

Czy wrócimy do drewna?

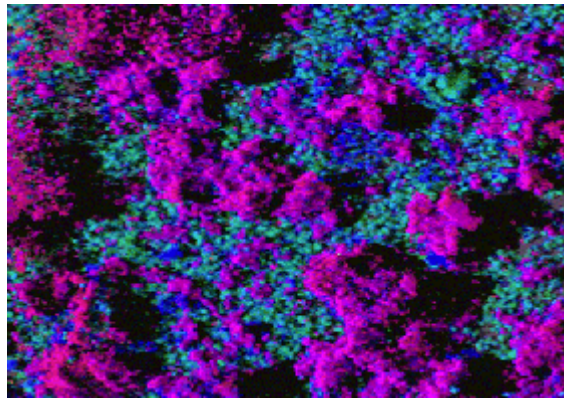
Prawie wszystko w szpitalu zbudowano już ze sterylnych materiałów i pomalowano ekologiczną farbą. Szkło, plastik, stal nierdzewna, glazura - każda powierzchnia lśni czystością i pachnie dyskretnie preparatem sanitarnym. Skąd więc ponure statystyki powikłań i chorób wyniesionych z tego superczystego przybytku medycyny?

Siermiężne lazarety budowano kiedyś z drewna i malowano farbą olejną. Następnie wszystko obficie zlewano lizolem, fumigowano formaldehydem, a nawet cyjanowodorem. Felczer przed i po zabiegu spłukiwał ręce gorzałą i jakoś mniej było narzekań na "powikłania". Może ludzie nie potrafili wykryć takich przypadków?

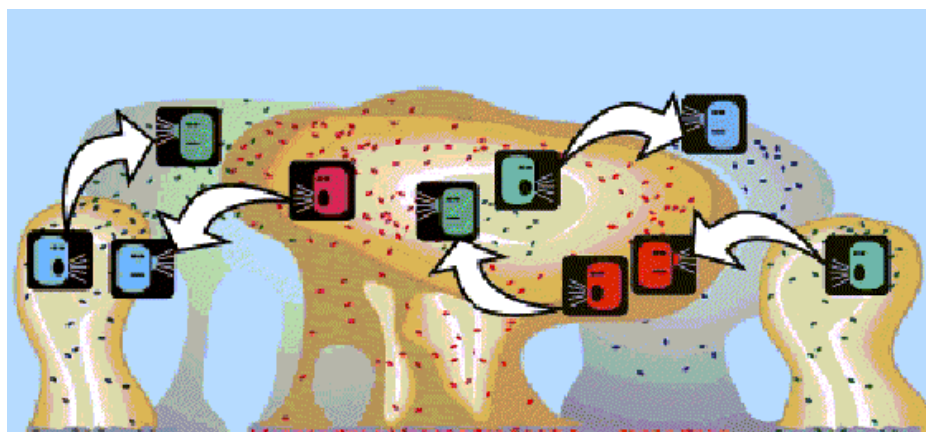
Rzeczywiście obecne rejestry i statystyki są nieporównanie bardziej dokładne. Czy wynika z nich jednak coś optymistycznego? Wręcz przeciwnie - już nie tylko żółta czka wszczepienna ale nawet gronkowce grasują w naszych coraz bardziej sterylnych szpitalach. Zresztą nie tylko w naszych. Lekooporne szczepy bakterii i grzybice są poważnym zmartwieniem dla służby zdrowia w całym europejskim kręgu cywilizacyjno-technologicznym. Może więc wrócić do lazaretu, lizolu i gorzały?.

Biofilm

Kilka lat temu doszło do odkrycia na miarę epoki. Od dawna wiadomo było, że nie istnieje całkiem czysta powierzchnia. Bakterie potrafią zasiedlać najmniej oczekiwane miejsca na Ziemi. Jeśli znajdujemy je w skale pod lodami Antarktydy, to tym bardziej ujawnia swoją obecność na szkle i glazurze w sali szpitalnej. Odkrycie biofilmu nie było więc zaskoczeniem dla nikogo. Zupełnie oczywisty jest też fakt, że bakterie potrafią utworzyć masę ściśle przylegającą do każdej powierzchni. Jednak dopiero gdy powstały narzędzia badawcze zdolne przeniknąć zjawiska fizykochemiczne dziejące się w mikrometrowej grubości biofilmu, nauka zdołała opisać charakter i skalę zagrożenia. Wcześniej biolodzy musieli zadowolić się analizą zdjęć wykonywanych pod mikroskopem elektronowym. Mogli zaobserwować struktury bakteryjne składające się na biofilm, który wcześniej niszczyła procedura przygotowania próbki. Teraz technika dostarczyła im szansę obserwacji żywych kolonii bakterii składających się na kolejno po sobie narastające warstwy biofilmu. Skaningowa laserowa mikroskopia konfokalna (CSLM) nie ingeruje w czynności życiowe bakterii, a ponadto dostarcza obrazy trójwymiarowe obiektów mniejszych niż jedna tysięczna milimetra. Mikroelektrody szklane umożliwiły dokonanie analizy aktywności żywieniowej w porowatej strukturze biofilmu. Obie techniki badawcze łącznie pozwoliły stwierdzić, że na naszych "czystych" powierzchniach dzieją się historie jak z życia dżungli. Biofilm bardziej podobny jest do lasu tropikalnego niż do zwartej warstwy komórek.



Na najbardziej gładkiej powierzchni potrafią osiedlić się bakterie, których błona komórkowa wydziela spoiwo zdolne do adhezji materiału podłoża. Kolejna grupa bakterii ma już podłoże bardziej uniwersalne. Lokują się na pierwszej warstwie i narastają w sposób dla siebie najbardziej odpowiedni. Struktura jest teraz trójwymiarowa, a jej złożoność gatunkowa przypomina las. Są tu wysokie kolonie pobierające pokarm z otoczenia i niskie odżywiające się produktami metabolizmu sąsiadów. Podobnie jak w żywym organizmie kolonie bakterii komunikują się między sobą, układając zawiłe zależności żywieniowe. Między skupiskami bakterii pozostawiają przestrzenie wypełnione wodnymi roztworami odżywczych substancji. Ich zachowanie wobec ludzi nie musi być wrogie, ani nawet aktywne. Jednak w przestrzennym środowisku biofilmu wszelkiego rodzaju bakterie, zarodniki grzybów i wirusy mogą swobodnie bytować i mnożyć się. Biofilm stanowi bowiem strukturę chroniącą wszystkie żywe organizmy przed niekorzystnymi zmianami w otoczeniu.



Odkazanie

Współcześnie stosowane biocydy zwykle są wodną zawiesiną substancji biologicznie czynnej. Emulsja taka z łatwością jest zatrzymywana na powierzchni biofilmu. Nawet jeśli najwyższe piętra "lasu" zostaną zniszczone, to do struktury porowatej przeniknie niewiele lub żadna ilość biocydu. Komórki patogenów w niej zawarte przetrwają, a nawet mogą lepiej mnożyć się dzięki nadzwyczajnej porcji biogenów pochodzących z rozpadu ich sąsiadów. Czynniki gazowe, takie jak chlor, ozon czy formaldehyd mają większą skuteczność właśnie dlatego, że penetrują głębiej w struktury porowate. Jednak trudno spodziewać się, że pomieszczenia szpitalne mogłyby często być poddawane fumigacji tego rodzaju. Znacznie łatwiej będzie umyć co kilka dni cały sprzęt, meble, ściany i okna roztworem silnego utleniacza, np. podchlorynem. Problem

trwałości powłok malarskich poddawanych takim zabiegom może być łatwiejszy do rozwiązania niż kwestia rozprzestrzeniania się patogenów.

Równocześnie z odkryciem rzeczywistego charakteru "sterylnie czystych powierzchni" podjęto liczne badania nad środkami utrudniającymi tworzenie się biofilmu. Najciekawsze wyniki uzyskali sami odkrywcy mechanizmu rozwoju biofilmów. Poszukiwania czynników nieselektywnie działających na bakterie zdolne do kolonizacji powierzchni zaczęły od struktur znanych z odporności na porastanie. Uwagę biologów morskich zwróciły algi, które przetrwały setki milionów lat nie nosząc żadnych śladów ingerencji bakterii zdolnych do tworzenia biofilmu. Okazało się, że potrafią wytwarzać substancję, tzw. furanon, która ma chemiczną strukturę bardzo zbliżoną do białek sygnałowych bakterii, tzw. laktonów homoserynowych. Bakterie w obecności furanonu nie są zdolne do wydzielania kleistego polimeru (EPS) i nie potrafią połączyć się z powierzchnią alg. Już prowadzone są badania nad włączeniem tego czynnika do polimerów stosowanych w produkcji farb emulsyjnych.

Alternatywne podejście do problemu zaproponowali twórcy polimeru zdolnego do specyficznego absorbowania cząsteczek chloru. Pomysł ma wielkie poparcie wśród tradycyjnie nastawionych lekarzy. Farba, która potrafi wchłaniać chlor ze zwykłego płynu do mycia podchlorynem, a następnie wydziela ten czynnik bakteriostatyczny przez długi okres czasu, będzie z pewnością znakomicie obniżać koszt utrzymania warunków sanitarnych. Już opatrzona została nazwą proporcjonalną do oczekiwań ("haloshield" można tłumaczyć jako "tarcza halonowa").

Niestety, próby techniczne nowego polimeru i farb zbudowanych na jego podstawie zakończą się nie wcześniej niż w przyszłym roku. Rozruch produkcji i kalkulacja ceny rynkowej może sprawić wszystkim przykrą niespodziankę.

Profilaktyka

Pogłębione studia nad obyczajami biofilmów nie należą do tanich i krótkookresowych. Aparatura badawcza jest nadzwyczaj kosztowna. Specjalistów niewiele, a czas potrzebny do przeprowadzenia badań mierzony jest w latach. Tylko kilka ośrodków akademickich prowadzi te badania na tyle skutecznie, że ich praca konkuruje z wynikami laboratoriów przemysłowych. W efekcie niewiele wyników przenika do społeczności naukowej, a te powszechnie znane nie mogą być podstawą do opracowania skutecznych preparatów technicznych.

Dziesięć lat temu na rynku biocydów funkcjonowało z powodzeniem ponad 50 niewielkich firm. Zatrudniały często jednego lub kilku chemików i wytwarzały swoje "patenty". Teraz liczy się tylko kilka międzynarodowych koncernów, które proponują rzeczywiście skuteczne preparaty. Niemal każdy z tych nowych wynalazków swoją skuteczność zawdzięcza mechanizmowi "odstraszania". Najłatwiej bowiem jest zniechęcać te kolonie bakteryjne, które pierwsze zasiedlają powierzchnię. Nie oznacza to jednak, że zabieg jest łatwy i skuteczny bezwarunkowo. Okazuje się bowiem, że znacznie prostsze jest zakotwiczenie repellenta (środka zohydżającego powierzchnię dla bakterii) w strukturze porowatej. Taką strukturę ma tynk, farba emulsyjna i drewno. Raz wykonany zabieg trzeba powtórzyć dopiero kiedy kolor powierzchni przestanie podobać się użytkownikowi.

Modyfikacja powierzchni gładkich, takich jak szkło, plastik, emalia

lakiernicza lub stal nierdzewna, to już znacznie bardziej złożone zadanie. Wysiłek biotechnologów i twórców materiałów polimerowych skierowany jest na uzyskanie powłoki łatwo zmywalnej, która zawiera repellent o krótkookresowym działaniu. Wytwarzanie wcześniej wspomnianego furanonu z alg na skalę masową to zadanie raczej przyszłościowe. Tymczasem bliższe realizacji jest włączenie do składu środków odkażających nowych surfaktantów. Jeden z występujących w naturze, tzw. "surfactin", już jest stosowany do przeciwdziałania powstawaniu biofilmów na cewnikach. Inny praktyczny sposób polega na skolonizowaniu powierzchni przy pomocy bakterii o "przyjaznych" cechach. Na tak zabezpieczoną powierzchnię "nieprzyjazne" kolonie bakteryjne będą wchodzić z trudnością. Niestety jeszcze trudniej będzie przekonać lekarzy o zasadności pokrywania sterylnych sprzętów i urządzeń jakimkolwiek "przyjaznym" biofilmem.

Pułapka

Technologia robi nam kawały. Kiedy już urządziliśmy się w super czystych pomieszczeniach okazuje się, że powstało nowe zagrożenie. Jeszcze niedawno pokrywaliśmy meble i ściany farbami zawierającymi ołów, mangan, cynk. Sprzęty były drewniane i solidnie nasyczone preparatami konserwacyjnymi (arsenikiem, chromem, itp.). Wszystko smarowane było lizolem, a szpitalny zapach był specyficzny od odorów chemikaliów. Dzięki temu nigdzie nie mogły uchować się nawet najbardziej uporczywe bakterie. Teraz nic nam nie śmierdzi, jest jasno, czysto i przyjemnie. Problem z lekoodpornymi chorobami roznoszonymi w pomieszczeniach szpitalnych dopiero jednak się ujawnia. Co wyrośnie w biofilmach pokrywających nasze domy ze szkła? Czy potrafimy sprostać ekonomicznie kolejnej rewolucji sanitarnej?

Wiadomo już, że preparaty sanitarne i farby sanitarne nowej generacji są znakomicie droższe od środków stosowanych obecnie. Oczywiście jest dążenie wytwórców tych preparatów do refundacji kosztów zaawansowanych programów badawczych. Jednak problem niewystarczającej wydolności ekonomicznej lecznictwa może zablokować najlepszy program poprawy warunków sanitarnych. Warto więc zastanowić się, czy nie powrócić do dawno zapomnianych sposobów?

Krzysztof Lewandowski

dyrektor ZCh SAKAR Gdynia,
konsultant w zakresie technologii zagospodarowania odpadów niebezpiecznych

**tekst opublikowany w:
Lakiernictwie Przemysłowym nr2 2002 s.11-12**