

## ■ Artykuł naukowo-techniczny

## WŁAŚCIWOŚCI FARB HIGIENICZNYCH BIOSAN Z DODATKIEM TRIKLOSANU

**Streszczenie.** Triclosan (4-chloro-2-(2,4-dichlorofenoksy)-fenol, CAS 3380-34-5) jest związkiem o silnym działaniu przeciwdrobnoustrojowym, a jako związek z grupy fenoli, jest słabo rozpuszczalny w wodzie. Do niedawna ograniczało to jego stosowanie w wyrobach lakierowych. Bactron, stosowany w produktach o nazwie handlowej Biosan jest mikrobiologicznie aktywnym ciekłym koncentratem triklosanu opartym na unikalnej (chronionej patentem) recepturze, który pozwala na wprowadzenie 4-chloro-2-(2,4-dichlorofenoksy)-fenolu do wyrobu lakierowego. Antybakteryjnie modyfikowany produkt (Biosan z Bactronem) wykazuje nie tylko znakomitą aktywność bakteriostatyczną (powstrzymując rozwój bakterii), ale także bakteriobójczą. Wzrost tolerancji lub rozwój szczepów opornych na triklosan zawarty w Bactronie jest wysoce nieprawdopodobny, jako konsekwencja jego wielopoziomowego sposobu działania.

**Hygienic coatings with triclosan – antibacterial properties of Biosan coating materials**

**Abstract.** Triclosan (4-chloro-2-hydroxyphenyl 2,4-dichlorophenyl ether, CAS 3380-34-5), a strong antimicrobial agent, has a form of a powder scarcely soluble in water. Thus for a long time it was impossible to use it in coatings. Bactron present in Biosan hygienic sealer and a family of waterborne paints applies a technology that with a help of a carrier allows addition of a 4-chloro-2-hydroxyphenyl 2,4-dichlorophenyl ether into the coating composition. Bactron-modified paint composition from the Biosan family shows bacteriostatic and bactericidal properties against a broad-spectrum of fungi and bacteria. It is highly unlikely that microorganisms develop resistivity against triclosan present in Bactron due to compounds' multifunctional mode of action.

**Wstęp**

Czynnik aktywny Bactronu – triklosan (4-chloro-2-(2,4-dichlorofenoksy)-fenol), jest szeroko stosowany od około 40 lat i jak do tej pory, brak jest przekonujących dowodów, które wskazywałyby, że jego stosowanie przyczynia się do rozwoju opornych szczepów bakterii, z którymi można się zetknąć w realnych sytuacjach życiowych [1]. Opinie te były podważane w artykule, którego współautorem był Dr Stuart Levy, opublikowanym w dniu 6 sierpnia 1998 roku w Nature [2]. Ostrzegano w nim, że nadmierne używanie triklosanu może doprowadzić do rozwoju oporności bakterii na triklosan, tak jak ma to miejsce w wielu przypadkach nabycia oporności bakterii na antybiotyki, opierając się na przypuszczeniu, że związek

ten zachowuje się jak antybiotyk. Później wykazano, że metoda laboratoryjna stosowana przez Dr Levy była niewłaściwa do określenia oporności bakterii na biocydy takie jak 4-chloro-2-(2,4-dichlorofenoksy)-fenol, co opisano w pracy, która została zlecona przez Procter & Gamble [3]. Od tamtego czasu przeprowadzono co najmniej siedem w pełni zrecenzowanych i opublikowanych niezależnych badań, które wykazały, że triklosan nie powoduje wzrostu oporności wśród bakterii, wliczając w to jedną pracę, której współautorem jest Dr Levy, opublikowaną w sierpniu 2004 roku w Antimicrobial Agents and Chemotherapy [4].

W wysokich stężeniach triklosan działa jako biocyd o złożonym oddziaływaniu, przede wszystkim na cytoplazmę i błonę komórkową [5]. Natomiast w niższych stężeniach działa

bakteriostatycznie, co oznacza, że atakuje bakterie głównie poprzez hamowanie syntezy kwasów tłuszczowych.

Triklosan obecny jest w mydłach (0,15 ÷ 0,30 %), dezodorantach, pastach do zębów, kremach do golenia, płynach do płukania gardła i środkach czystości oraz jest dodawany do coraz większej ilości produktów konsumpcyjnych, takich jak naczynia kuchenne, zabawki, pościel, skarpety i pojemniki na śmieci (niekiedy z zastrzeżonym patentem sposobem wprowadzenia Bactronu). Potwierdzono jego efektywność w zmniejszeniu i kontroli skażenia bakteryjnego na rękach i innych potraktowanych nim produktach.

Zasady stosowania triklosanu uregulowane są przez Zarząd Żywności & Leków USA i Unię Europejską, a w Polsce przez Ministerstwo Zdrowia. Zazwyczaj składnik aktywny jest rozpraszany w produktach finalnych w postaci proszku. Wyjątkowość Bactronu wynika z faktu, że (chroniona patentem EP 1592300A2) technologia umożliwia rozpuszczenie składnika aktywnego w roztworze wodnym, który następnie wprowadzany jest do produktu finalnego. Posiada on dwie główne zalety:

- bardzo upraszcza proces wytwarzania produktów o własnościach antybakteryjnych.
- testy przeprowadzone przez niezależne autoryzowane laboratorium mikrobiologiczne DEFRA\* dowiodły, że antybakteryjne właściwości Bactronu dotyczą całej powierzchni i objętości powłok malarskich.

Triklosan zawarty w Bactronie spełnia wymagania bezpieczeństwa określone w Teście Efektywności Antybakteryjnej Amerykańskiej Farmakopei (USP26), a każda partia składnika jest certyfikowana jako czysta przez niezależne laboratorium analityczne. Bactron produkowany jest przez firmę posiadającą akredytację ISO

\* **Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra)**, brytyjska rządowa organizacja odpowiedzialna za ochronę środowiska, standardy i produkcję żywności, rolnictwo, rybołówstwo oraz obszary wiejskie. Do zadań Defry należy także reprezentowanie Wielkiej Brytanii podczas rozmów i uzgodnień z Unią Europejską, dotyczących polityki w sprawie zrównoważonego rozwoju i zmian klimatycznych.

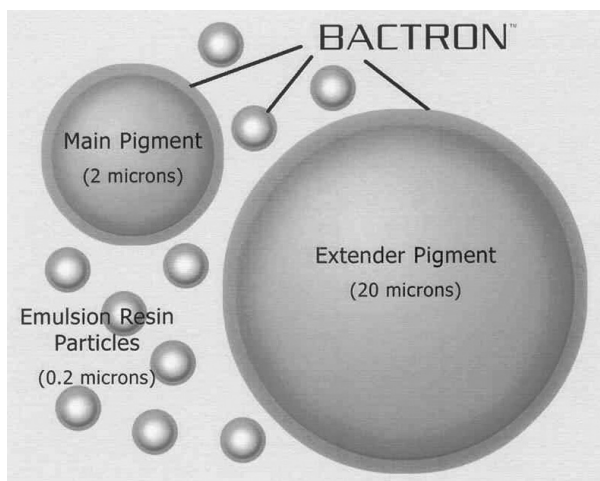
9002 i nie jest klasyfikowany jako szkodliwy dla ludzi, ze względu na fakt, że prawdopodobny poziom narażenia przy pracy z produktami go zawierającymi jest niezwykle niski, a praca z nim jest całkowicie bezpieczna.

Odrębne badania dowiodły, że składniki Bactronu rozproszone w środowisku nie ulegają akumulacji, a pod wpływem procesów biologicznych i fotolitycznych następuje ich biodegradacja. Poza tym, ponieważ Bactron stanowi integralną część powłoki malarskiej i jest dodawany do farb tylko w niewielkiej ilości, poziom jego stężenia w środowisku można uznać za znikomy.

- Zalety preparatu antybakteryjnego Bactron:
- skuteczność wobec dużej grupy bakterii gram dodatnich i gram ujemnych oraz pleśni i drożdży,
  - nie przyczynia się do rozwoju opornych szczepów bakterii,
  - jest bezpieczny,
  - jest trwały w czasie normalnej eksploatacji farb Biosan, w których jest obecny,
  - został sprawdzony w niezależnych testach,
  - nie ma wpływu na właściwości użytkowe i fizykochemiczne wyrobów, do których jest dodawany.

### Stosowanie preparatu antybakteryjnego Bactron w wyrobach lakierowych

Bactron jest stosowany w uszczelniaczu i wodorozcieńczalnych farbach higienicznych o wspólnej nazwie handlowej Biosan. Ich producentem jest firma Rustoleum-Mathys wchodząca w skład RPM Group z centralą w Ohio (USA). Jest dodawany do fazy wodnej zawierającej żywicę, pigmenty, wypełniacze i rozcieńczalnik (woda w przypadku Biosanu). Żywica, pigmenty i wypełniacze w ciekłej farbie są otaczane i częściowo penetrowane przez Bactron, który wykazuje pewne powinowactwo do polimeru (rys.1). Sprawia to, że Bactron jest integralną częścią ciągłej powłoki malarskiej. Dzięki zastosowaniu nowatorskiej technologii (chronionej patentem EP 1592300A2), zachowuje on wystarczającą mobilność wewnątrz suchej powłoki i może dyfundować na powierzchnię lub w inne obszary powłoki, które zosta-



Rys. 1. Farba w stanie ciekłym. Żywica i pigmenty w ciekłej farbie są otoczone i częściowo penetrowane przez Baktron (materiały źródłowe firmy RUST OLEUM MATHYS).

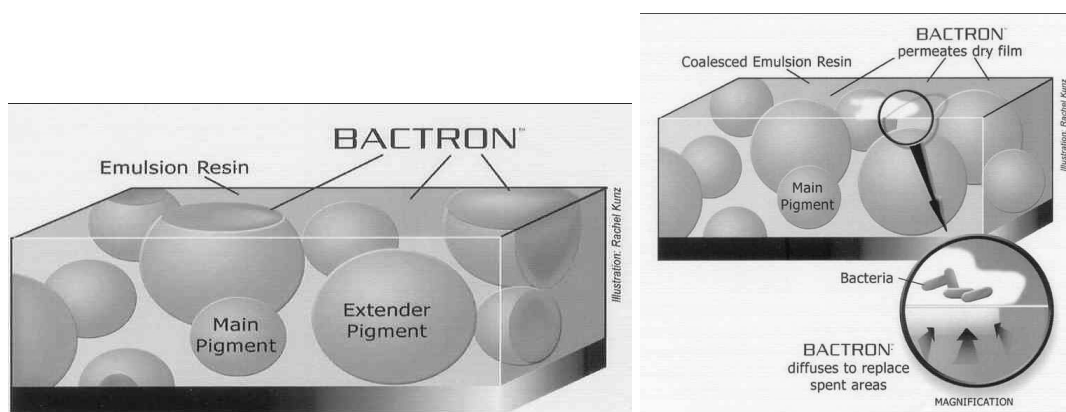
ły usunięte z powodu zużycia lub uszkodzeń mechanicznych (rys.2). Stosunkowo wysoki poziom Bactronu w powłoce (5000 ppm składnika aktywnego) znacznie przekracza minimalne stężenie hamujące rozwój mikroorganizmów i jest wystarczający do odbudowy uszczuplonych nim powierzchni dla co najmniej normalnej eksploatacji produktu, w którym Bactron jest obecny. Jeśli bakterie zostaną całkowicie zabite, można założyć, że ich nowa generacja nie będzie zdolna do rozwoju w powłokach wyrobów lakierowych i do nabycia jakiejś nowej formy oporności.

Niezależne badania potwierdzają, że przy zalecanym poziomie zawartości, stężenie Bac-

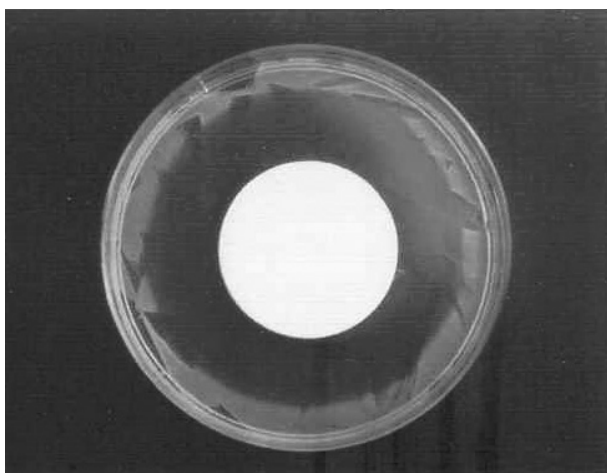
tronu w produkcie bazowym jest wystarczające do utrzymania wysokiej aktywności antibakteryjnej przez co najmniej 5 lat. Skutkuje to wydłużeniem czasu aktywnego funkcjonowania powłoki malarskiej w obszarach wymagających utrzymania wysokiego poziomu higieny.

W Polsce farby Biosan dopuszczone są do obrotu na podstawie decyzji Ministerstwa Zdrowia – Departamentu Zdrowia Publicznego dotyczącej pozwolenia na obrót produktami biobójczymi i aplikacji ich w obiektach użyteczności publicznej, gdzie wymagane jest zachowanie wysokich wymagań higienicznych, takich jak szkoły, szpitale itp. oraz obiektach przemysłu spożywczego, jak mleczarnie, browary, ubojnie itp. Farby Biosan zawierające triklosan jako substancję czynną (o nazwach: Biosan Ultra, Biosan Aqua Plus, Biosan Sealent, Biosan Aqua Matt, Biosan Aqua Satin, Biosan Aqua Gloss) decyzją Ministra Zdrowia są dopuszczone do powszechnego stosowania w szpitalach.

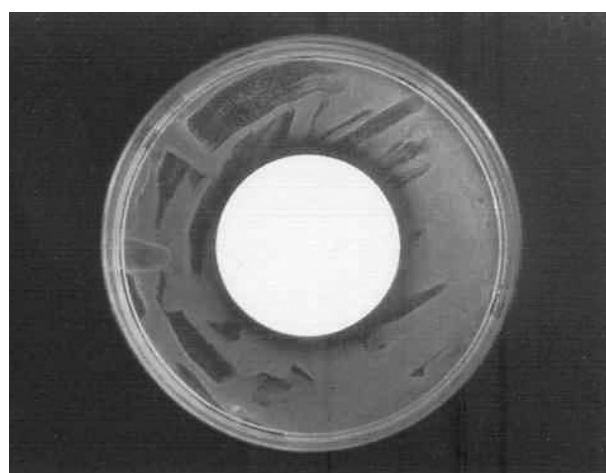
Opisane w artykule badania podjęto w celu wykazania efektywności przeciwdrobnoustrojowej farb higienicznych Biosan, w których zastosowano preparat antibakteryjny Bactron (zawierający składnik aktywny: 4-chloro-2-(2,4-dichlorofenoksy)-fenol). Badania przeprowadzono dla farby Biosan ULTRA. Określano skuteczność składnika aktywnego Bactronu względem szczepu *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. Ocenę skuteczności przeciwdrobnoustrojowej przeprowadzono zgod-



Rys. 2. Warstwa suchej farby. Bactron wypełnia powłokę i jest integralną częścią suchej warstwy (materiały źródłowe firmy RUST OLEUM MATHYS).



Rys. 3. Próbką farby B: zawierająca Bactron



Rys. 4. Próbką farby A: niemodyfikowana kontrolna

nie z: AATCC Test Method 90-1982: Antibacterial Activity of Fabrics, Detection of: Agar Plate Method oraz AATCC Test Method 100-2004: Antibacterial Finishes on Textile Materials: Assessment of. Badania zostały przeprowadzone przez niezależne autoryzowane laboratorium mikrobiologiczne DEFRA.

Metoda oparta na AATCC 90 [6] to 24-godzinny test Halo dla *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, w którym dwie próbki w kształcie krążka pomalowane tą samą farbą bazową są umieszczane na płytkach Petriego, zawierających pożywkę agarową z posiewem bakterią *Staphylococcus aureus*. (rys. 3-4: farba B: z Bactronem, farba A: kontrolna próbka odniesienia).

Natomiast metoda oparta na AATCC 100 [7] to 7-dniowy test aktywności bakteriobójczej dla *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. W teście tym dwie próbki w kształcie krążka pomalowane tą samą farbą bazową są szczepione

ciekłą kulturą zawierającą 560.000 jednostek CFU bakterii *Staphylococcus aureus*. Ilość jednostek CFU bakterii jest liczona po 24 i 72 godzinach oraz po 7 dniach od zaszczepienia.

Po 24 godzinach inkubacji strefa wolna od *Staphylococcus aureus* powiększyła się znacznie wokół próbki B. Ta strefa zaniku lub „halo” jest jakościowym przedstawieniem antybakteryjnej efektywności Bactronu w porównaniu z próbką A (tab. 1).

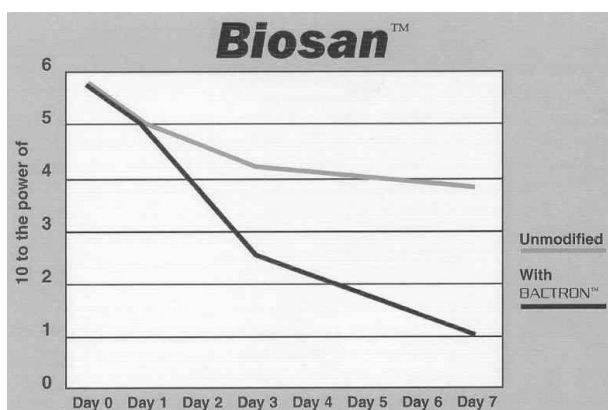
Wyniki tego eksperymentu zostały przedstawione graficznie z zastosowaniem skali logarytmicznej, jak dla standardów przemysłowych (rys. 5).

Eksperyment wykazał, że po początkowych 48 godzinach 99 % bakterii zostało zabitych przez próbkę zawierającą Bactron, przy zmniejszeniu się ich z 560.000 do około 5000 jednostek CFU. Po 7 dniach bakterie nie zostały wykryte na próbce zabezpieczonej Bactronem, podczas gdy na próbce niezabezpieczonej

**Tab. 1. 7-dniowy test aktywności bakteriobójczej dla Biosanu Ultra**

Produkt	Ilość jednostek CFU wyrażanych liniowo	Ilość jednostek CFU wyrażanych indeksowo	Ilość jednostek CFU wyrażanych logarytmicznie
Biosan Ultra z Bactronem po 24 h	94.000	$9,4 \cdot 10^4$	4,97
Próbka odniesienia po 24 h	100.000	$1,0 \cdot 10^5$	5
Biosan Ultra z Bactronem po 72 h	360	$3,6 \cdot 10^2$	2,56
Próbka odniesienia po 72 h	18.000	$1,8 \cdot 10^4$	4,26
Biosan Ultra z Bactronem po 7 dniach	<10	<10	<1
Próbka odniesienia po 7 dniach	7.100	$7,1 \cdot 10^3$	3,85





Rys. 5. Biosan Ultra: Graficzne przedstawienie 7-dniowego testu aktywności bakteriobójczej dla *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 z zastosowaniem metody testowej opartej na AATCC 100 (materiały źródłowe firmy RUST OLEUM MATHYS)

nadal były obecne znaczące ilości potencjalnie chorobotwórczych bakterii.

Na podstawie wyników tego eksperymentu można stwierdzić, że po 7 dniach Biosan Ultra posiadający antybakteryjną ochronę poprzez obecność w nim Bactronu powodował redukcję ilości bakterii w skali logarytmicznej na poziomie 4,75. Dla porównania, na próbce niezabezpieczonej redukcja ilości bakterii wyniosła w skali logarytmicznej mniej niż 2.

## Wnioski

Zaprezentowane w artykule wskazują, że dodatek triklosanu (w postaci preparatu Bactron) może skutecznie zabezpieczyć wyrób lakierny przed rozwojem bakterii *Staphylococcus aureus* tj. wykazuje działanie bakteriostatyczne.

Natomiast redukcja ilości bakterii wskazuje także na działanie bakteriobójcze zastosowanego w farbie Biosan ULTRA preparatu Bactron zawierającego 4-chloro-2-(2,4-dichlorofenoksy)-fenol.

Dzięki (chronionej patentem EP 1592300A2) technologii, Bactron wykazuje wystarczającą mobilność do dyfuzji na powierzchnię lub do wszystkich innych obszarów powłoki, które zostały nim zubożone. W rezultacie Bactron jest zdolny wypełnić wymagające tego obszary, czyniąc je niezwykle efektywnymi w zwalczaniu bakterii.

## Literatura:

1. Ashley Cox. MSc. C.Chem. MRSC. M.I.BIOL.
2. McMurry L.M., Oethinger M., Levy S.B. (1998). "Triclosan targets lipid synthesis". *Nature* 394 (6693): 531-2. doi:10.1038/28970. PMID 9707111.
3. McBain A.J., Bartolo R.G., Catrenich C.E., et al (2003). "Exposure of sink drain microorganisms to triclosan: population dynamics and antimicrobial susceptibility". *Appl. Environ. Microbiol.* 69 (9): 5433-42. PMID 12957932.
4. Aillo A.E., Marshall B., Levy S.B., Della-Latta P., Larson E. (2004). "Relationship between triclosan and susceptibilities of bacteria isolated from hands in the community" *Antimicrob. Agents Chemother.* 48 (8): 2973-9. doi:10.1128/AAC.48.8.2973-2979.2004. PMID 15273108.
5. Russel A.D. (2004). "Whither triclosan?". *J. Antimicrob. Chemother.* 53 (5): 693-5. doi:10.1093/jac/dkh171. PMID 15073159.
6. AATCC Test Method 90-1982 "Antibacterial activity of fabrics, detection of: agar plate method".
7. AATCC Test Method 100-2004 "Antibacterial finishes on textile materials: assessment of".

Dr Wojciech SPISAK

Centrum Badawczo-Produkcyjne ALCOR Sp. z o.o.,  
ul. Kępska 12, 45-130 Opole

Powyższy artykuł naukowo-techniczny powstał w ramach projektu: „Opracowanie i wdrożenie na rynek biobójczego preparatu gruntującego” nr POIG 01.04.00-16-007/11 realizowanego w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka 2007-2013.