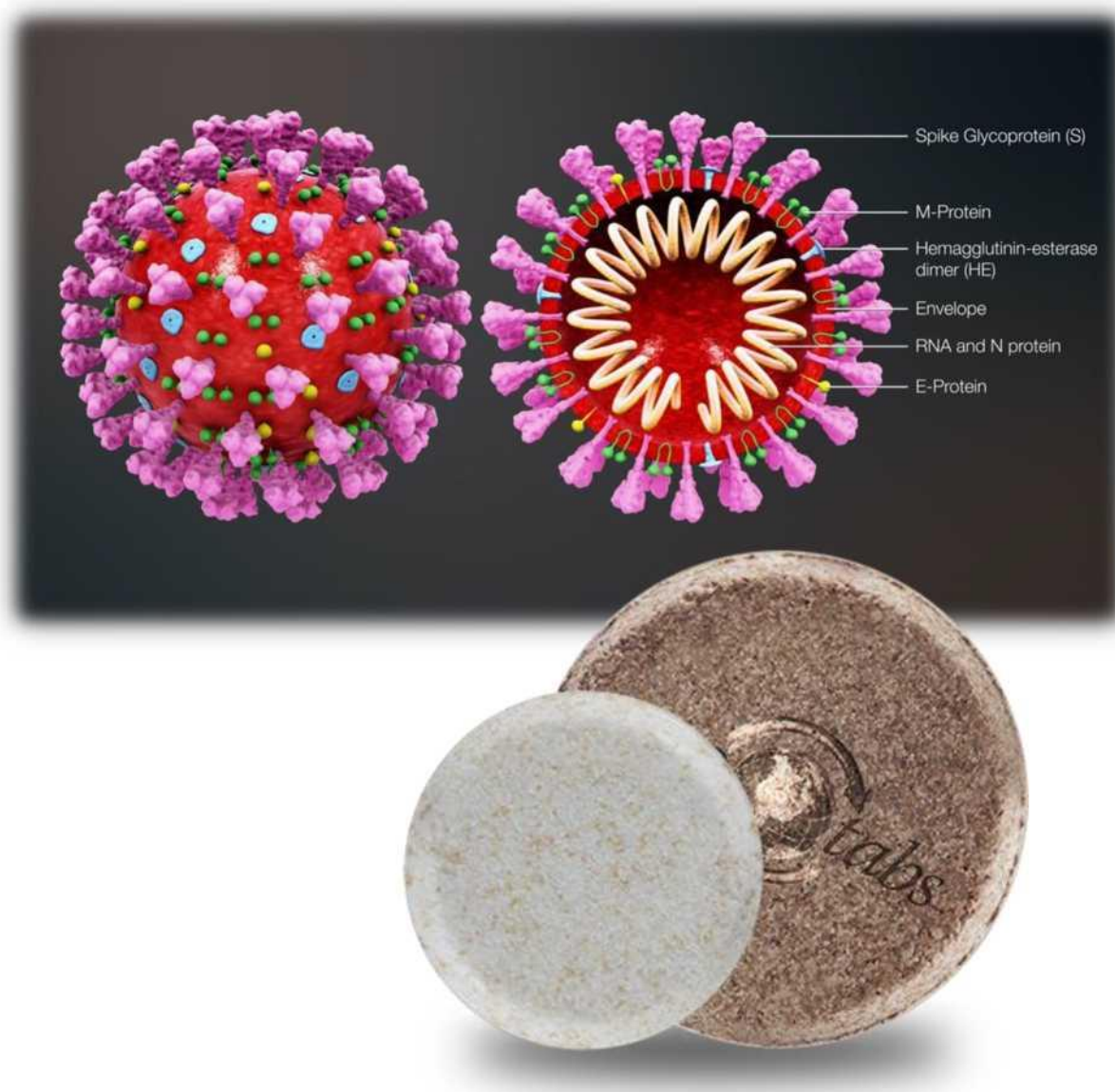


Propozycja techniczna zastosowania tabletek Eco-Tabs™ do bioremediacji zużytej wody / ścieków, które mogą być zakażone kwasem RNA wirusa SARS-CoV-2 pochodzącym od pacjentów, u których stwierdzono COVID-19



[Napis na ilustracji: wypustka – glikoproteina (białko szczytowe – białko S)
Białko M
Dimer erastazy hemaglutyniny
Otoczka
RNA i białko nukleokapsydu (białko N)
Białko otoczki (białko E)]

**Autor: mgr. Sherrie Bain, MS
Konsultant ds. Mikrobiologii**

Odnośne bieżące certyfikaty: obchodzenie się z patogenami przenoszonymi przez krew, komunikacja zagrożeń, ochrona przed zagrożeniem biologicznym, szkolenie w zakresie bezpieczeństwa biologicznego

Data: 4 kwietnia 2020 r.

Opis problemu

Nowy koronawirus, tj. koronawirus 2 będący przyczyną zespołu ostrej ciężkiej niewydolności oddechowej (SARS-CoV-2), jest odpowiedzialny za wywołanie globalnej pandemii o niepokojących współczynnikach zachorowalności i śmiertelności. SARS-CoV-2 to etiologiczny czynnik wywołanej w 2019 r. choroby koronawirusowej zwanej COVID-19. Z kolei COVID-19 to nowo powstała choroba zakaźna, której wystąpienie po raz pierwszy stwierdzono w Wuhan w Chinach w grudniu 2019 r. Od chwili odnotowania pojawienia się COVID-19, choroba ta bardzo szybko rozprzestrzeniła się na cały świat. Na dzień 5 kwietnia 2020 r. zostało potwierdzonych ponad 1,3 mln przypadków zachorowań, w tym 74.000 przypadków śmiertelnych (*mapa COVID-19, brak daty*). Kilkanaście studiów przypadku wczesnych zachorowań w Chinach pozwoliło zgromadzić dowody, że nawet gdy testy przeprowadzone u pacjentów chorych na COVID-19 po ich wyzdrowieniu za pomocą wymazu z gardła nie wykazują obecności wirusowych kwasów nukleinowych, to z kolei na podstawie testów na próbkach kału pobranych od tych pacjentów wciąż można było stwierdzić obecność wirusowego kwasu nukleinowego wirusa SARS-CoV-2. Na podstawie innego badania również stwierdzono, że wirus ten jest wydalany z kałem (Tian et al., 2020; Zhang T, 2020 r.). Trzecie duże badanie na grupie pochodzących z Wuhan 95 pacjentów chorych na COVID-19 na podstawie testów na próbkach pobranych z ich kału również wykazało obecność SARS-CoV-2 u ok. 33% z tych pacjentów ([Xiao et al.](#)). Udokumentowano również przypadek włoskiego turysty, który powrócił z Wuhan, u którego test na COVID-19 przeprowadzony za pomocą wymazu z ust i gardła okazał się negatywny, lecz testy na próbkach z pobranego od niego kału wciąż wykazywały wynik pozytywny potwierdzający obecność tego wirusa ([Nicastri et al. 2020 r.](#)).

Wywołane w ubiegłych latach epidemie innych ściśle powiązanych z przedmiotowym wirusem koronawirusów, w tym także SARS-CoV, czynnika etiologicznego, który wywołał epidemię SARS w latach 2002-2003, oraz MERS-CoV, czynnika etiologicznego, który wywołał epidemię śmiertelnej choroby MERS w 2013 r., doprowadziły do odkrycia - na podstawie badań próbek kału - że wirusy te mogą pozostawać żywe w kale jeszcze przez wiele dni. Testy wykazały także, że odchody zawierające wirusa mogą potencjalnie być źródłem rozsiewu wirusa w środowisku oraz/lub zakażenia nim środowiska w sposób mogący prowadzić do rozległego przenoszenia czynnika zakaźnego z odchodów do ust ([Xiao et al. ; Yeo et al. 2020](#)). W związku z tym infekcja wirusem SARS-CoV-2 na drodze z odchodów do ust może być przenoszona poprzez strumień ścieków oraz innych odpadów biologicznych.

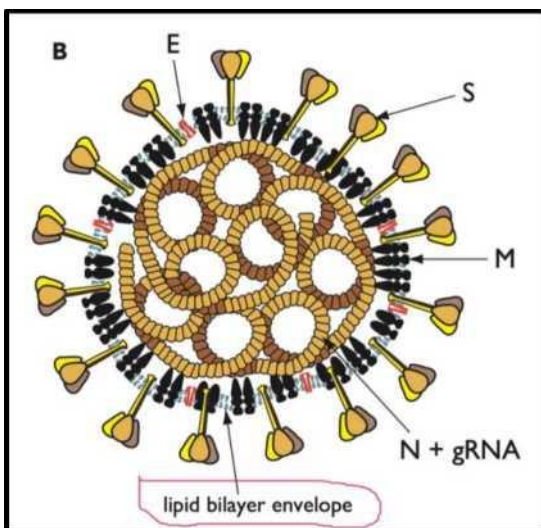
Problemy i zagadnienia

1. Strumień ścieków pochodzących od pacjentów chorych na COVID-19 może zawierać wirusa SARS-CoV-2, stanowiącego czynnik etiologiczny tej choroby, co z kolei może potencjalnie stanowić poważne i bezpośrednie zagrożenie dla środowiska, ułatwiające rozprzestrzenianie się COVID-19, jeżeli takie ścieki, przed ich spustem do komunalnych kolektorów ścieków, nie zostaną oczyszczone w sposób odpowiedni we właściwym obiekcie lub w pobliżu obiektów, z których pochodzą, takich jak szpitale, domy opieki lub statki wycieczkowe, będące miejscem pobytu lub przebywania jest wielu chorych.
2. Niektórzy naukowcy także wyrażają obawy dotyczące skutku potencjalnego wpływu z kanalizacji deszczowej na obszarach otaczających szpitale i inne obiekty, w których może przebywać wielu pacjentów chorych na COVID-19, lub z oczyszczalni ścieków obsługujących takie obiekty. Obawy te dotyczą faktu, że zanieczyszczenia pochodzące z odchodów mogą po silnych opadach atmosferycznych przedostawać się na plaże, gdzie będą stanowić kolejne źródło ekspozycji ludzi na zachorowanie na COVID-19, nawet jeżeli nie mieli oni bezpośredniego kontaktu z osobami będącymi nosicielami wirusa COVID-19 (Cahill 2020 r.).

Koncepcje proponowanej technologii

Zastosowanie środków kontroli biologicznej/bioremediacji ma ugruntowaną historię efektywnego uzdatniania ścieków zawierających nieprzetworzone odpady (amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (*US Environmental Protection Agency*), 1999 r.). Środki kontroli biologicznej bakterii stanowią bezpieczniejszą alternatywę dla szkodliwych odczynników chemicznych, które mogą mieć długotrwały niekorzystny wpływ na środowisko oraz ludzi żyjących na obszarach, z których pochodzą takie ścieki, lub w ich pobliżu. Organizmy wykorzystywane w procesie bioremediacji ścieków zwykle zawierają rozmaite szczepy bakterii, które zazwyczaj można napotkać w naturalnym środowisku i które nie wywołują negatywnych szkodliwych skutków w sytuacji, gdy są wykorzystywane w procesie bioremediacji. Bakterie te odgrywają rolę synergiczną, co pozwala na efektywną degradację flokulantów oraz innych związków organicznych i nieorganicznych obecnych w nieprzetworzonych ściekach. Przykłady szczepów bakterii, które są powszechnie wykorzystywane w procesie oczyszczania ścieków zawierają gatunki

Bacillus i *Pseudomonas*. Te mikroorganizmy nie tylko posiadają zdolność do wykorzystywania tlenu do rozkładu materii organicznej, lecz mogą także wykorzystać w roli akceptorów elektronu inne substancje, takie jak azot, co przyczynia się do zwiększenia wszechstronności oraz skuteczności procesu remediacji ścieków (U.S. Environmental Protection Agency, 2010 r.). Specjalna formuła tabletek Eco-Tabs® zawiera wysoko wyselekcjonowaną mieszankę szczepów bakterii zapewniającą efektywny ukierunkowany rozkład odpadów organicznych takich jak nieprzetworzone ścieki. Udokumentowane dowody skuteczności tabletek Eco-Tabs® stanowią pewien miernik oczekiwań co do potencjalnego efektu zastosowania tabletek do bioremediacji ścieków zawierających wirusa SARS-CoV-2. W tabeli poniżej przedstawiono naukowe dowody skuteczności szczepów obecnych w tabletkach Eco-Tabs® oraz ich zastosowania do eliminacji potencjalnych zagrożeń dla człowieka i środowiska.



Sposób działania opisywanego produktu

[Napis na ilustracji: dwuwarstwowa otoczką zbudowana z lipidów]

Cząsteczki wirusa SARS-CoV-2 posiadają zbudowaną z lipidów otoczkę / płaszcz. Bakterie oraz nadtlenek wodoru inicjują rozkład dwuwarstwowej otoczki lipidowej, co sprawia, że białko, z których zbudowany jest wirus COVID, jest podatne na degradację. Oprócz szczepów

bakterii, które są obecne w tabletkach Eco-Tabs, ich główny składnik chemiczny, tj. nadtlenek wodoru, jest zalecany przez amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (EPA) jako skutecznie niszczący cząsteczki wirusa SARS-CoV-2 ([EPA i OCSPP, 2020 r.](#)). Tabletki zostały zaprojektowane w taki sposób, aby umożliwić uwalnianie się z nich mikrobów oraz innych aktywnych składników podczas powolnego rozpuszczania się tabletki. Właściwość musująca tabletki wynika z powolnej dekompozycji utleniacza, którym jest peroksyhydrat węgla sodu (nadwęglan sodu). Peroksyhydrat węgla sodu to postać stała nadtlenu wodoru, przy czym woda działa jak katalizator wywołujący reakcję rozpadu. Peroksyhydrat węgla sodu rozpada się na wodę i tlen w roztworze. Cząsteczki tlenu uwalniają się w postaci milionów pęcherzyków mających zdolność do stymulacji aktywności mikroorganizmów tlenowych. Zawarta w tabletkach mikroflora stanowi

nietoksyczny, bezpieczny dla środowiska środek do bioremediacji rozkładający szkodliwe odpady surowe obecne w ściekach, który nie wywiera dodatkowo niekorzystnego wpływu na ludzi zamieszkujących tereny, na których powstały i są oczyszczane odpady. Tabletki można wrzucać bezpośrednio do ścieków oraz dodawać do linii oczyszczania ścieków lub umieszczać je w specjalnie przeznaczonym do tego celu zbiorniku i osadzać na dnie zbiorników osadowych.

Potencjalne korzyści płynące z zastosowania tabletek Eco-Tabs

Bakterie wykorzystywane dla celów bioremediacji występują w sposób naturalny w środowisku i są wykorzystywane do oczyszczania ścieków i odpadów od wielu dziesiątków lat. Tabletki Eco-Tabs™ zawierają zoptymalizowaną mieszankę ponad jedenastu szczepów bakterii występujących powszechnie i stosowanych do bioremediacji ścieków (U.S. Environmental Protection Agency, 2010 r.). Ponadto formuła tabletek jest oparta na zgłoszonej do opatentowania technologii Microdot Separation (MST), która zapewnia uwalnianie się zasadniczych komponentów tabletki w stałym tempie. Powstające przy tym mikropęcherzyki tlenu przyczyniają się do zwiększenia skuteczności aerobowej szczepów bakterii obecnych w tabletkach, co pozwala na efektywny rozkład odpadów organicznych nawet w środowiskach, gdzie, ze względu na wielkie zanieczyszczenie, występuje tzw. głód tlenowy. Oprócz mikropęcherzyków tlenu, którymi są nasyczone tabletki, obecne są w nich nieszkodliwe/nietoksyczne komponenty chemiczne. W uaktywnionym procesie rozkładu szlamu wykorzystywane są mieszkanki bakterii i innych mikroorganizmów. Fakt, że poszczególne mikroby mogą wykorzystywać jako źródło pożywienia różne podłoża, pozwala przypuszczać, że wszelkie nieorganiczne nietoksyczne komponenty tabletek Eco-Tabs™ zostaną szybko wchłonięte przez obecne w nich bakterie i inne mikroorganizmy. W ten sposób można spodziewać się, że zastosowanie tabletek do remediacji ścieków nie spowoduje podwyższenia poziomu toksyczności. Tabletki Eco-Tabs są z powodzeniem stosowane w szerokiej gamie środowisk wymagających oczyszczenia, w tym także w stawach biologicznych i zbiornikach osadowych.

Tabela 1. Opis szczepów mikrobiologicznych

Rodzaj i gatunek	ATCC# (amerykańska kolekcja typów kultur - <i>American Type Culture Collection</i>)	Opis ryzyka zagrożeń zgodnie z OSHA 29CFR 1910.1200
<i>Bacillus megaterium</i>	14581	Poziom bezpieczeństwa biologicznego (BSL) 1. Materiał nie zaliczany do niebezpiecznych Karta charakterystyki (<i>MSDS</i>) zweryfikowana przez ATCC
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	13525	Poziom bezpieczeństwa biologicznego (BSL) 1. Materiał nie zaliczany do niebezpiecznych Karta charakterystyki zweryfikowana przez ATCC
<i>Pseudomonas putida</i>	12633	Poziom bezpieczeństwa biologicznego (BSL) 1. Materiał nie zaliczany do niebezpiecznych Karta charakterystyki zweryfikowana przez ATCC
<i>Bacillus licheniformis</i>	14580	Poziom bezpieczeństwa biologicznego (BSL) 1. Materiał nie zaliczany do niebezpiecznych Karta charakterystyki zweryfikowana przez ATCC
<i>Brevibacillus parabrevis</i> (<i>Bacillus brevis</i>)	10027	Poziom bezpieczeństwa biologicznego (BSL) 1. Materiał nie zaliczany do niebezpiecznych Karta charakterystyki zweryfikowana przez ATCC Ocena karty charakterystyki wskazuje na obecność niepatologicznych szczepów <i>Bacillus</i> , które nie zostały zmodyfikowane genetycznie. Wyrób ten nie wytwarza niebezpiecznych produktów ubocznych podczas rozkładu.

<p><i>Bacillus subtilis</i></p>	<p>202137 202138 202139 6051</p>	<p>Poziom bezpieczeństwa biologicznego (BSL) 1. Materiał nie zaliczany do niebezpiecznych</p> <p>Karta charakterystyki zweryfikowana przez ATCC Ocena karty charakterystyki wskazuje na obecność niepatologicznych szczepów <i>Bacillus</i>, które nie zostały zmodyfikowane genetycznie. Wyrób ten nie wytwarza niebezpiecznych produktów ubocznych podczas rozkładu</p>
<p><i>Bacillus pumilus</i></p>	<p>202136</p>	<p>Poziom bezpieczeństwa biologicznego (BSL) 1. Materiał nie zaliczany do niebezpiecznych w klasyfikacji kart charakterystyki produktów przez ATCC. Zweryfikowana ocena karty charakterystyki wskazuje na obecność niepatologicznych szczepów <i>Bacillus</i>, które nie zostały zmodyfikowane genetycznie. Wyrób ten nie wytwarza niebezpiecznych produktów ubocznych podczas rozkładu</p>
<p><i>Bacillus macerans</i></p>	<p>202132 202135</p>	<p>Poziom bezpieczeństwa biologicznego (BSL) 1. Materiał nie zaliczany do niebezpiecznych w klasyfikacji kart charakterystyki produktów przez ATCC. Zweryfikowana ocena karty charakterystyki wskazuje na obecność niepatologicznych szczepów <i>Bacillus</i>, które nie zostały zmodyfikowane genetycznie. Wyrób ten nie wytwarza niebezpiecznych produktów ubocznych podczas rozkładu</p>

<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	202133 202134	Poziom bezpieczeństwa biologicznego (BSL) 1. Materiał nie zaliczany do niebezpiecznych w klasyfikacji kart charakterystyki produktów przez ATCC. Zweryfikowana ocena karty charakterystyki wskazuje na obecność niepatologicznych szczepów <i>Bacillus</i> , które nie zostały zmodyfikowane genetycznie. Wyrób ten nie wytwarza niebezpiecznych produktów ubocznych podczas rozkładu
------------------------------------------	------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Jak wykazano w Tabeli 1, wszystkie informacje mikrobiologiczne dotyczące wymienionych powyżej szczepów zostały zweryfikowane i sprawdzone. Odzwierciedla to informacje uzyskane z karty charakterystyki, otrzymane w sposób niezależny od ATCC oraz weryfikacji karty charakterystyki bezpośrednio ze strony internetowej dostawcy, niezależnych badań oraz różnych źródeł badawczych.

Opracowania zacytowane w przedmiotowym dokumencie

Aus-e-Tute. (n.d.). *Solvay Process for the Production of Sodium Carbonate*. Uzyskano dnia 13 grudnia 2013 r. z Aus-e-Tute: <http://www.usetute.com.au/solvay.html>

Dwidar, M., Kim, S., Jeong, B., Um, Y., & Mitchell, R. (2013). Co-culturing a novel *Bacillus* strain with *Clostridium tyrobutyricum* ATCC 25755 to produce butyric acid from sucrose. *Biotechnology for Biofuels*, str 35-45.

Inoue, H., Takimura, O., Kawaguchi, K., Nitoda, T., Fuse, H., & Murakami, K. Y. (2003 r.). in- Carbon Cleavage of Organotin Compounds by Pyoverdine from *Pseudomonas chlororaphis*. *Applied and Environmental Microbiology*, str 878-883.

Lawler, D., & Smith, S. (2000, December 19). *Enzyme-producing strain of Bacillus bacteria*. Uzyskano dnia 14 grudnia 2013 r. z zasobów sieciowych Google Patents: <http://www.google.com/patents?hl=en&lr=&vid=USPAT6162635&id=5dIFAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=Enzyme+producing+strain+of+bacillus+bacteria+us+patent+office+lawler&printsec=abstract#v=onepage&q&f=false>

Lee, N., Neilsen, P. H., Andreasen, K. H., Juretschko, S., Neilsen, J., Schleife, K.-H., & Wagner, M. (1999). Combination of Fluorescent In Situ Hybridization and Microautoradiography—a New Tool for Structure-Function Analyses in Microbial Ecology. *Applied and Environmental Microbiology*, str 1289 - 1297.

Mass.Gov Energy and Environmental Affairs. (2010). Uzyskano dnia 13 grudnia 2013 r. z zasobów sieciowych Wydziału Ochrony Środowiska Massachusetts (Massachusetts Department of Environmental Protection) <http://www.mass.gov/eea/docs/agr/pesticides/aquatic/sodium-carbonate-peroxyhydrate-and-hydrogen-peroxide.pdf>

Moller, S., Pedersen, A., Poulsan, L., Arvin, E., & Molin, S. (1996). Activity and Three-Dimensional Distribution of Toluene-Degrading *Pseudomonas putida* in a Multispecies Biofilm Assessed by Quantitative In Situ Hybridization and Scanning Confocal Laser Microscopy. *Applied and Environmental Microbiology*, str 4632-4640.

Shangyu Jiehua Chemical Co., Ltd. (n.d.). *Sodium Percarbonate Material Safety Data Sheet*. Uzyskano dnia 13 grudnia 2013 r. z zasobów sieciowych Shangyu Jiehua Chemical Co., Ltd: http://www.shangyuchem.com/en/upLoad/product/month_1302/20130227115950147.pdf

Strom, P. (1995). Identification of Thermophilic Bacteria in Solid-Waste Composting. *Applied & Environmental Microbiology*, str 906-913.

Taber, D. T. (2011). Organic Synthesis: State of the Art 2007 - 2009. In D. T. Faber, *Organic*

Synthesis: State of the Art 2007 - 2009. New York: Oxford Press.

Tata Chemicals Europe. (2013). *Tata Chemicals Europe Detergent Industry*. Uzyskano dnia 13 grudnia 2013 r. z zasobów sieciowych Tata Chemicals Europe:
http://tatachemicals.com/Europe/touching_lives/pdf/detergent.pdf

Torcris Bioscience. (2 sierpnia 2013 r.). *Sodium Bicarbonate Safety Data Sheet*. Uzyskano dnia 13 grudnia 2013 r. z zasobów sieciowych Torcris Bioscience:
http://www.tocris.com/literature/3152_sds.pdf?1386965906

Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (*U.S. Environmental Protection Agency*). (sierpień 2010 r.). Uzyskano dnia 12 grudnia 2013 r. z Krajowego Ośrodka Ochrony Środowiska (*National Center for Environmental Protection*):
<http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P1008KTD.pdf>

US Environmental Protection Agency. (1 października 1998 r.). *Bacillus thuringiensis subspecies israelensis strain EG2215 (006476) Fact Sheet*. Uzyskano w kwietniu 2014 r. z zasobów sieciowych Agencji Ochrony Środowiska:
http://www.epa.gov/opp00001/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-006476_01-Oct-98.pdf

amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (*US Environmental Protection Agency*). (1 listopada 1999 r.). *Bacillus sphaericus serotype H5a5b strain 2362 (128128) Fact Sheet*. Uzyskano w kwietniu 2014 r. z zasobów sieciowych EPA:
http://www.epa.gov/opp00001/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-119801_01-Nov-99.pdf

COVID-19 Map. (n.d.). Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. Uzyskano dnia 6 kwietnia 2020 r. z <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

Tian, Y., Rong, L., Nian, W., & He, Y. (2020). Uzyskano z zasobów sieciowych artykuł: gastrointestinal features in COVID-19 and the possibility of faecal transmission. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. <https://doi.org/10.1111/apt.15731>

Zhang T, E. al. (2020, March 29). *Detectable SARS-CoV-2 Viral RNA in Feces of Three Children during Recovery Period of COVID-19 Pneumonia*. - PubMed - NCBI.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32222992>