

# Okładziny ceramiczne o właściwościach antybakteryjnych

DR INŻ. ZBIGNIEW WOŹNIAK

CERAMIKA PARADYŻ SP. Z O.O.

## SŁOWA KLUCZOWE

plytki, ceramiczne, antybakteryjne, Paradyż

## KEYWORDS

tiles, ceramics, antibacterial, Paradyż

## STRESZCZENIE

Artykuł opisuje przebieg prac połączonego zespołu badawczo-rozwojowego Ceramiki Paradyż Sp. z o.o. i Smart Nanotechnologies Sp. z o.o., których efektem jest opracowanie technologii okładzin ceramicznych (płytek) o właściwościach antybakteryjnych. W badaniach testowano jej wpływ na często występujących w otoczeniu przedstawicieli bakterii typu Gram-dodatnich *Staphylococcus aureus* oraz Gram-ujemnych *Escherichia coli*. Zaprezentowano wyniki badań potwierdzające możliwość kontrolowanej produkcji płytek ceramicznych o właściwościach antybakteryjnych.

## SUMMARY

### The ceramic tiles with antibacterial properties

This article describes the workshops results of the united teams of Ceramika Paradyż Sp. z o.o. and Smart Nanotechnologies Sp. z o.o.. They invented the technology of ceramic tiles to product the items with antibacterial properties. The *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* were tested during the research as some of the most frequently existed environmental bacteria. They are the representatives the two types of bacteria (G+, G-). The article presents and does confirm the possibility of the stable production ceramic tiles with antibacterial properties.

## WPROWADZENIE

Aktualne wydarzenia na świecie dobitnie dowodzą, jak niebezpieczne są wirusy. Ebola, HIV, Marburg, żółta febra, Denga, koronawirusy, MERS<sup>1</sup> i SARS<sup>2</sup>, wywołujące chorobę COVID-19 zbierają swoje śmiertelne żniwo wszędzie tam, gdzie się pojawiają. Ale oprócz tych spektakularnych istnieją również inne, które są blisko, a nawet bardzo blisko nas. Nie stanowią problemu aż do momentu, gdy wymkną się spod kontroli naszego organizmu, tym bardziej, że z czasem mutują uodparniając się np. na działanie antybiotyków.

Jednymi z podstawowych mikroorganizmów, które spotykamy na co dzień w naszym otoczeniu są pałeczki okrężnicy (*Escherichia coli*) i bakterie z grupy gronkowców (np. *Staphylococcus aureus*). W niniejszym artykule nie skupiam się na analizie istniejących zagrożeń od strony bakteriologicznej, ale przedstawiam wyniki prób podjętych w celu nadania okładzinom ceramicznym – w tym przypadku płytkom i dekoracjom – właściwości o charakterze antybakteryjnym.

Bakteria typu Gram-dodatniego (G+), jaką jest gronkowiec złocisty, występuje najczęściej w jamie nosowo-gardłowej oraz na skórze. Bardzo często żyje i namnaża się również w warunkach szpitalnych. Gronkowce nie są odporne na wysoką temperaturę i giną w trakcie ogrzewania, natomiast enterotoksyn *Staphylococcus aureus* nie niszczy nawet długie gotowanie (ponad 30 min) czy pieczenie. Zakażenie gronkowcem może prowadzić w skrajnych przypadkach do śmierci.

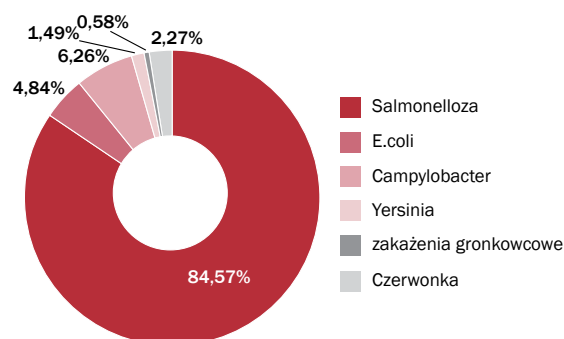
Bakterie typu Gram-ujemnego (G-) o nazwie *Escherichia coli* (pałeczka okrężnicy) są w naszym organizmie elementem naturalnej flory bakteryjnej jelita grubego, uczestniczą w rozkładzie pokarmu



Fot. 1. Widok fragmentów płytek kontrolnych z badań mikrobiologicznych po nałożeniu testowych szczepów bakterii – płytki referencyjne dla bakterii Gram-dodatnich *Staphylococcus aureus* (gronkowiec złocisty) i Gram-ujemnych *Escherichia coli* (pałeczka okrężnicy).

oraz produkcji witamin z grupy B i K. Mogą występować w glebie i wodzie, w której często stanowią miernik zanieczyszczenia. Nieszkodliwe w jelicie, po wydostaniu się z niego mogą powodować zakażenia układu moczowego, zatrucia pokarmowe, ropnie narządowe, zapalenie otrzewnej, posocznice a nawet sepsę.<sup>3</sup>

Raport sanitarny dla Polski za 2018 r.<sup>4</sup> obrazuje ilość zakażeń najczęstszymi bakteriami.



Fot. 2. Wybrane czynniki zakaźne wywołujące zakażenia i zatrucia pokarmowe w 2018 r.

1. <https://wsse.rzeszow.pl/nadzor-sanitarny/oddzial-epidemiologii/choroby-zakazne/koronawirusy-mers-cov>

2. <https://wsse.rzeszow.pl/strona-glowna/koronawirus-2019-ncov-informacje>

4. Materiały szkoleniowe ITA-TEST przygotowane na potrzeby CP.

4. <https://gis.gov.pl/wp-content/uploads/2019/09/SSK-2018-www-1.pdf>

## OPIS PRAC

Wyniki prac badawczych przedstawionych w niniejszym artykule są efektem wspólnych, kilkuletnich działań zespołu badawczo-rozwojowego Ceramiki Paradyż Sp. z o.o. oraz Smart Nanotechnologies Sp. z o.o. (w dalszej treści w skrócie odpowiednio CP i SNT). Głównymi zadaniami zespołu były: opracowanie receptury mieszaniny o właściwościach antybakteryjnych oraz opracowanie technologii, która przy użyciu dostępnych technik aplikacyjnych w stabilny i trwały sposób pozwoli nanieść i zachować warstwę o żądanych na powierzchni okładzinowych płytek ceramicznych.

Początkowe prace dotyczyły możliwości zastosowania dodatku antybakteryjnego w produkcji płytek wg grup normatywnych BI<sub>a</sub>, BI<sub>b</sub> i BIII, o zróżnicowanej nasiąkliwości wodnej, zgodnie z zapisami normy PN-EN ISO 14411, jednakże z uwagi na nadmierną liczbę prób zdecydowano o wykorzystaniu do dalszych prac tylko płytek grupy BIII o nasiąkliwości wodnej E<sub>w</sub> >10%.

## METODYKA BADAŃ MIKROBIOLOGICZNYCH

Badania mikrobiologiczne wykonano w oparciu o zapisy normy ISO 22196:2007 *Plastics – Measurement of antibacterial activity on plastics surfaces* dla szczepów *Staphylococcus aureus* ATCC6538 i *Escherichia coli* ATCC8739. Identyfikacja szczepów jest zgodna z Amerykańską Kolekcją Hodowli Szczepów – ATCC. Badania mikrobiologiczne wykonywano w laboratorium SNT oraz w wybranych laboratoriach zewnętrznych (m.in. LAB-TEST, ITA-TEST)<sup>3</sup>.

Materiał testowy stanowiły płytki ceramiczne szklione – ze szklivem matowym i błyszczącym – o wymiarach 198×198 mm, produkowane w zakładzie Ceramiki Paradyż Sp. z o.o. w Opocznie. Wycięto z nich płytki testowe o powierzchni ok. 25 cm<sup>2</sup> z dodatkiem antybakteryjnym oraz próbki kontrolne bez dodatku funkcyjnego. Jako warstwy przykrywającej użyto sterylnych worków Stomachera, wykonanych z polietylenu o grubości 70 μm, z których wycięto kwadraty o powierzchni 16 cm<sup>2</sup>. Objętość inoculum<sup>5</sup> mikroorganizmów wynosiła 0,3 cm<sup>3</sup>, a liczba żywych bakterii w nim zawarta wynosiła odpowiednio: dla *Staphylococcus aureus* – 6×10<sup>5</sup> jtk • cm<sup>-3</sup> i dla *Escherichia coli* – 6×10<sup>5</sup> jtk • cm<sup>-3</sup>. Czas kontaktu wynosił 24 godziny<sup>6</sup>.

$$R = (U_t - U_0) - (A_t - U_0) = U_t - A_t$$

gdzie:

R – aktywność antybakteryjna;

U<sub>0</sub> – średnia z logarytmu dziesiętnego liczby żywych bakterii (jtk/cm<sup>2</sup>) pokrywająca kontrolną próbkę (bez środka antybakteryjnego) roboczą bezpośrednio po zaszczepieniu;

U<sub>t</sub> – średnia z logarytmu dziesiętnego liczby żywych bakterii (jtk/cm<sup>2</sup>) pokrywającą kontrolną próbkę (bez środka antybakteryjnego) roboczą po 24 godzinach;

A<sub>t</sub> – średnia z logarytmu dziesiętnego liczby żywych bakterii (jtk/cm<sup>2</sup>) pokrywającą badaną próbkę roboczą po 24 godzinach.

Do prezentacji liczbowej wyników badań właściwości mikrobiologicznej stosuje się obliczenia aktywności antybakteryjnej, która jest różnicą logarytmów liczby zdolnych do przeżycia komórek wyhodowanych na produkcie bez środka antybakteryjnego i liczby uzyskanej dla produktu ze środkiem antybakteryjnym.

5. inoculum [łac.], roln. zawiesina cząstek wirusa, komórek bakterii lub zarodników grzyba (czasem fragmentów strzępek) patogenicznych dla rośliny, przygotowana przez człowieka w celu dokonania sztucznego zakażenia.

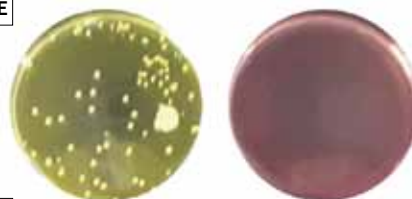
6. Metodologia badań mikrobiologicznych realizowana w SNT – dane dla raportu z badań z dnia 27.01.2020 r.

## WYNIKI BADAŃ

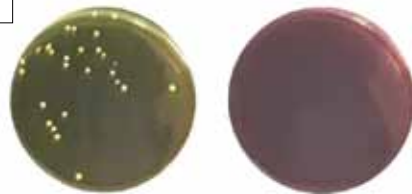
Tab. 1. Liczba żywych bakterii *Staphylococcus aureus* na płytkach kontrolnych oraz testowych zawierających dodatek o właściwościach antybakteryjnych.

Laboratorium Smart Nanotechnologies	Wyniki uzyskane dla próby badanej i kontrolnej			
	Płytki błyszczące		Płytki matowe	
Oznaczany parametr	Próbka kontrolna po 24h	Próbka kontrolna po 24h	Próbka kontrolna po 24h	Próbka kontrolna po 24h
Średnia liczba żywych komórek bakterii [jtk • cm <sup>-2</sup> ]	2,19 • 10 <sup>2</sup>	0	6,88 • 10 <sup>4</sup>	0
Średnia z logarytmu dziesiętnego z liczby żywych komórek bakterii	2,34	0	1,84	0

BŁYSZCZĄCE



MATOWE



Fot. 3. Liczebność bakterii po 24 godzinach inkubacji dla szczepu *Staphylococcus aureus* (próbka kontrolna z prawej).

Tab. 2. Liczba żywych bakterii *Escherichia coli* na płytkach kontrolnych oraz testowych zawierających dodatek o właściwościach antybakteryjnych.

Laboratorium Smart Nanotechnologies	Wyniki uzyskane dla próby badanej i kontrolnej			
	Płytki błyszczące		Płytki matowe	
Oznaczany parametr	Próbka kontrolna po 24h	Próbka kontrolna po 24h	Próbka kontrolna po 24h	Próbka kontrolna po 24h
Średnia liczba żywych komórek bakterii [jtk • cm <sup>-2</sup> ]	6,45 • 10 <sup>4</sup>	3,96 • 10 <sup>1</sup>	1,29 • 10 <sup>5</sup>	0
Średnia z logarytmu dziesiętnego z liczby żywych komórek bakterii	4,81	1,60	5,11	0

Tab. 3. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa oraz redukcja liczby bakterii na płytkach ceramicznych.

Bakteria	Badana próbka	Aktywność przeciwdrobnoustrojowa (antybakteryjna)	Redukcja liczby bakterii [%]
<i>Staphylococcus aureus</i>	Błyszcząca	2,34	100
	Matowa	1,84	100
<i>Escherichia coli</i>	Błyszcząca	3,21	99,93
	Matowa	5,11	100

BŁYSZCZĄCE



MATOWE



Fot. 4. Liczebność bakterii po 24 godzinach inkubacji dla szczepu *Escherichia coli* (próbka kontrolna z prawej).

## PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki potwierdziły skuteczność przyjętych rozwiązań zarówno w obszarze opracowania koloidu o właściwościach antybakteryjnych, jak i opracowanej technologii nanoszenia. Kilukrotnie powtórzone na kolejnych partiach próbnym badania płytek z antybakteryjnym dodatkiem wykazały powtarzalność właściwości na zbliżonym poziomie w zakresie 90–100%, parametryzacja procesu zapewnia stabilną, powtarzalną aplikację. Ze względu na trwające jeszcze prace badawcze, kluczowe informacje o użytych surowcach i zastosowanej technologii muszą pozostać tajemnicą.

## ZESPÓŁ BADAWCZO-ROZWOJOWY

Ceramika Paradyż Sp. z o.o. – Zbigniew Woźniak, Halina Pęczkowska  
Smart Nanotechnologies Sp. z o.o. – Paweł Smoleń, Anna Regiel-Futrya, Anna Tokarz, Maria Kostecka, Tomasz Bigaj.



dr inż. Zbigniew Woźniak

Absolwent Wydziału Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie na kierunku Inżynieria Materiałowa oraz Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej. Główny Technolog w zakładzie Ceramiki Paradyż Sp. z o.o. w Opocznie, wspólnie z kilkusobowym zespołem pełni nadzór technologiczny nad produkcją płytek, dekoracji ceramicznych, dekoracji szklanych, mozaiki prasowanej i ciętej oraz mozaiki szklanej. Odpowiada m.in. za wdrożenia nowych technologii i wyrobów do produkcji oraz optymalizację realizowanych procesów technologicznych.

e-mail: [zwozniak@paradyz.com.pl](mailto:zwozniak@paradyz.com.pl)

## LITERATURA I MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

[https://amr-review.org/sites/default/files/AMR%20Review%20Paper%20-%20Tackling%20a%20crisis%20for%20the%20health%20and%20wealth%20of%20nations\\_1.pdf](https://amr-review.org/sites/default/files/AMR%20Review%20Paper%20-%20Tackling%20a%20crisis%20for%20the%20health%20and%20wealth%20of%20nations_1.pdf)

<http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/antimicrobial-resistance/publications/2017/fact-sheet-on-the-sdgs-antimicrobial-resistance-2017>

[https://ec.europa.eu/health/amr/antimicrobial-resistance\\_en](https://ec.europa.eu/health/amr/antimicrobial-resistance_en)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26706614>

## DROGI CZYTELNIKU,

Świat zmienia się w zawrotnym tempie...

Nadszedł czas, by czasopismo „Szkło i Ceramika” przeszło transformację!

Z radością informujemy, że od 2020 roku będziemy funkcjonować jako kwartalnik, zwiększając swoją objętość aż do 72 stron!

Co to oznacza?

- Jeszcze więcej interesujących artykułów z kraju i ze świata.
- Nowy dział: Architektura.
- Nowe ceny pojedynczego numeru i prenumeraty: 39,99 zł i 159,96 zł.
- „Zniżka studencka” nadal obowiązuje i wynosi aż 40%!

Już niebawem ruszy również nowa odsłona naszej strony internetowej oraz wyczekiwana sprzedaż elektronicznej wersji SiC.

\*Warunki przyznania zniżki dostępne na stronie [www.szklo-ceramika.pl](http://www.szklo-ceramika.pl) w zakładce „Prenumerata”.

## ZNAJDŹ NAS:

<https://www.facebook.com/szkloiceramika/>

[https://www.instagram.com/szklo\\_i\\_ceramika/](https://www.instagram.com/szklo_i_ceramika/)