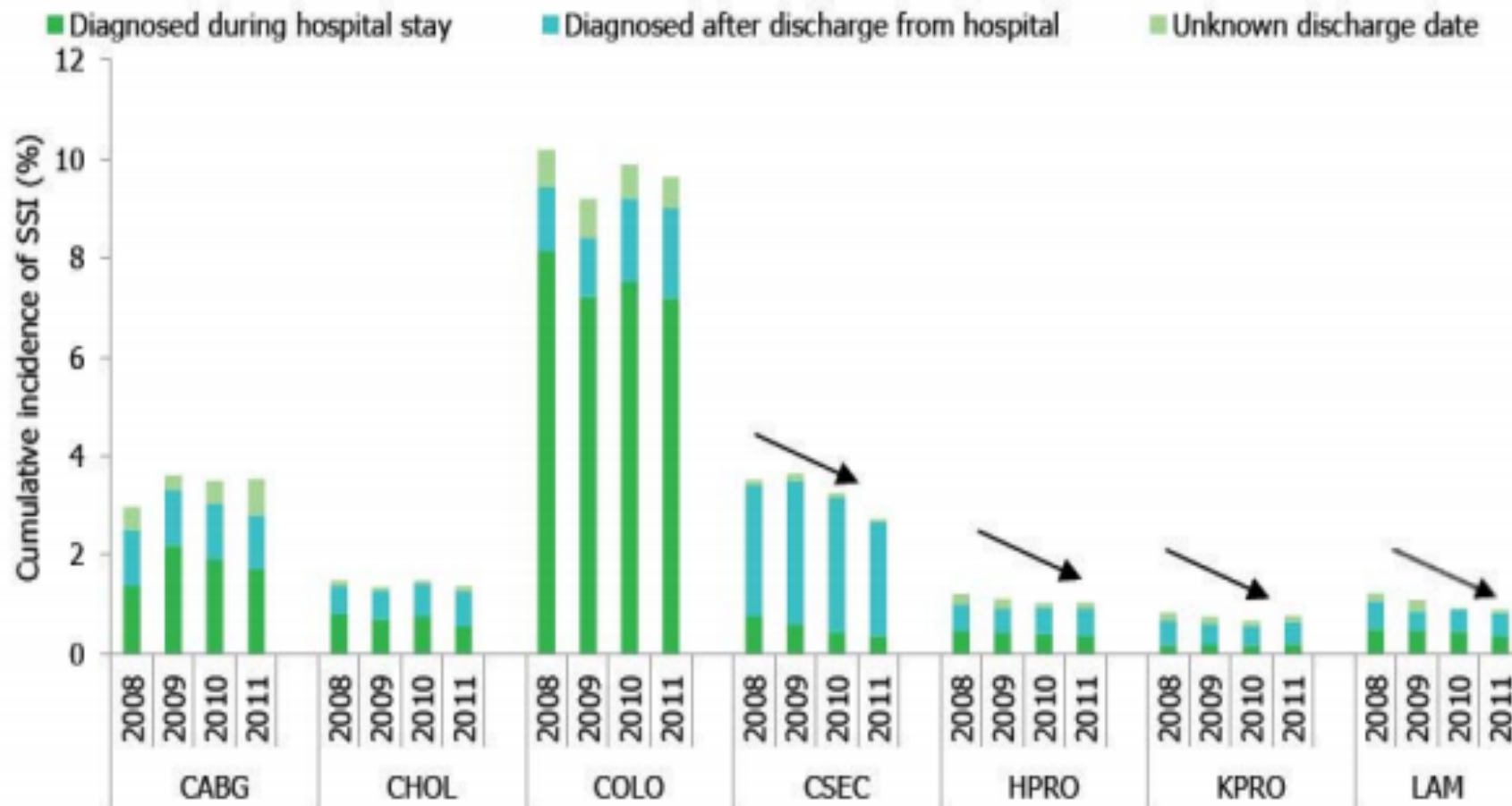
- mycie i dezynfekcja rąk przez personel
- antyseptyka skóry
- golenie przed operacją
- przygotowanie skóry przed operacją
- czas trwania operacji

Tab. 1. Rozkład i odsetek izolatów chorobotwórczych związanych z SSI oraz opornych na wybrane środki przeciwdrobnoustrojowe, NHSN 2009-2010 (WHO, 2016).

Rank	Pathogen	No. of pathogens/ total SSI pathogens reported (%)	Antimicrobial agent (s)	No. of isolates tested (%)	Resistance (%)
1	<i>S. aureus</i>	6415 (30.4)	OX/METH	6304 (98.3)	43.7
2	Coagulase-negative staphylococci	2477 (11.7)	NA	NA	NA
3	<i>E. coli</i>	1981 (9.4)	ESC4	1627 (82.1)	10.9
FQ3			1876 (94.7)	25.3	
Carbapenems			1330 (67.1)	2	
MDR1			1390 (70.2)	1.6	
4	<i>E. faecalis</i>	1240 (5.9)	VAN	1187 (95.7)	6.2
5	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1156 (5.5)	AMINOS	664 (57.4)	6
ESC2			1097 (94.9)	10.2	
FQ2			1111 (96.1)	16.9	
Carbapenems			872 (75.4)	11	
PIP/PIPTAZ			818 (70.8)	6.8	
MDR2			1053 (91.1)	5.3	
6	<i>Enterobacter spp.</i>	849 (4.0)	ESC4	816 (96.1)	27.7
Carbapenems			594 (70.0)	2.4	
MDR1			648 (76.3)	1.7	
7	<i>Klebsiella spp.</i>	844 (4.0)	ESC4	710 (84.1)	13.2
Carbapenems			582 (69.0)	7.9	
MDR1			621 (73.6)	6.8	

* Modified from reference 16.

NHSN: National Healthcare Safety Network; SSI: surgical site infection; OX/METH: oxacillin/methicillin; ESC4: extended-spectrum (ES) cephalosporins (cefepime, cefotaxime, ceftazidime, ceftriaxone); FQ3: fluoroquinolones (ciprofloxacin, levofloxacin, moxifloxacin); MDR1: multidrug resistance 1 gene (pathogen must test as "I" [intermediate] or "R" [resistant] to at least one drug in 3 of the 5 following classes: ESC4, FQ3, aminoglycosides, carbapenems, and piperacillin [PIP] or



Data source: ECDC, HAI-Net SSI patient-based data 2008–2011

([http://ecdc.europa.eu/en/activities/surveillance/Pages/data-access.aspx#sthash.hHYR\]9ok.dpuf](http://ecdc.europa.eu/en/activities/surveillance/Pages/data-access.aspx#sthash.hHYR]9ok.dpuf), accessed 21 May 2016).

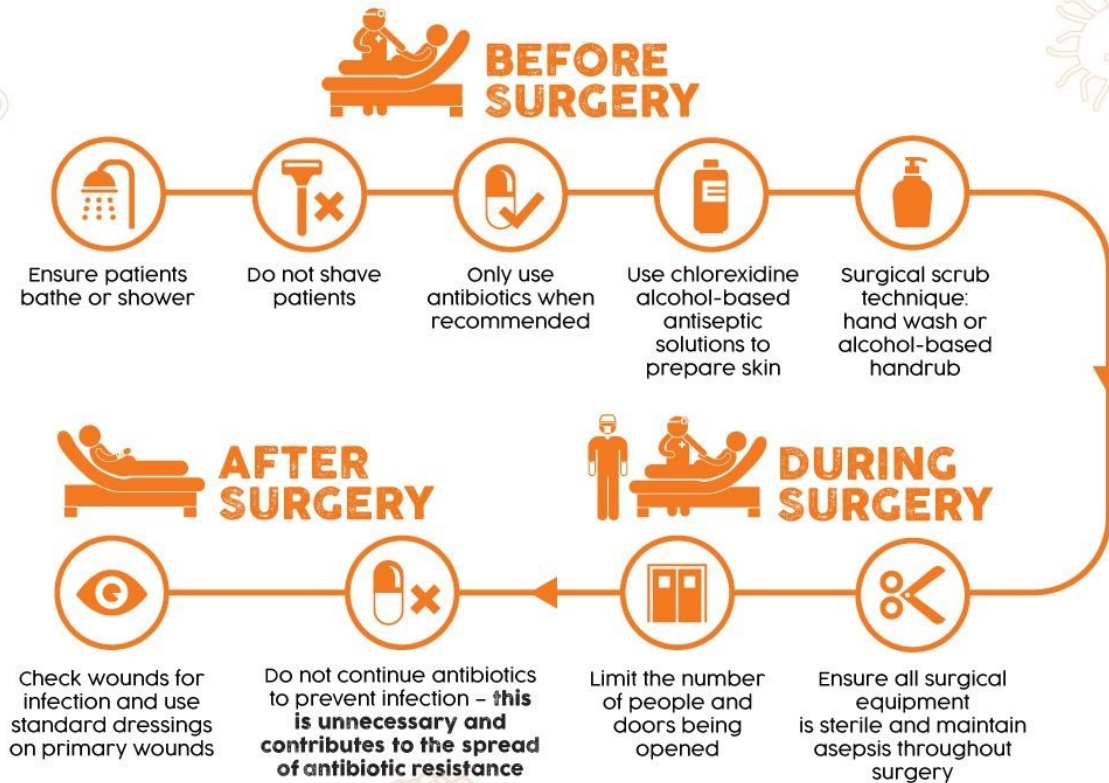
SSI: surgical site infection; CABG: coronary artery bypass graft; CHOL: cholecystectomy; COLO: colon; CSEC: caesarean section; HPRO: hip prosthesis; KPRO: knee prosthesis; LAM: laminectomy.

Częstość występowania SSI według roku i rodzaju procedury: kraje Unii Europejskiej/ Europejskiego Obszaru Gospodarczego, 2008-2011 (WHO, 2016).

STOP INFECTIONS AFTER SURGERY

WHAT'S THE SOLUTION?

A range of precautions - **before, during and after surgery** - reduces the risk of infection

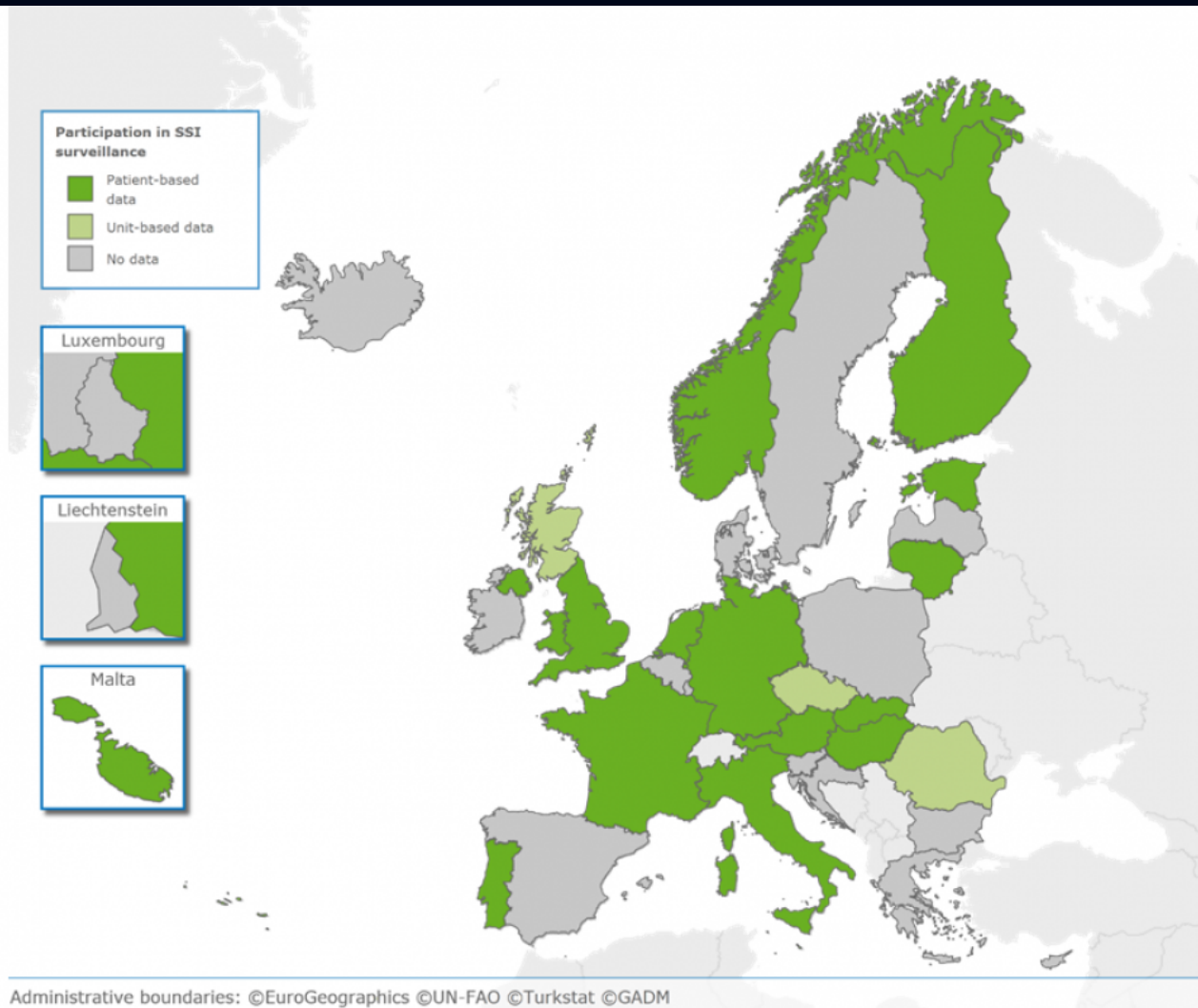


SSI – statystyki

- Szacowana roczna częstość występowania SSI jest różna, a szacunki prawdopodobnie zaniżone,
- W USA liczba zgłaszanych SSI waha się od 160 000 do 300 000 przypadków,
- Obciążenie finansowe SSI jest znaczne; plasuje się jako najdroższe z infekcji szpitalnych,
- roczny koszt SSI w USA szacowany jest na 10 miliardów dolarów.

SSI w krajach europejskich

Liczba zgłoszonych zakażeń miejsca operowanego w Europie (2016 r.) wynosiła **450 000 – 600 000**, co oznacza, że częstość zakażeń miejsca operowanego dotyczy około **3 %** wszystkich procedur chirurgicznych oraz **20 %** chorych operowanych w trybie pilnym z powodu ostrych chorób jamy brzusznej. Powoduje wydłużenie czasu hospitalizacji średnio o **9,8 dnia**, przy wzroście kosztów leczenia jednego pacjenta o **1862-4047** euro.



Source: Country reports from the Czech Republic, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Poland, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, the United Kingdom.

Suggested citation: European Centre for Disease Prevention and Control. Annual epidemiological report 2015. Surgical site infections. Stockholm: ECDC; 2016.

© European Centre for Disease Prevention and Control, 2016. Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged

Nadzór na przypadkami SSI w państwach Unii Europejskiej oraz Europejskiego Obszaru Gospodarczego w latach 2013-2014 (ECDC, EFSA, 2016)

- W województwie kujawsko-pomorskim w 2015 r. zarejestrowano sześć zakażeń szpitalnych, w 2016 r. - 1635, a w pierwszym półroczu 2017 r. – 13,
- Najczęściej występującymi zakażeniami szpitalnymi w poszczególnych okresach były zapalenie płuc, zakażenie układu pokarmowego oraz zakażenie miejsca operowanego,
- Współczynnik zachorowalności wyniósł w 2015 r. 0,09%, w 2016 r. 0,20%, a w pierwszym półroczu 2017 r. 0,31%. Najwyższy współczynnik zachorowalności odnotowano w Oddziale Intensywnej Terapii i Anestezjologii - wynosił w 2015 r. 7,69%, w 2016 r. 7,35% oraz 20% w pierwszym półroczu 2017 r.
- W okresie od stycznia 2015 r. do czerwca 2017 r. zarejestrowano osiem zgonów związanych z wystąpieniem zakażenia szpitalnego.
- Na utrzymanie systemu zapobiegania i zwalczania zakażeń szpitalnych Szpital przeznaczył 1 765,0 tys. zł w 2015 r., 2 085,4 tys. zł w 2016 r. oraz 1 079,7 tys. zł w pierwszym półroczu 2017 r.
- Udział kosztów związanych z utrzymaniem standardów zapobiegania zakażeniom szpitalnym w kosztach Szpitala ogółem wynosił 4,9% w 2015 r., 4,8% w 2016 r. oraz 4,7% w pierwszym półroczu 2017 r. Natomiast udział kosztów funkcjonowania systemu zwalczania zakażeń szpitalnych w kosztach zrealizowanych świadczeń opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych wyniósł 5,5% w 2015 r. i 2016 r. oraz 5,3% w pierwszym półroczu 2017 r.

Czyste powietrze w salach operacyjnych jest jednym z elementów bezpieczeństwa zdrowotnego pacjenta przebywającego na sali operacyjnej.
Uzyskanie wymaganej czystości powietrza w sali operacyjnej nie jest możliwe bez radykalnego ograniczenia emisji zanieczyszczeń ze źródeł wewnętrznych i zewnętrznych.

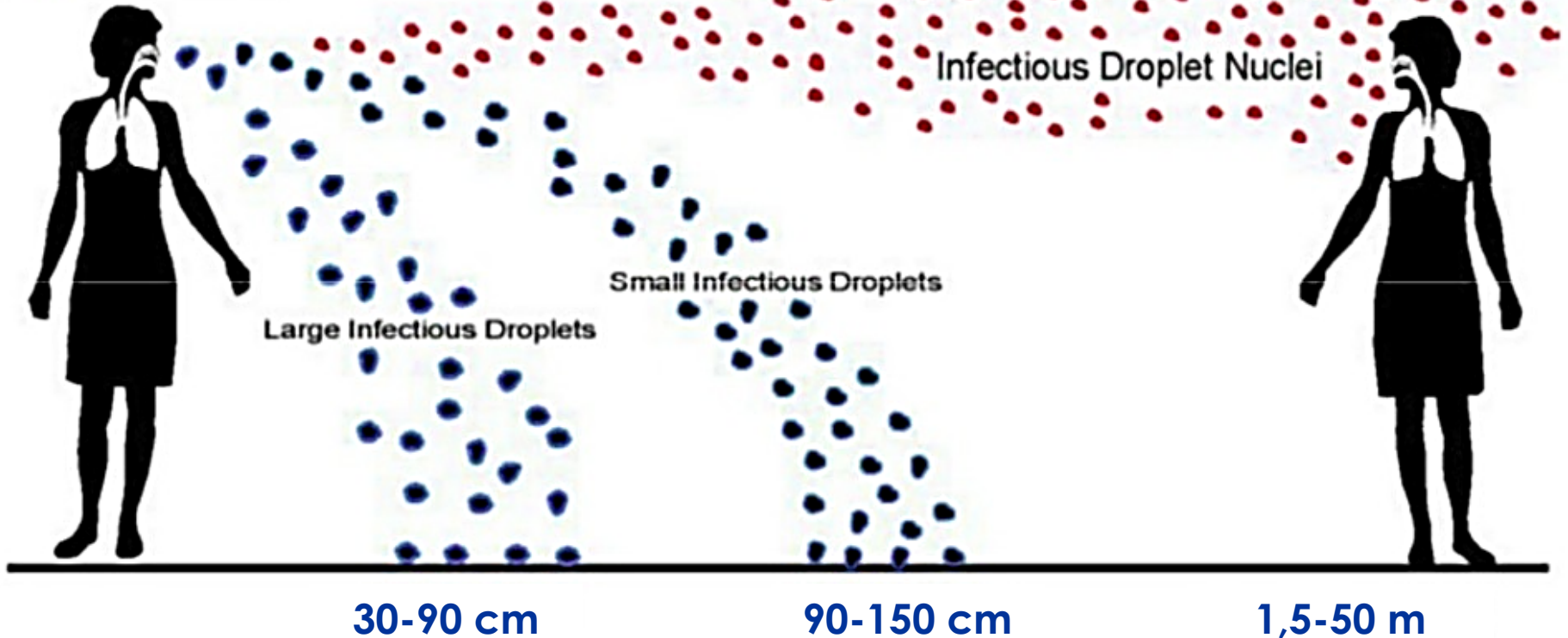
25% zakażeń (SSI-D i O) powstałych w trakcie zabiegu na bloku operacyjnym powstaje ze skażonego powietrza wewnętrznego.

It's All in the Air

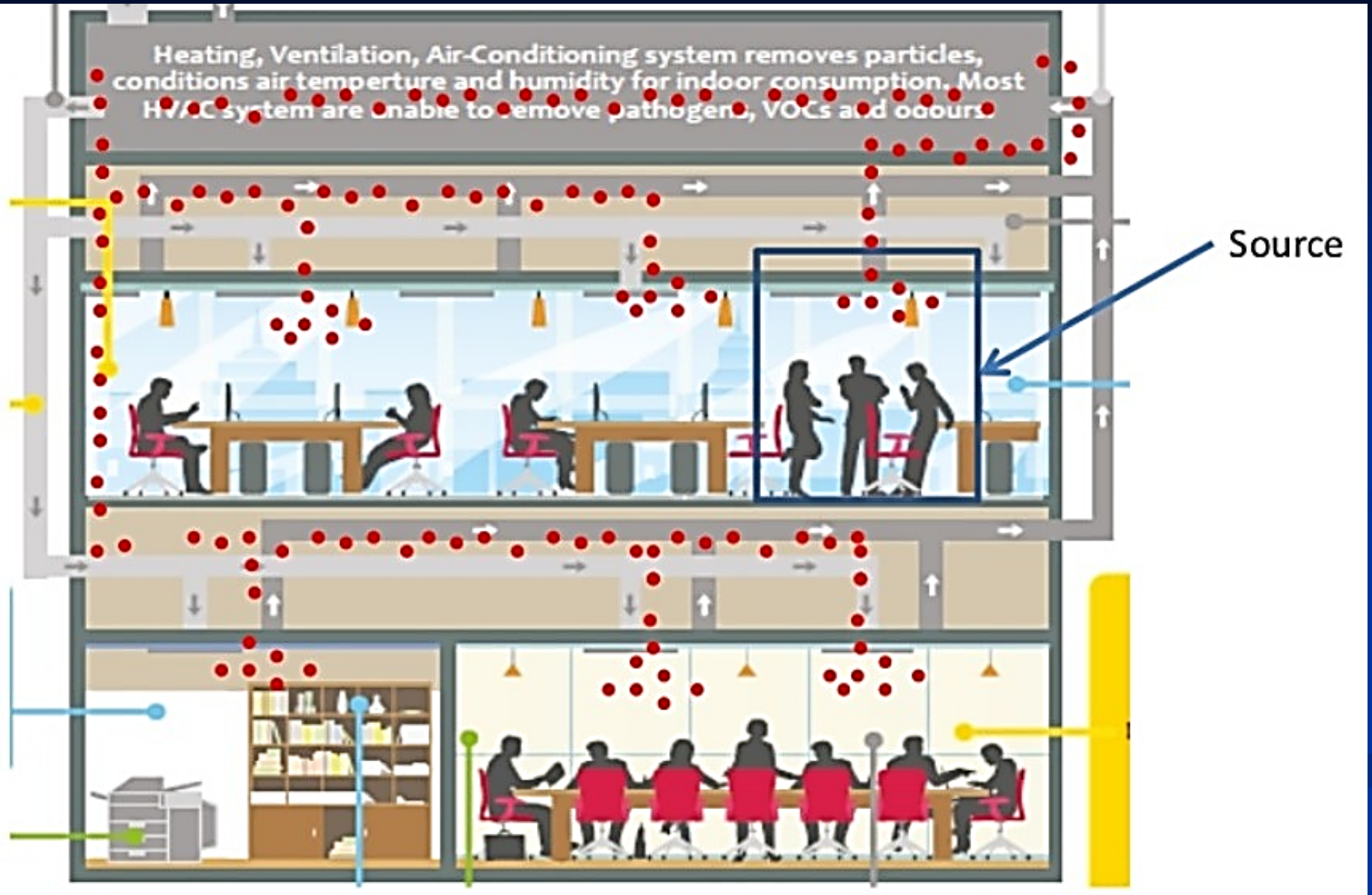
If you knew what we know about indoor air, you'd stop breathing completely



Nuclei Travel Lengths



Heating, Ventilation, Air-Conditioning system removes particles, conditions air temperature and humidity for indoor consumption. Most HVAC systems are unable to remove pathogens, VOCs and odours.



LICZBA DROBNOUSTROJÓW



PROMIENIOWA JONIZACJA KATALITYCZNA (RCI)



Pierwsze prace nad RCI 1971 r.

Patent nr US 8,585,979 B2 z 19 listopada 2013 r.



Induction year
[2017](#)

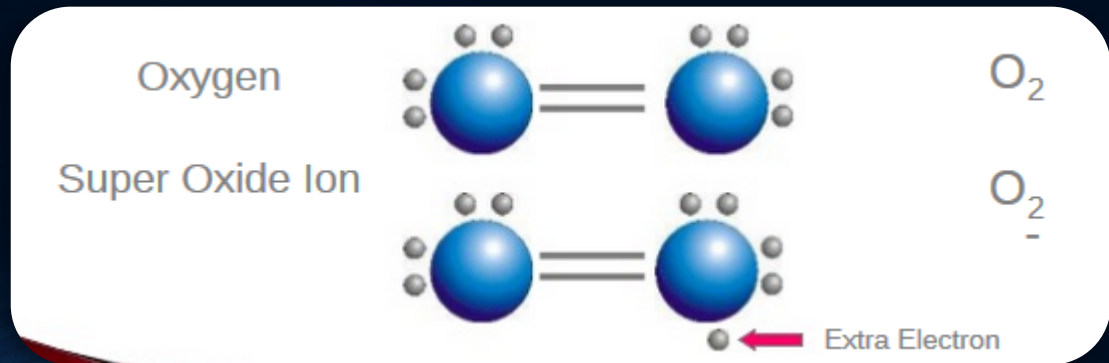
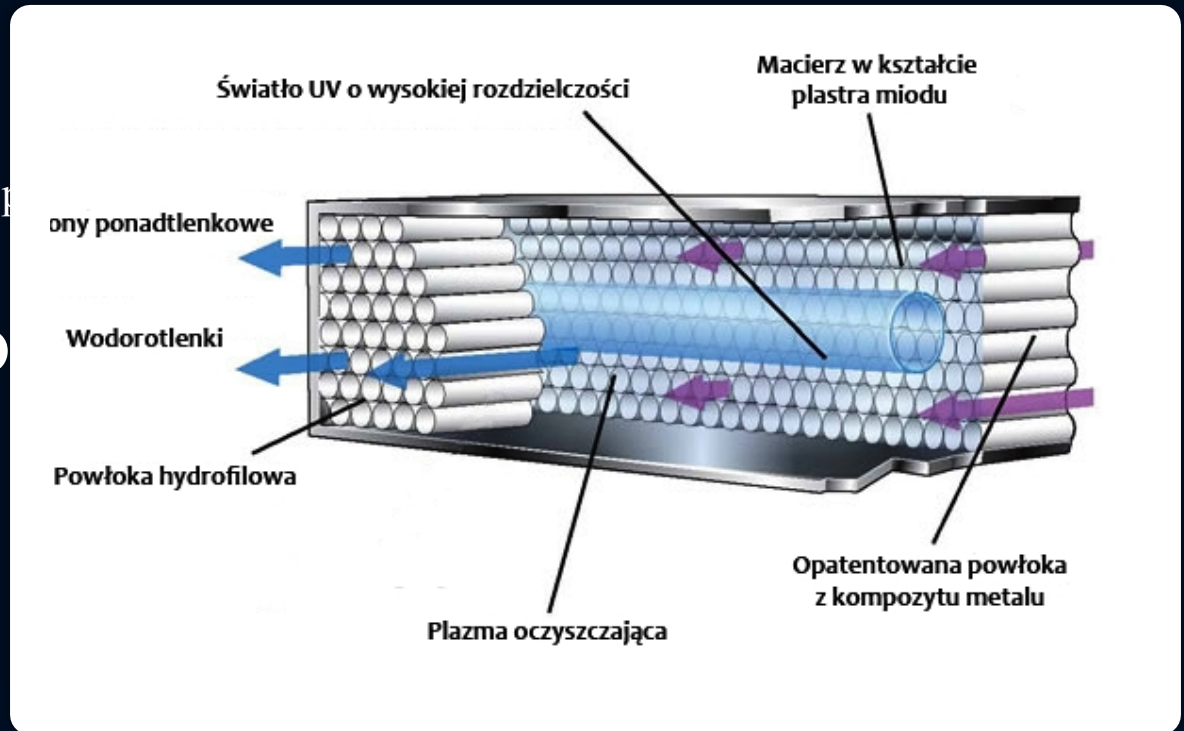
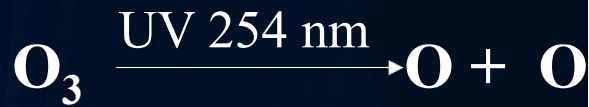
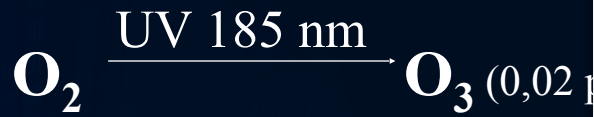
Inducted individuals
[Dr. Marc Anderson](#)
[Joseph Urso](#)
[Andrew Eide](#)

Inducted organizations
[NASA Marshall Space Flight Center](#)
[Aerus LLC](#)



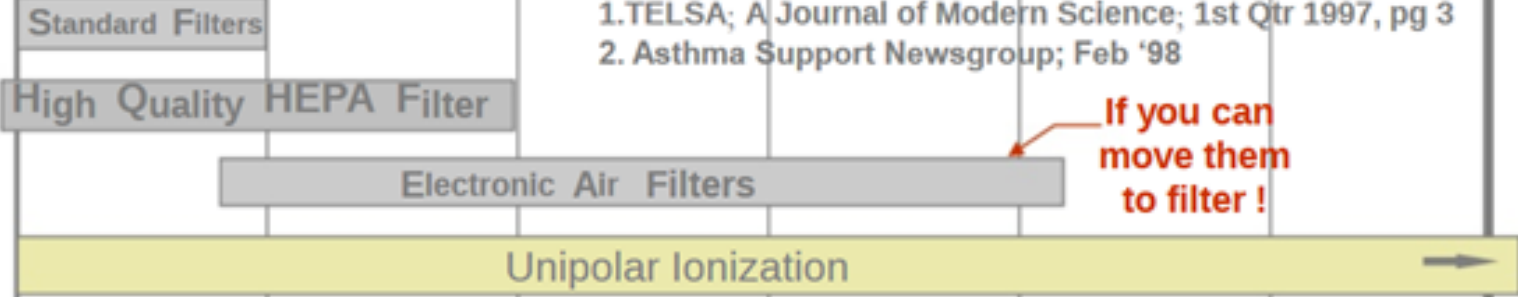


TECHNOLOGIA RCI



Why introduce unipolar ionization into the air ?

Cleaning Efficiency Range



1. TELSA; A Journal of Modern Science; 1st Qtr 1997, pg 3
 2. Asthma Support Newsgroup; Feb '98

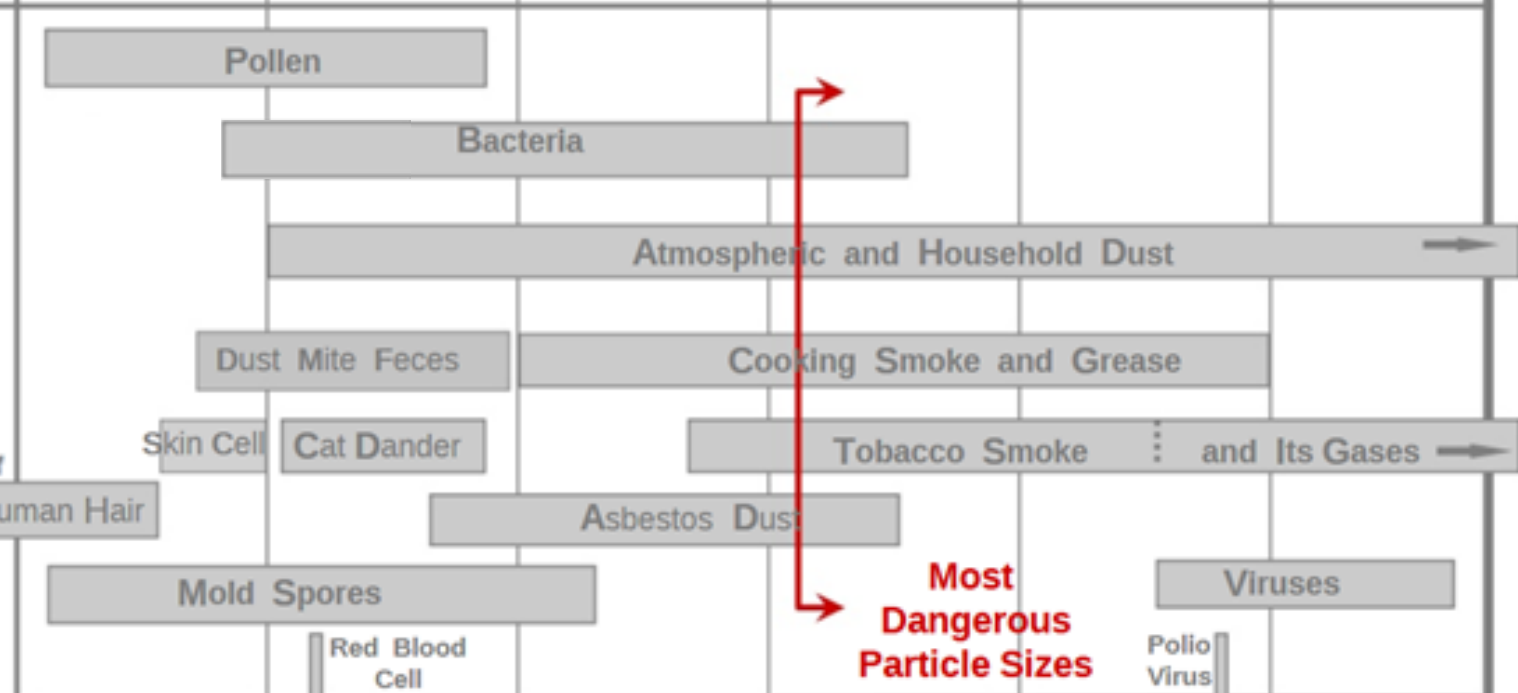
If you can move them to filter !

Typical Household Pollutants

NOTES:

1. Typically only 50% -70% of air 'reaches' filters of any type

2. 1 mu = .000039 inch



Most Dangerous Particle Sizes

Particle Size in Microns

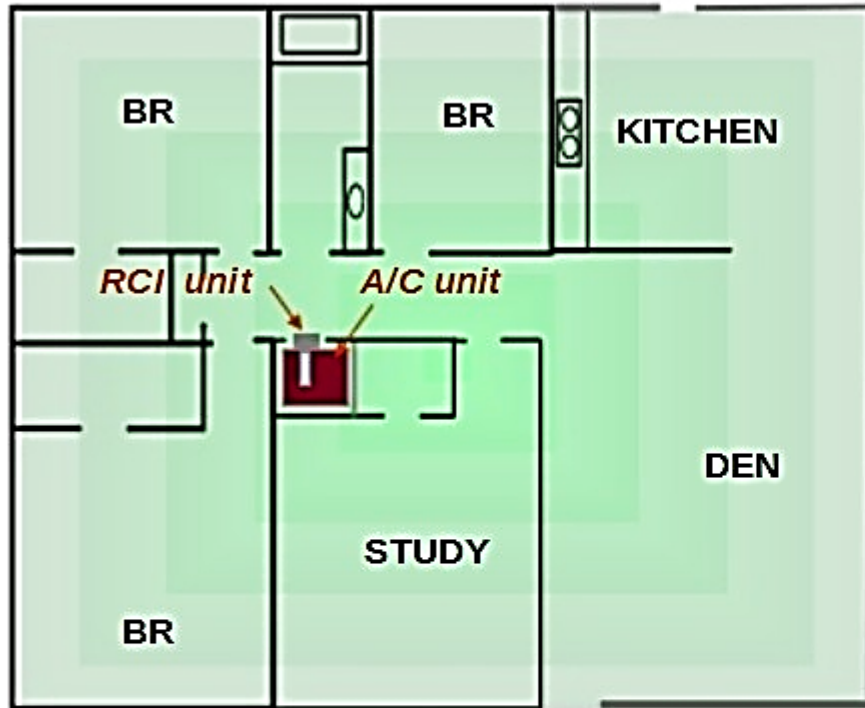
100um, 10u, 1.0u, 0.5u, 0.1u, 0.01u

Visible With Naked Eye

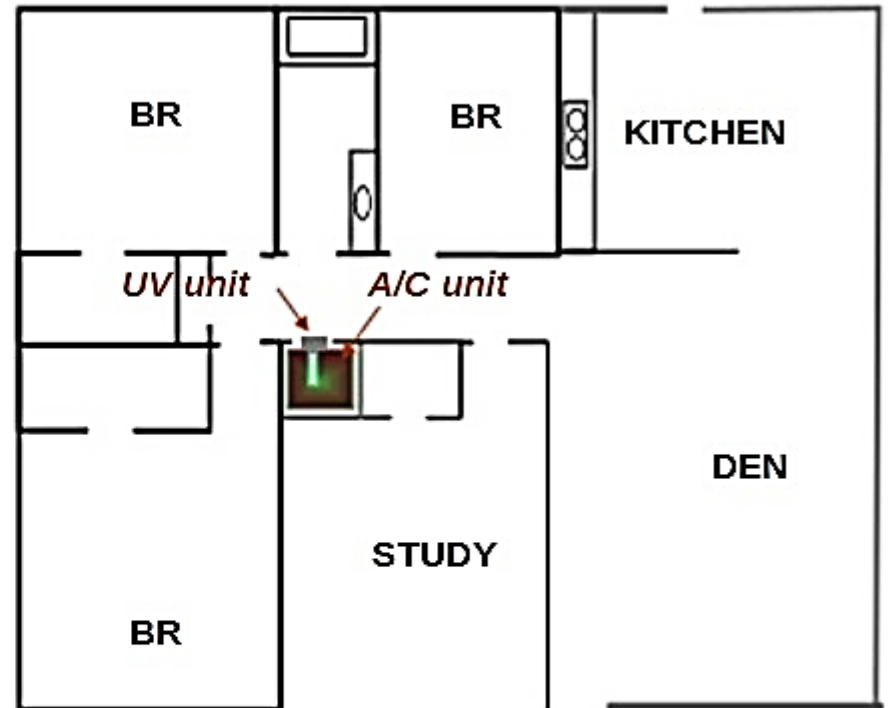
Visible with Microscope

Visible with Electron Microscope

Structure Using RCI



Structure using "Germicidal UV" bulb



Technology Comparison

	<u>Using RCI</u>	<u>Using UV bulb</u>
• Control space	16,000 ft ³	0.95 ft ³
• <u>Microbe</u> "kill" in entire structure	Yes	No
• <u>Particulate</u> control entire structure	Yes	No
• <u>Odor</u> control in entire structure	Yes	No

CEL BADAŃ:

Celem badań była ocena skuteczności promieniowej jonizacji katalitycznej w procesie higienizacji powietrza oraz wybranych produktów spożywczych i powierzchni skażonych mikrobiologicznie.

MATERIAŁ I METODY

SZCZEPY WYKORZYSTANE W BADANIU

Gatunek drobnoustroju	Szczepy			
	Powietrze	Powierzchnie		
	Wzorcowe	Wzorcowe	Kliniczne	Środowiskowe
<i>A. baumannii</i>	----	ATCC 19606	+	+
<i>E. coli</i>	ATCC 25922	ATCC 25922	+	+
<i>E. faecalis</i>	ATCC 29212	ATCC 29212	+	+
<i>P. aeruginosa</i>	----	ATCC 27853	+	+
<i>S. Enteritidis</i>	----	ATCC 13076	+	+
<i>L. monocytogenes</i>	----	ATCC 19111	+	+
<i>S. aureus</i>	ATCC 25213	ATCC 25213	+	+
<i>S. epidermidis</i>	ATCC 35984	----	----	----
<i>B. subtilis</i>	ATCC 8159	ATCC 8159	+	+
<i>C. sporogenes</i> (formy wegetatywne)	ATCC 19404	ATCC 19404	+	+
<i>C. sporogenes</i> (spory)	ATCC 19404	ATCC 19404	+	+
<i>C. albicans</i>	ATCC 90028	ATCC 90028	----	----
<i>A. niger</i>	ATCC 9142	ATCC 9142	----	----
<i>P. chrysogenum</i>	ATCC 10106	ATCC 10106	----	----

PODŁOŻA MIKROBIOLOGICZNE UŻYTE W BADANIU ORAZ WARUNKI INKUBACJI

Drobnoustrój	Podłoża	Warunki inkubacji
<i>A. baumannii</i>	Columbia Agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (Becton Dickinson) Agar MacConkey (Becton Dickinson)	Tlenowe 37°C/24 godziny
<i>E. coli</i>	Columbia Agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (Becton Dickinson) Agar MacConkey (Becton Dickinson)	
<i>E. faecalis</i>	Columbia Agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (Becton Dickinson) Enterococcosel Agar (Becton Dickinson)	
<i>P. aeruginosa</i>	Columbia Agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (Becton Dickinson) Agar PYA z cetrymidem (Becton Dickinson)	
<i>S. Enteritidis</i>	Columbia Agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (Becton Dickinson) Agar XLD (Becton Dickinson)	
<i>L. monocytogenes</i>	Columbia Agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (Becton Dickinson) Agar ALOA (Merck)	
<i>S. aureus</i>	Columbia Agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (Becton Dickinson) Agar Chapmana (Becton Dickinson)	
<i>S. epidermidis</i>		
<i>B. subtilis</i>	Columbia Agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (Becton Dickinson)	
<i>C. sporogenes</i> (formy wegetatywne)	Columbia Agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (Becton Dickinson)	
<i>C. sporogenes</i> (spory)		
<i>C. albicans</i>	Columbia Agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (Becton Dickinson) Agar Sabourauda (Becton Dickinson)	Tlenowe 25°C/72 godz.
<i>A. niger</i>	Columbia Agar z dodatkiem 5% krwi baraniej (Becton Dickinson) Agar Sabourauda (Becton Dickinson)	Tlenowe 25°C/72 godziny
<i>P. chrysogenum</i>		

ZESTAW DO OCENY SKUTECZNOŚCI HIGIENIZACYJNEJ RCI



LAMPA
PRZEPLYWOWA UV-
C

4 ml zawiesiny 0,5
McF



KOMORA
NEBULIZACYJNA



INDUCT 750

Inhalator
pneumatyczny
MONSUN MP2



MAS 100 ECO

SCHEMAT OCENY SKUTECZNOŚCI RCI I UV-C W ELIMINACJI DROBNOUSTROJÓW Z



POWIERZCHNIE UŻYTE W DOŚWIADCZENIU

ŻYWNOŚĆ

- marchew
- łosoś
- ser

GŁADKIE

- stal AISI 304
- fornir lakierowany

POROWATE

- polipropylen
- gres szkliwiony
- guma
- poliamidowa
wykładzina dywanowa

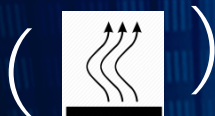
SCHEMAT OCENY SKUTECZNOŚCI RCI NA POWIERZCHNIACH



+



dezynfekcja etanolem



(20 min./stronę)
na folii aluminiowej



× 8 +



× 10 +



+



100 ml
jałowego PBS



SCHEMAT OCENY SKUTECZNOŚCI RCI NA POWIERZCHNIACH



zawiesina

LMO – W1, LMO-W 2 0,5 McF 50 μ l



zawiesina

LMO – W1, LMO-W 2 1,0 McF 50 μ l
i 50 μ l pulpy



K⁺



B



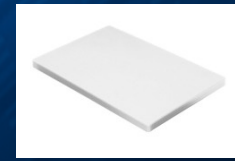
stal
(K⁺ B)



gres
(K⁺ B)



guma
(K⁺ B)



polipropylen
(K⁺ B)

fragmenty
K⁺



suszenie



fragmenty
B



30 min.



20 ml PBS
sonikacja 20 min.
wytrząsanie 10 min.



szereg
10-krotnych
rozcieńczeń



Columbia agar
inkubacja 37°C/
24 godz.



liczenie wyrosłych
kolonii *L.*
monocytogenes

PROCENTOWY WSKAŹNIK REDUKCJI ($R[\%]$)

$$R[\%] = \frac{A - B}{A} \times 100$$

gdzie: A – wyjściowa liczba drobnoustrojów po nebulizacji lub wyschnięciu zawiesiny na powierzchni stałej [$\text{j.t.k.} \times \text{m}^{-3}$]

B – liczba drobnoustrojów po użyciu urządzenia [$\text{j.t.k.} \times \text{m}^{-3}$]

WYNIKI

LICZBA DROBNOUSTROJÓW ODZYSKIWANYCH Z POWIETRZA ORAZ WSPÓŁCZYNNIK PROCENTOWEJ REDUKCJI LICZBY DROBNOUSTROJÓW R[%]

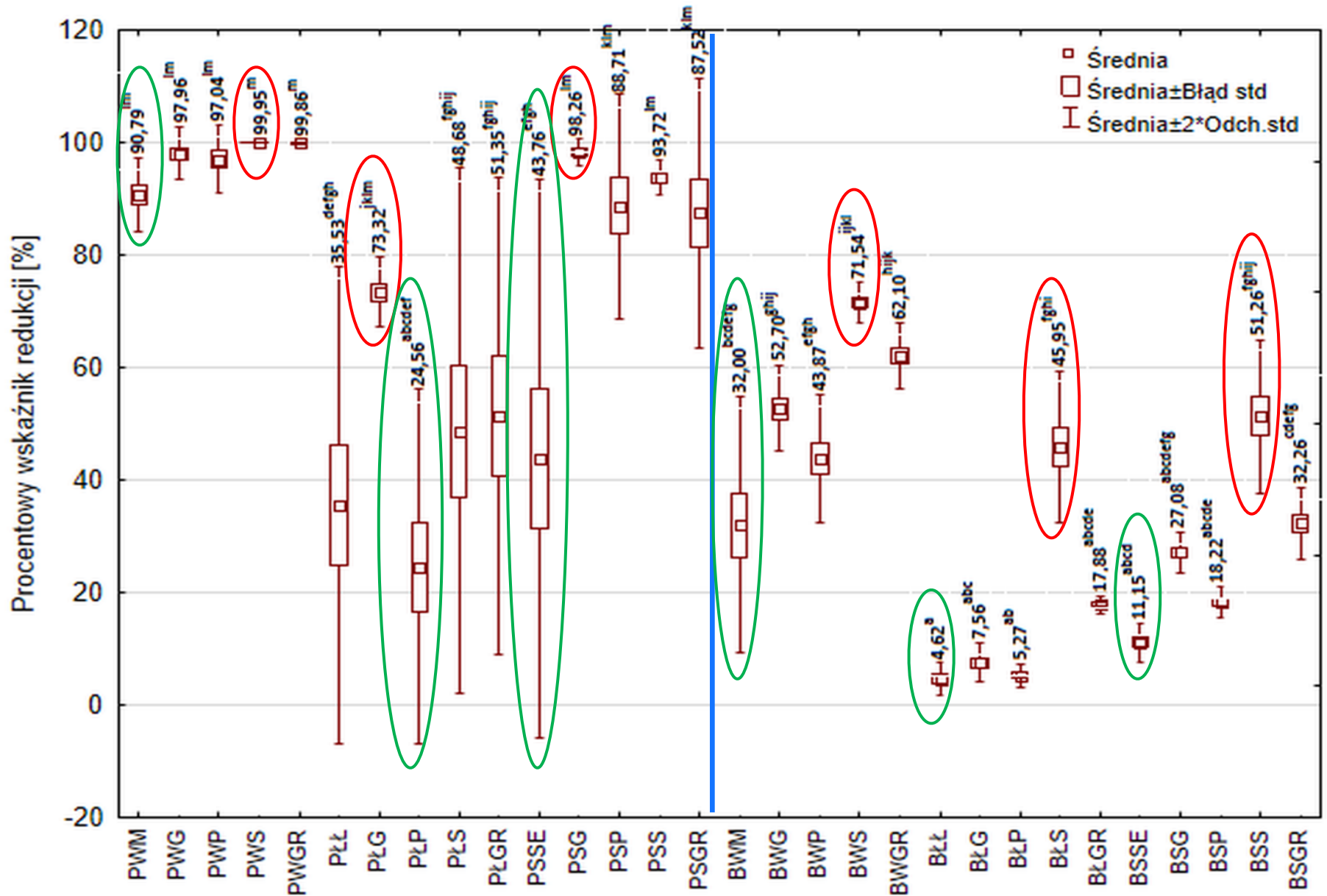
Drobnoustrój	Średnia liczba drobnoustrojów po nebulizacji [j.t.k.×m ⁻³]	Średnia liczba drobnoustrojów po użyciu Induct 750 [j.t.k.×m ⁻³]	Procentowy współczynnik redukcji liczby drobnoustrojów [%]	Średnia liczba drobnoustrojów po nebulizacji [j.t.k.×m ⁻³]	Średnia liczba drobnoustrojów po użyciu przepływowej lampy UV-C [j.t.k.×m ⁻³]	Procentowy współczynnik redukcji liczby drobnoustrojów [%]
<i>S. aureus</i>	3,09×10 ⁵	2,70×10 ¹	99,99	2,15×10 ⁵	1,64×10 ²	99,92
<i>S. epidermidis</i>	2,83×10 ⁵	1,50×10 ¹	99,99	2,94×10 ⁵	9,55×10 ²	99,97
<i>E. faecalis</i>	4,11×10 ⁵	3,50×10 ⁰	99,99	3,44×10 ⁵	2,04×10 ³	99,41
<i>E. coli</i>	2,86×10 ²	n.w.	100,00	2,13×10 ²	4,50×10 ⁰	97,89
<i>B. subtilis</i>	2,71×10 ⁵	2,93×10 ³	98,92	1,75×10 ⁵	1,23×10 ⁴	92,95
<i>C. sporogenes</i>	5,35×10 ⁴	1,80×10 ³	96,64	5,59×10 ⁴	2,41×10 ³	95,69
<i>C. sporogenes</i> (spory)	4,57×10 ⁴	1,29×10 ⁴	71,73 ^a	5,20×10 ⁴	2,34×10 ⁴	54,97 ^b
<i>C. albicans</i>	4,60×10 ³	n.w.	100,00	5,51×10 ³	3,45×10 ¹	99,37
<i>P. chrysogenum</i>	9,61×10 ⁴	3,12×10 ³	96,75	9,48×10 ⁴	3,98×10 ³	95,80
<i>A. niger</i>	1,50×10 ⁵	8,39×10 ²	99,44	1,44×10 ⁵	2,93×10 ³	97,96

R[%] NA POWIERZCHNIACH

LICZBA DROBNOUSTROJÓW [j.t.k.×cm⁻²]

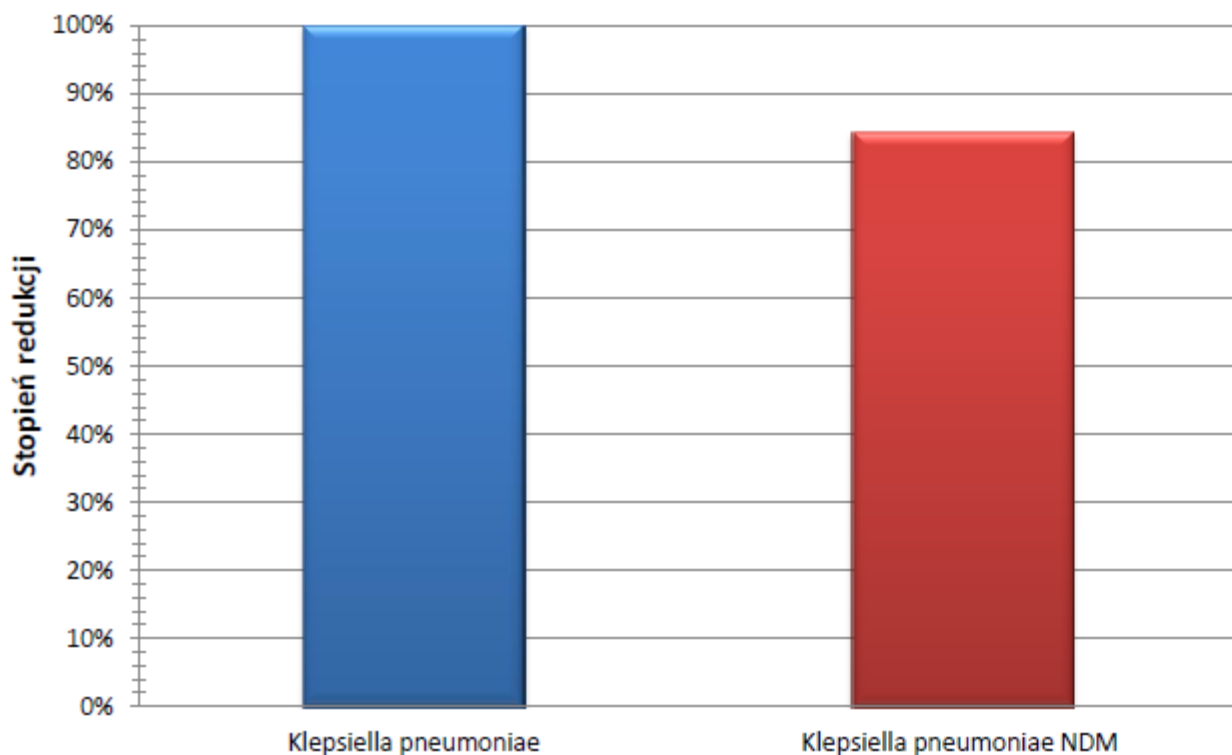
SZCZEP	STAL AISI 304	POLIPROPYLEN	GRES SZKLIWIONY	FORNIR LAKIEROWANY	GUMA	WYKŁADZINA DYWANOWA
	R [%]		R [%]	R [%]		R [%]
ABA ATCC	98,79	90,63	89,22	99,44	90,39	89,36
ABA KLIN	98,82	90,75	89,35	99,30	90,53	89,40
ABA ŚROD	98,86	90,34	90,86	99,39	89,91	89,44
ECO ATCC	90,67	91,28	76,29	95,18	91,16	77,56
ECO KLIN	90,33	89,23	53,00	95,38	91,22	82,33
ECO ŚROD	90,52	89,65	77,16	92,21	90,75	83,60
LMO ATCC	90,16	89,72	83,05	94,56	90,62	66,93
LMO KLIN	90,20	89,76	72,41	94,75	90,80	32,86
LMO ŚROD	90,37	89,84	61,90	94,94	87,67	31,17
PAE ATCC	91,30	89,71	72,26	96,95	88,89	66,35
PAE KLIN	90,75	84,00	87,01	93,08	87,64	28,00
PAE ŚROD	90,23	94,44	86,02	95,00	87,07	52,02
SAU ATCC	37,59	89,69	82,75	94,65	64,00	97,44
SAU KLIN	56,88	91,70	80,94	94,76	84,79	96,08
SAU ŚROD	62,69	92,67	81,61	93,75	88,46	94,40
SEN ATCC	90,38	89,52	86,84	97,16	88,95	75,97
SEN KLIN	90,28	89,90	90,75	95,83	87,74	47,74
SEN ŚROD	90,23	89,59	88,30	95,95	88,00	58,83
CSP (spory)	6,61	3,23	-2,56	71,23	1,14	4,30
CAL ATCC	92,93	97,02	88,00	96,84	19,00	37,50
ANI ATCC	86,91	60,00	68,85	95,91	36,67	56,52
PCH ATCC	90,13	53,85	75,06	97,30	66,71	42,19

R[%] *LISTERIA MONOCYTOGENES* NA POWIERZCHNIACH



WYNIKI BADAŃ

Stopień redukcji *Klebsiella pneumoniae* za pomocą technologii RCI



Skuteczność Technologii RCI

w eliminacji zagrożeń
mikrobiologicznych

100 %

Klebsiella pneumoniae

84,16 %

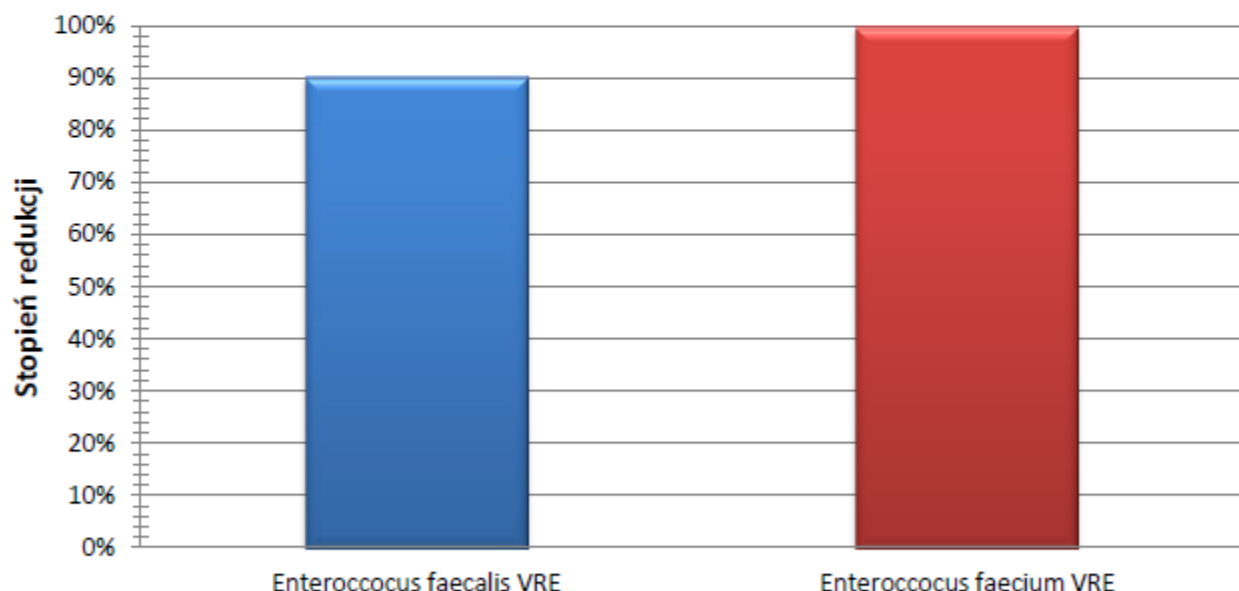
Klebsiella pneumoniae NDM

Jednostka badawcza:
Stowarzyszenie „Rozwój Mikrobiologii”
z Bydgoszczy



WYNIKI BADAŃ

Stopień redukcji *Enterococcus VRE* za pomocą technologii RCI



Skuteczność Technologii RCI

w eliminacji zagrożeń
mikrobiologicznych

90.05 %

Enterococcus faecalis VRE

99.61 %

Enterococcus faecium VRE

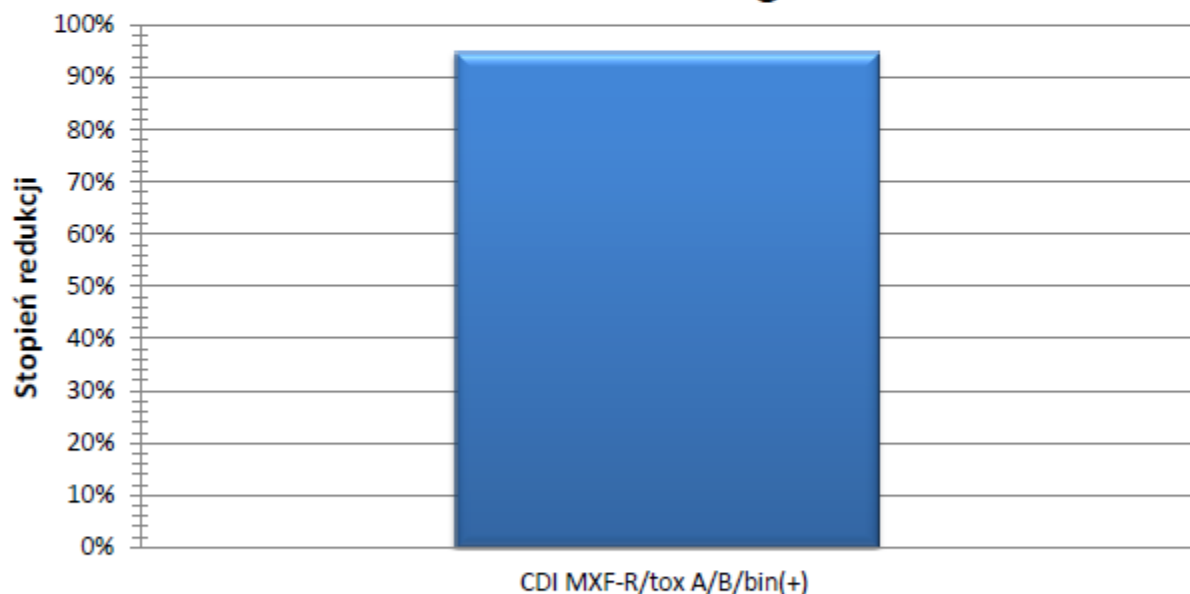
Jednostka badawcza:
Stowarzyszenie „Rozwój Mikrobiologii”
z Bydgoszczy

ActivTek 



WYNIKI BADAŃ

Stopień redukcji *Clostridium difficile* za pomocą technologii RCI



Skuteczność Technologii RCI
w eliminacji zagrożeń
mikrobiologicznych

94,65 %

Clostridium difficile

Jednostka badawcza:
Stowarzyszenie „Rozwój Mikrobiologii”
z Bydgoszczy

ActivTek 



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Efficacy of radiant catalytic ionization to reduce bacterial populations in air and on different surfaces



Krzysztof Skowron ^{a,*}, Katarzyna Grudlewska ^a, Joanna Kwiecińska-Piróg ^a, Grzegorz Gryń ^b,
Młcisław Śrutek ^c, Eugenia Gospodarek-Komkowska ^a

^a Department of Microbiology, Nicolaus Copernicus University in Torun, Ludwik Rydygier Collegium Medicum, 9 M. Skłodowskiej-Curie Street, 85-094 Bydgoszcz, Poland

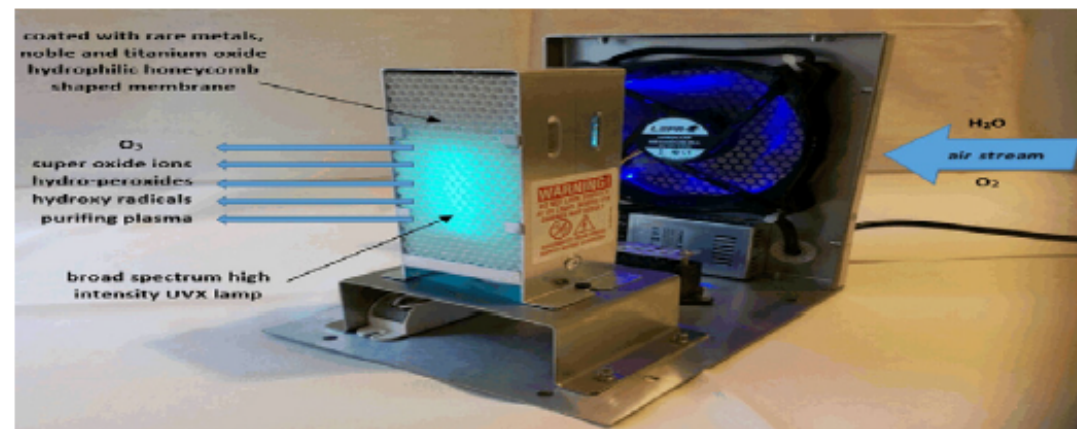
^b Plant Breeding and Acclimatization Institute – National Research Institute, Al Powstańców Wlkp. 10, 85-090 Bydgoszcz, Poland

^c Faculty of Telecommunications, Computer Science and Electrical Engineering, University of Science and Technology, Al prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, Poland

HIGHLIGHTS


- The radial catalytic ionization biocidal efficiency (RCI) has been evaluated.
- The coefficient of microbial elimination from the air was >95% after RCI usage.
- RCI usage causes visible elimination of microorganisms from tested surface.
- RCI biocidal efficiency depends on strain and type of surface.
- Spores of *Clostridium* spp. were more resistant than vegetative form of bacteria and fungi.

GRAPHICAL ABSTRACT



ORIGINAL ARTICLE

The effectiveness of radiant catalytic ionization in inactivation of *Listeria monocytogenes* planktonic and biofilm cells from food and food contact surfaces as a method of food preservation

K. Skowron , K. Grudlewska, A. Krawczyk and E. Gospodarek-Komkowska

Department of Microbiology, Nicolaus Copernicus University in Toruń, Collegium Medicum of L. Rydygier in Bydgoszcz, Bydgoszcz, Poland

Keywords

biofilm, food contact surfaces, *Listeria monocytogenes*, microbicidal effectiveness, radiant catalytic ionization.

Correspondence

Krzysztof Skowron, Department of Microbiology, Nicolaus Copernicus University in Toruń, Ludwik Rydygier Collegium Medicum, 9 M. Skłodowskiej-Curie Street, 85-094 Bydgoszcz, Poland.
E-mail: skowron238@wp.pl

2017/2563: received 14 October 2017, revised 25 January 2018 and accepted 27 January 2018

doi:10.1111/jam.13715

Abstract

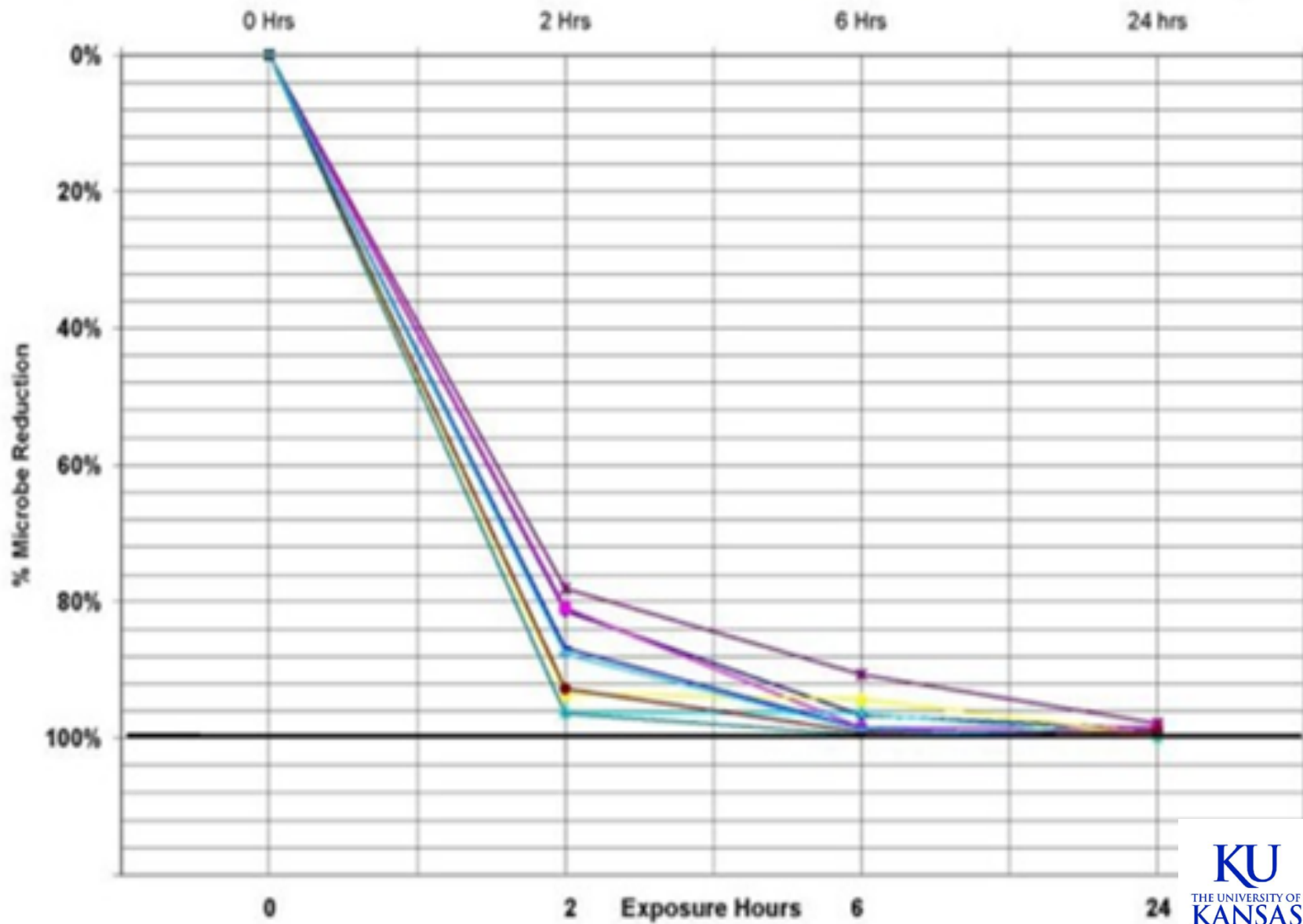
Aims: The aim of the study was to evaluate the microbicidal effectiveness of radiant catalytic ionization (RCI) against *Listeria monocytogenes* strains in the form of planktonic cells and biofilm on food products and food contact surfaces as a method of food preservation.

Methods and Results: The study material comprised six strains of *L. monocytogenes*, isolated from food. Samples of different types of food available by retail (raw carrot, frozen salmon filets, soft cheese) and the fragments of surfaces (stainless steel AISI 304, rubber, milled rock tiles, polypropylene) were used in the experiment. The obtained results showed the effectiveness of RCI in the inactivation of both forms of the tested *L. monocytogenes* strains on all the surfaces. The effectiveness of RCI for biofilm forms was lower as compared with planktonic forms. The PRR value ranged from 18.19 to 99.97% for planktonic form and from 3.92 to 70.10% for biofilm.

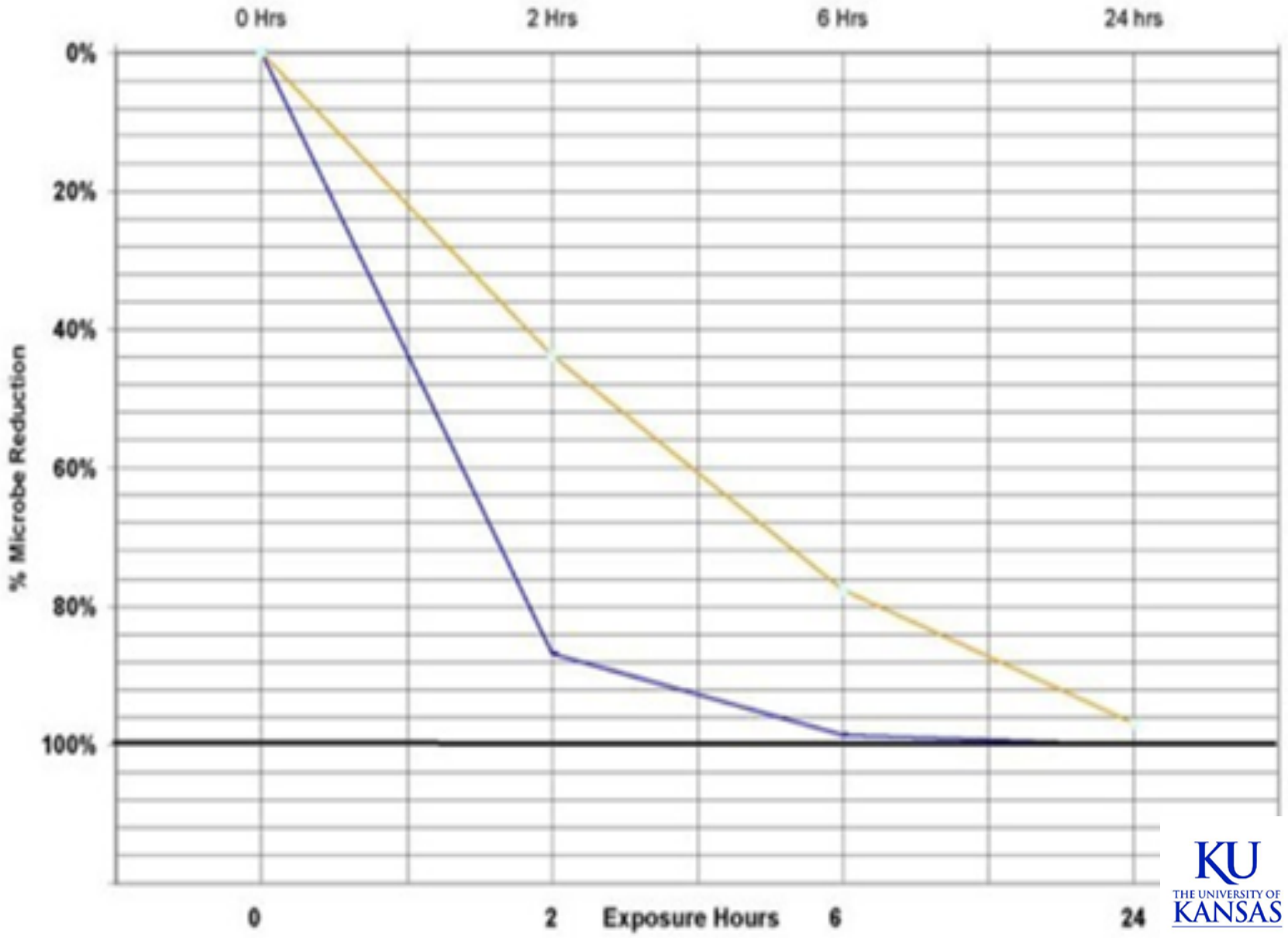
Conclusions: The RCI phenomenon induces the inactivation of *L. monocytogenes* on surfaces of food and materials used in the processing industry to a varying degree, depending on the manner of surface

WYNIKI INNYCH ZESPOŁÓW BADAWCZYCH

ELIMINATION ON SURFACE

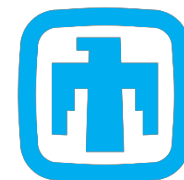
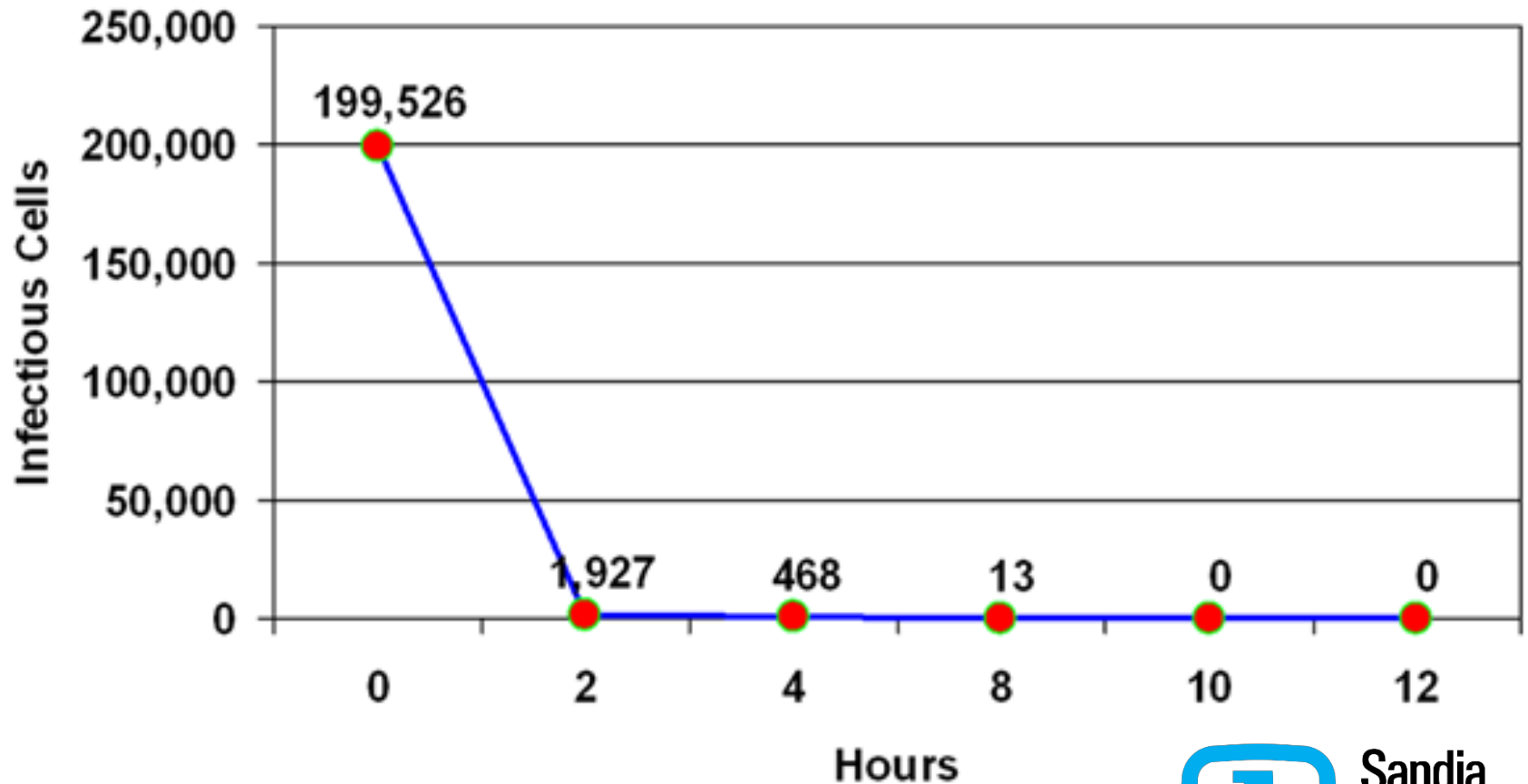


RCI vs. OZON



Avian Flu Inactivation with RCI

TCID₅₀/cm² vs Time



Sandia
National
Laboratories

WNIOSKI

POWIETRZE

1. RCI jest skuteczna w eliminacji badanych gatunków bakterii i ich form przetrwalnikowych oraz grzybów.
2. We wszystkich przypadkach procentowy współczynnik redukcji był nieznacznie wyższy dla RCI, co świadczy o jej wyższej skuteczności w eliminacji badanych gatunków bakterii i ich form przetrwalnikowych oraz grzybów w porównaniu z przepływową lampą UV-C użytą w badaniu.
3. Zarówno RCI, jak i UV-C, miały stosunkowo niską skuteczność sporobójczą, przy czym w przypadku spor *C. sporogenes* przewaga efektywności RCI była najbardziej wyraźna.
4. RCI wykazało wysoką skuteczność niezależnie od fenotypu lekooporności badanych szczepów

WNIOSKI

POWIERZCHNIE

1. RCI jest skuteczna w ograniczeniu liczby jednostek tworzących kolonie badanych gatunków bakterii i grzybów naniesionych w formie zawiesin na powierzchnie użyte w doświadczeniu.
2. Skuteczność RCI jest zróżnicowana w zależności od rodzaju badanej powierzchni oraz gatunku, a nawet szczepu użytego drobnoustroju.
3. We wszystkich przypadkach działania RCI na formy wegetatywne badanych drobnoustrojów wykazano redukcję ich liczby w porównaniu do kontroli.
4. Praktycznie nie stwierdzono wpływu RCI na zmianę liczby spor bakterii beztlenowych.
5. Użycie RCI pozwoliło ograniczyć liczbę pałeczek *L. monocytogenes* odzyskiwanych ze skażonej żywności oraz powierzchni zanieczyszczonych skażoną materią organiczną.
6. Wykazano pewną skuteczność RCI w eradykacji biofilmu z badanych powierzchni.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ