



Dezynfekcja

w dobie pandemii COVID-19

Amanda Kulpa-Koterwa

Dezynfekcja

W związku z utrzymującą się pandemią COVID-19, w ostatnich miesiącach słowem, które zyskało niezwykłą popularność jest – dezynfekcja. Chciałabym więc jak przybliżyć Czytelnikom ten termin oraz opisać, jaką rolę w dobie pandemii pełnią poszczególne składniki typowych antywirusowych preparatów do dezynfekcji.

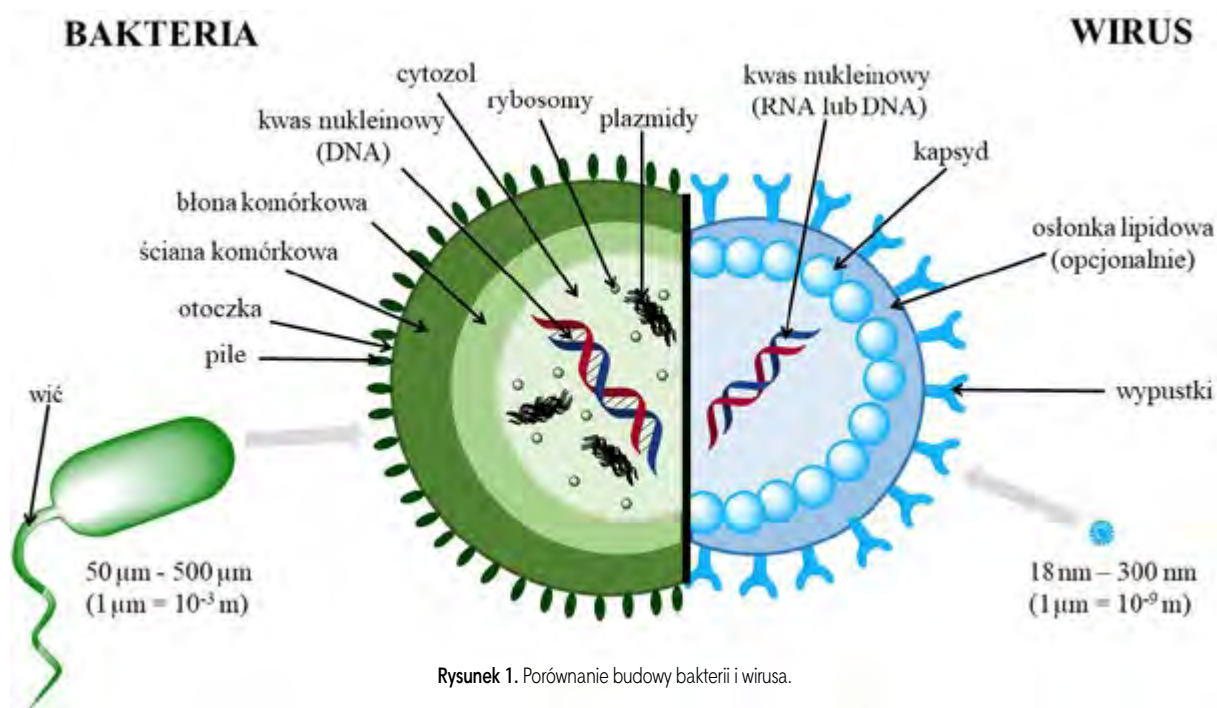
Dezynfekcja (inaczej odkażanie) jest to proces, który prowadzi do zmniejszenia ilości mikroorganizmów chorobotwórczych, takich jak bakterie, wirusy, grzyby czy pasożyty w celu zapobiegania zakażeniu. Dezynfekcję przeprowadza się stosując metody fizyczne, chemiczne oraz metody termiczno-chemiczne. Jednak najczęściej stosowaną i powszechnie dostępną metodą odkażania rąk jest dezynfekcja chemiczna, w której wykorzystuje się roztwory substancji o różnych właściwościach. Najczęściej są to preparaty zawierające alkohol w formie płynnej, żelowej lub piankowej.

Bakteria a wirus – czym się różnią?

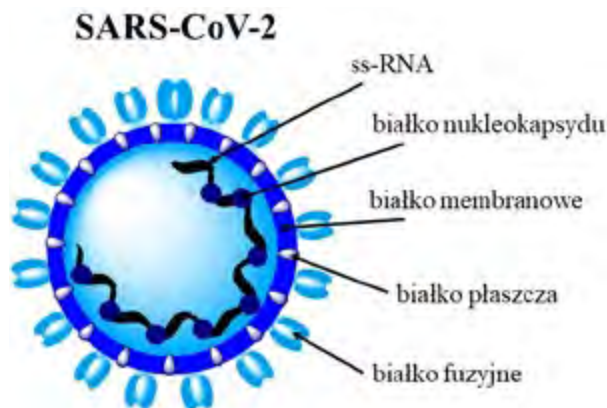
Główne różnice pomiędzy bakterią a wirusem dotyczą ich rozmiarów, budowy oraz sposobie ich działania.

Wirusy, czyli wewnątrzkomórkowe pasożyty bezwzględne, to mikroskopijne (milion razy mniejsze od bakterii) cząstki zakaźne infekujące wszystkie formy życia, niezdolne do namnażania się poza komórką gospodarza (człowieka, zwierzęcia czy bakterii). Wirusy nie są zaliczane do organizmów żywych, aczkolwiek wykazują pewne cechy istot żywych, takie jak struktura białkowa, nie mają jednak budowy komórkowej. Każdy wirus składa się z cząsteczki kwasu nukleinowego (DNA lub RNA), która otoczona jest kapsydem białkowym. Dodatkowo, w zależności od rodzaju wirusa mogą one posiadać osłonkę lipidową pokrytą wypustkami. Drobnoustroje te rozmnażają się jedynie poprzez wykorzystanie żywych komórek gospodarza, w którym bytują.

Bakterie, w przeciwieństwie do wirusów, to organizmy żywe posiadające bardziej skomplikowaną budowę – komórkową, które mogą żyć samodzielnie poza organizmem gospodarza. Najbardziej wewnętrznym elementem budowy komórki bakteryjnej jest cytozol, w którym zanurzone są: nukleoid (zawierający DNA), plazmidy, rybosomy oraz mezosomy. Wnętrze bakterii otoczone jest błoną komórkową oraz ścianą komórkową. U wielu bakterii występują też włosowate struktury białkowe: fimbrie (w tym – pile), ułatwiające przyleganie bakterii do innej komórki oraz rzęski (wici)



Rysunek 1. Porównanie budowy bakterii i wirusa.



Rysunek 2. Budowa koronawirusa SARS-CoV-2.

służące do poruszania się. Dodatkowo bakterie mogą tworzyć kolonie i intensywnie ostatnio badane filmy bakteryjne.

Wirusy przenikają do wnętrza komórek organizmu gospodarza i wykorzystują je, aby się namnażać. W konsekwencji zainfekowana komórka pęka, a jej zawartość wylewa się. Następnie nowe wirusy mogą infekować kolejne komórki. W związku z tym wrogami organizmu stają się jego własne komórki. Z kolei bakterie namnażają się w ciele gospodarza, ale są zwalczane przez układ immunologiczny nosiciela.

Nowy koronawirus SARS-CoV-2 należy do wirusów otoczkowych, przyjmuje kulisty kształt i rozmiary od 60 do 140 nanometrów. Na swojej powierzchni posiada charakterystyczne wypustki, przez co przypomina koronę słoneczną – stąd też nazwa tej rodziny wirusów. W jego budowie wyróżnia się genom, który stanowi jednoniciowe RNA o dodatniej polarności (+ss-RNA), wykorzystywane jako matryca do syntezy białek. Strukturę koronawirusa tworzą cztery rodzaje białek: fuzyjne, płaszcza, błonowe oraz nukleokapsydu. Białko nukleokapsydu pełni funkcję ochronną dla dużej cząsteczki RNA (ok. 30000 nukleotydów), ponadto uczestniczy w modyfikacji procesów komórkowych i replikacji wirusa. Białka płaszcza odpowiadają m. in. za tworzenie wirionów. Glikoproteiny powierzchniowe wchodzi w interakcję z receptorami na powierzchni błony komórek gospodarza. Dzięki obecności białek fuzyjnych na powierzchni, złożonych z dwóch podjednostek, wirus może infekować komórki, dostając się do ich wnętrza na drodze endocytozy.

Płyny dezynfekujące dłonie

Płyny dezynfekujące dłonie to preparaty powodujące niszczenie drobnoustrojów i ich przetrwalników (tj. form spoczynkowych, umożliwiających organizmom przetrwanie niekorzystnych dla nich warunków środowiskowych). Mają szerokie spektrum działania przeciwdrobnoustrojowego, przy minimalnym ryzyku wywołania oporności na środki odkażające. Najczęściej stosowane są w przypadku ograniczonego dostępu do mycia rąk, głównie podczas podróży czy w trakcie pracy.

Komercyjnie dostępne płyny dezynfekcyjne to głównie roztwory alkoholowe. Preparaty te mogą zawierać jeden lub kilka rodzajów alkoholu, a także inne aktywne składniki, substancje pomocnicze i składniki nawilżające tzw. humektanty.

Alkohole

Środki do odkażania rąk na bazie alkoholu o optymalnej skuteczności niszczenia drobnoustrojów zawierają zazwyczaj metanol, etanol, izopropanol, propanol lub mieszaninę tych substancji.

Należy jednak pamiętać, że zwiększone stężenie alkoholu w preparacie nie jest równoznaczne ze zwiększoną skutecznością dezynfekcji. Nadmierne stężenie alkoholu powoduje wzmożoną agresję wobec białek. Proces niszczenia zewnętrznej osłony drobnoustroju zachodzi zbyt szybko, w związku z czym koagulujące białka tworzą nieprzepuszczalną warstwę na jego powierzchni. Utworzenie szczelnej otoczki uniemożliwia wnikanie cząsteczek alkoholu do wnętrza mikroorganizmu, przez co nie dochodzi do jego całkowitego zniszczenia.

Alkohole wykazują wysoką aktywność przeciwdrobnoustrojową wobec bakterii Gram dodatnich, Gram ujemnych, prątków, grzybów oraz wirusów lipofilnych (osłonkowych). Działają natomiast słabiej na wirusy hydrofilne (bezosłonkowe) oraz przetrwalniki.

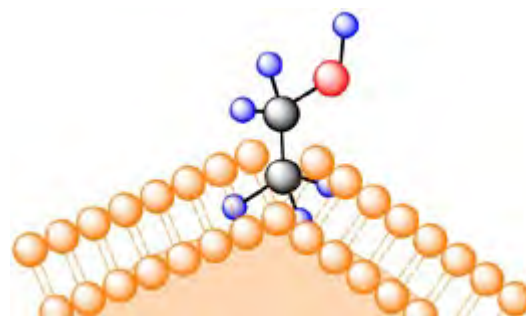
Optymalne stężenie alkoholu w preparacie dezynfekującym to około 60-80%. Przykładowo dla zabicia bakterii pałeczki okrężnicy (*Escherichia coli*) lub *Salmonelli* optymalne stężenie alkoholu to 70%. Z kolei na wirusy, głównie te posiadające otoczkę, a więc np. na koronawirusy, wirusa grypy czy HIV, najbardziej zabójczo działa roztwór o 60-procentowej zawartości alkoholu. Mechanizm tego procesu polega na tym, że cząsteczki alkoholu częścią węglowodorową wnikają pomiędzy cząsteczki fosfolipidów osłonki wirusa, powodując destabilizację błony lipidowej, a w jego wnętrzu wywołują denaturację kwasu nukleinowego DNA lub inhibicję RNA i zahamowanie syntezy białek, a tym samym dezaktywację wirusa.

Substancje utleniające

Do preparatów dezynfekujących dodaje się również substancje utleniające, ze względu na ich działanie oksydacyjne wobec białek oraz kwasów nukleinowych. Najczęściej stosowana jest woda utleniona (tj. 3% roztwór nadtlenu wodoru H_2O_2), która wywołuje denaturację białek, a tym samym degradację błon komórkowych, przez co tracą one swoją aktywność biologiczną.

Humektanty

Humektanty to związki o właściwościach nawilżających. Najczęściej są to substancje higroskopijne o strukturze



Rysunek 3. Wnikanie cząsteczki alkoholu w błonę lipidową wirusa.

pozwalającej na absorbowanie i wiązanie cząsteczek wody z otoczenia. Głównym zadaniem humektantów jest zatrzymanie wilgoci w miejscu ich użycia tj. warstwie rogowej naskórka. Najbardziej popularnym składnikiem nawilżającym jest gliceryna, która doskonale utrzymuje wilgoć.

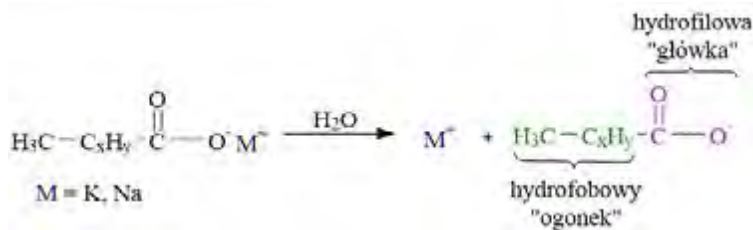
Do przygotowania płynu dezynfekującego można zastosować szereg innych środków zmiękczających i pielęgnujących skórę, pod warunkiem, że są mieszalne z wodą oraz alkoholem i nie zwiększają toksyczności oraz nie wywołują reakcji alergicznych.

Mydło przede wszystkim!

Mydła to sole metali i wyższych kwasów tłuszczowych o 12-20 atomach węgla (np. palmitynowy $C_{15}H_{31}COOH$, stearynowy $C_{17}H_{35}COOH$, oleinowy $C_{17}H_{33}COOH$), znane jako środki powierzchniowo czynne zdolne do zmniejszania napięcia powierzchniowego na granicy faz oraz degradacji błon lipidowych bakterii i wirusów.

W roztworach wodnych cząsteczki mydła dysocjują na kation metalu i anion reszty kwasu tłuszczowego.

Wszystkie drobnoustroje posiadające lipidową osłonkę, między innymi nowy koronawirus, Ebola czy HIV, otaczane są resztami kwasu tłuszczowego. Lipofilowe (hydrofobowe) ogonki reszty kwasu tłuszczowego wsuwają się pomiędzy lipidy błony komórkowej lub otoczki wirusa, powodując dziurawienie osłonki, a później jej rozrywanie. Następnie zawartość wnętrza drobnoustroju wylewa się do otaczającego go środowiska w wyniku czego mikroorganizm zostaje dezaktywowany (Rys. 5). Mydło dodatkowo oddziałuje na wiązania chemiczne, dzięki którym zarazki przylegają do powierzchni naszej skóry. Dzięki temu mikroby zostają nie tylko pozbawione aktywności biologicznej, ale również otoczone cząsteczkami mydła unoszą się w wodzie i zostają spłukane z powierzchni skóry.



Rysunek 4. Budowa i schemat dysocjacji soli kwasu tłuszczowego.

Płyn dezynfekujący DIY

W związku z rozwijającą się epidemią koronawirusa Światowa Organizacja Zdrowia – WHO (*World Health Organization*) opublikowała kilka przepisów na płyny do dezynfekcji rąk. Podstawą w zaprezentowanym przepisie będzie wysokoprocentowy alkohol oraz produkty powszechnie dostępne w aptekach czy drogeriach. Do przygotowania 100 ml domowego środka antyseptycznego, posłużą następujące składniki:



- 70 ml spirytusu 95%
- 20 ml żelu aloesowego
- 5 ml gliceryny
- 5 ml wody utlenionej
- olejek zapachowy

Alkohol należy wlać do szklanego naczynia, pamiętając o właściwej proporcji w celu zachowania stężenia, które ma największą rolę w procesie zabijania drobnoustrojów. Następnie należy dodać żel aloesowy, glicerynę oraz wodę utlenioną i całość dokładnie wymieszać. Tak przygotowany preparat można przelać do buteleczki z dozownikiem bądź atomizerem. Do gotowego płynu można dodać kilka kropel ulubionego olejku zapachowego, aby zneutralizować zapach alkoholu.

Mgr Amanda Kulpa-Koterwa
Katedra Chemii Analitycznej,
Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański



Cząsteczki mydła o hybrydowej budowie ustawiają się hydrofilową główką w stronę cząsteczek wody, natomiast hydrofobowymi ogonkami w stronę wirusa.

Mydło zatrzymuje fragmenty zniszczonego wirusa w małych pęcherzykach zwanych micelami, które zmywają się w wodzie.

Rysunek 5. Mechanizm działania cząsteczek mydła na wirusy.

Wszystkie rysunki zostały wykonane przez autora z wykorzystaniem programów ChemDraw, PowerPoint oraz Photoshop.