

Zastosowanie nanosrebra do korekcji wody w układach chłodzących

dr inż. Iwona Kłosok-Bazan
Politechnika Opolska

Bakteriobójcze właściwości srebra

- Srebro jako środek antyseptyczny było znane już w starożytności.
- W Persji, już 400 lat przed naszą erą, wodę przetrzymywano w srebrnych naczyniach, a do dzbanka z mlekiem wrzucano srebrną monetę.
- Grecka i Babilońska cywilizacja doskonale знаła dezynfekujące właściwości srebra, a Rzymianie używali srebra w celach medycznych

Bakteriobójcze właściwości srebra

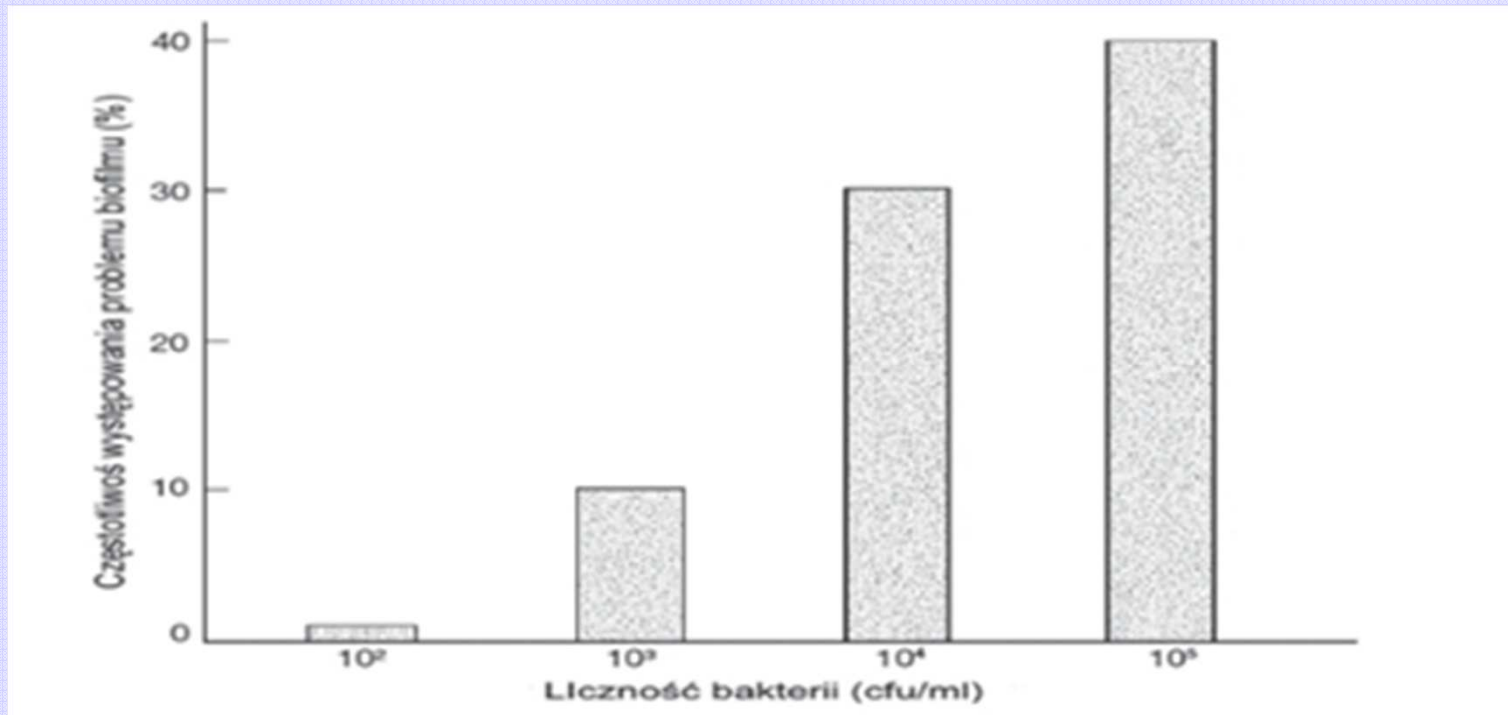
- W Czechosłowacji po zakończeniu II wojny światowej stworzono preparat przeciwko broni biologicznej o nazwie "Movidyn", który cechował się niezwykle silnym działaniem. Movidyn był sproszkowaną formą srebra koloidalnego, bez zapachu, smaku i już przy stężeniu 1 na miliard wykazywał silne działanie biobójcze. Jego skuteczność badano w zakażonych studniach gdzie całkowicie niszczył zarazki tyfusu, malarii, cholery i czerwonki.

Bakteriobójcze właściwości srebra

- W marcu 1978 roku pojawił się artykuł zatytułowany „*OUR MIGHTIEST GERM FIGHTER*”, w którym autor stwierdził, że srebro jest najpotężniejszą bronią przeciw zarazkom i że już ponad połowa linii lotniczych na świecie używa filtrów do wody ze srebrem, jako metody ochrony pasażerów przed chorobotwórczymi zarazkami. Filtry wykorzystujące działanie srebra zainstalowano również w wahadłowcach NASA.

**Ze względu na liczne zalety nanosrebra,
w ostatnim czasie prowadzone są badania
nad wykorzystaniem jego biobójczych
właściwości w układach chodzących.**

Zagrożenia mikrobiologiczne związane z funkcjonowaniem chłodzi



Rys. 1. Zależność częstotliwości występowania zjawiska biofilmu w zależności od stopnia skażenia mikrobiologicznego wody

Analizując zagrożenie związane z rozwojem biofilmu trzeba zauważyć, że w systemach technicznych mikroorganizmy takie jak np. glony, bakterie i pleśnie mogą **znacznie zmniejszać przechodzenie ciepła** wskutek powstawania biowarstewek lub **utrudniać pracę urządzeń** przez zmniejszanie przekroju przewodów.

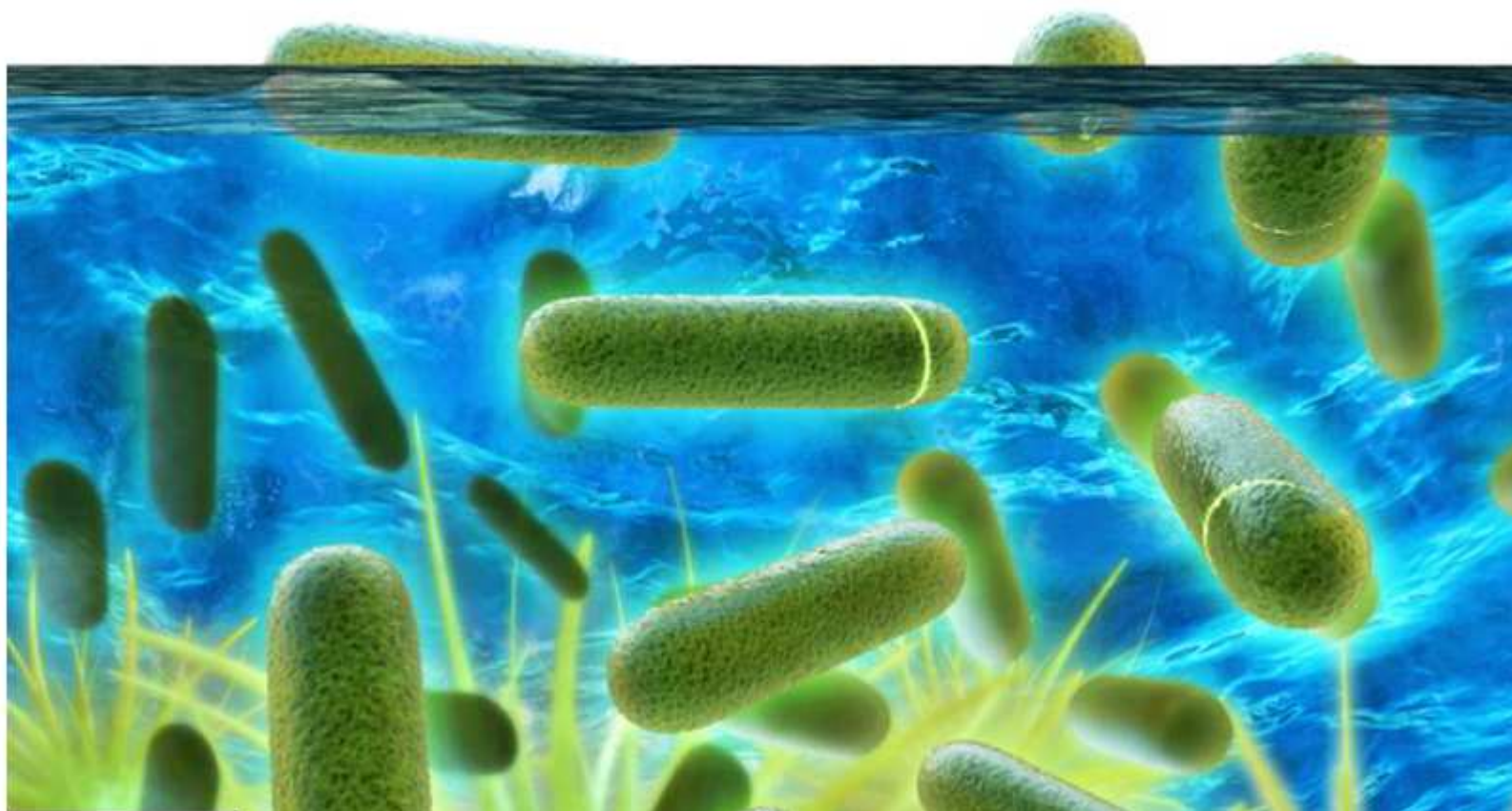
Zmniejszenie przechodzenia ciepła przez biowarstewki jest **czterokrotnie większe** niż przez osady wapna.

Dodatkowo procesy przemiany materii zachodzące w mikroorganizmach powodują zjawiska korozyjne prowadzące do uszkodzeń instalacji

Niebezpiecznym zjawiskiem, szeroko opisanym w literaturze, związanym z rozwojem mikroorganizmów w chłodniach jest rozwój patogennych bakterii *Legionelli*.

Legionella w słynnym browarze w Niemczech

Miasto Warstein w Nadrenii Północnej-Westfalii od tygodni walczy z legionellą. Zainfekowanych zostało już 165 osób, dwie zmarły. Groźną bakterię wykryto teraz w browarze Warsteiner.



<http://wiadomosci.onet.pl/swiat/legionella-w-slynnym-browarze-w-niemczech/xjmke>
z dnia 15.09.2013

Legionella groźna dla zdrowia

- Wybuch infekcji *Legionelli* w Warstein (okręg Sauerland) jest jednym z najpoważniejszych w historii Niemiec. Od początku sierpnia pałeczkami groźnej bakterii zainfekowało się tam 165 osób. 26 osób ciągle jeszcze przebywa w szpitalu, w tym dwie na oddziale intensywnej terapii. **Dwóch mężczyzn zmarło.**

Piwo jest bezpieczne

- W piwie Legionelli na pewno nie ma, ponadto podgrzewanie go w procesie produkcyjnym do blisko stu stopni Celsjusza zabiłoby bakterie, które od 60 stopni C giną, zapewnia ministerstwo. Mimo to nakazało browarowi podjęcie szczególnych środków ostrożności. W najbliższych dniach urządzenia browaru mają m.in. zostać zdezynfekowane promieniami ultrafioletowymi, przykryty ma też być zbiornik sedymentacyjny

Bakterie z rodzaju *Legionella* to bakterie mezofilne, które mają zdolność namnażania się w warunkach naturalnych w temperaturze 20-50 °C. Mogą również namnażać się w komórkach ameb i glonów do temperaturze do 67 °C.

Niestety ich usytuowanie wewnątrzkomórkowe i wewnątrz biofilmu może, chronić je przed działaniem środka dezynfekcyjnego. Mogą też pozostawać w stanie uśpienia w przetrwalnikach pierwotniaków i uaktywniać się wraz ze wzrostem komórki żywiciela.

Legionella wywołuje groźne schorzenie układu oddechowego - chorobę legionistów oraz gorączkę Pontiac

- Literatura podaje, że jedną z dróg szerzenia się zakażenia tą bakterią jest powietrze, w którym unosi się zakażony aerozol o średnicy kropeł 2,0 do 5,0 mikrometrów. Przeżywalność bakterii w aerozolu wzrasta od 3 do 15 minut wraz ze wzrostem wilgotności od 30 do 80%. Aerozol niesiony wiatrem pozostaje zakaźny nawet w odległości 1 km od chłodni kominowej. W takim przypadku zakażenie następuje poprzez inhalację zakażonego aerozolu.

Wymagania dotyczące jakości wody w układach chłodzących

Wskaźniki jakości wody		Materiał mający kontakt z wodą		
		Stal węglowa i metale kolorowe ¹⁾	Stal węglowa, inne materiały powlekane	Tworzywa sztuczne, stal, Cr-Ni-Mo
Wymagania ogólne	-	Woda klarowna, bezbarwna, bez zawiesin		
Wartość pH ²⁾	-	7,5 – 8,5		
Ogólna zawartość soli	g/m ³	< 1800	< 2100	<2500
Przewodność elektryczna	mS/cm μS/cm	<220 <2200	<250 <2500	<300 <3000
Wapń	mol/m ³ g/m ³	> 0,5 > 20		- -
Twardość węglanowa	° d mol/m ³	< 4 < 0,7		
Twardość węglanowa przy stabilizacji twardości ³⁾	° d mol/m ³	< 20 < 3,5		
Chlorki ⁴⁾	mol/m ³ g/m ³	< 5,6 < 200	< 7 < 250	< 11,3 < 400
Siarczany ⁴⁾	mol/m ³ g/m ³	< 3,4 < 325	< 4,2 < 400	< 6,3 < 600
Utlenialność (KMnO ₄)	g/m ³	<100		
Liczba bakterii	1/ml	<10000 ⁵⁾		

Badania nad skutecznością działania nanosrebra

- Celem badań było określenia skuteczności działania środka biobójczego, zawierającego nanosrebro o wymiarach cząstek srebra na powierzchni krzemionki, nie przekraczających 20 nm, na bakterie z grupy coli.
- Nanosrebro dozowano do wody pochodzącej z obiegu chłodzącego chłodni kominowej zasilanej z ujęcia wody powierzchniowej, zawierającej bakterie z grupy coli.

Badania nad skutecznością działania nanosrebra

- Zastosowano następujące dawki: 0,1 ppm; 0,5 ppm; 1 ppm; 1,5 ppm; 2 ppm. Założono, że minimalny czas kontaktu wody i środka biobójczego powinien wynosić co najmniej 1 godzinę.
- Po tym czasie wykonano analizy mikrobiologiczne poszczególnych prób i prób zerowych tj. prób samej wody obiegowej.
- W celu ograniczenia błędów oraz możliwości oceny statystycznej uzyskanych wyników, badania wykonano z sześciokrotnym powtórzeniem, w dwóch seriach badawczych.

Wnioski

- Uzyskane wyniki potwierdzają wstępną przydatność środków na bazie nanosrebra jako środków korygujących jakość wody chłodniczej.
-
- Przy czym, na tym etapie badań wykonano jedynie wstępne rozpoznanie skuteczności na stosunkowo łatwo oznaczanych, ogólnie dostępnych mikroorganizmach z grupy coli.

Wnioski

- Należy prowadzić dalsze badania nad oddziaływaniem tego typu środków na inne bakterie, w szczególności na bakterie z grupy *Legionella*, gdyż to one stanowią największe zagrożenia dla zdrowia ludzi, a warunki panujące w układach chłodzących sprzyjają ich rozwojowi.

■

**Należy pamiętać, że zagrożenia dla
środowiska i ludzi stwarzane przez
nanosrebro, nie zostały jeszcze w pełni
poznane.**