

Siarkowódor – spotkanie nieba i piekła chemii nieorganicznej

9 września 2014

W Karczówce na zachodzie Polski doszło do kolejnej tragedii przez siarkowódor z szamba. Akurat wtedy, kiedy Państwowa Inspekcja Pracy wspólnie z KRUSem prowadzi w mediach kampanię społeczną BHP w rolnictwie. Takie wydarzenie jest fenomenalną okazją dla mediów do wzmocnienia takiej kampanii społecznej i nadania jej o wiele większej skuteczności aniżeli mało działające na wyobraźnię reklamy „BHP w rolnictwie”. By jednak coś takiego miało miejsce potrzeba by było mądrych dziennikarzy i mediów uznających doniosłość realizowania „misji społecznej”.



Pół wieku temu, Ryszard Kapuściński, na fali awansu społecznego ludzi ze wsi, tak ujmował kwestię pedagogicznej roli mediów i władzy w cywilizacyjnym rozwoju społeczeństwa: „Pratki tańczą najnowsze szalone przeboje, rozbijają się na wuefemkach, kupują na zapas telewizory, nabywają elektryczne maszyny do szycia i zasłonki mistrza Pikasa... zarazem nie myją zębów... Marzyło mi się, aby kosztem nadania trzech płyt z muzyką do tańca, jakaś rzeczowa osoba w radio powiedziała kilka słów o tych zębach... Marzyłem dalej, aby instruktor z powiatu, który obsługuje kolejne zebranie partyjne, już po omówieniu spraw decydujących dla dalszego rozkwitu naszej ojczyzny, zechciał mimo woli i na marginesie zapytać: A jak tam z zębami, towarzysze? Myjcie wy te zęby czy nie?” [1].

Problem ten zostaje aktualny po dziś dzień: potrzeba nam mediów realizujących misję społeczną a nie społeczne ogłupianie.

Skorzystanie z aktualnej okazji dla przeprowadzenia kampanii informacyjnej o zagrożeniach związanych z siarkowodorem miałoby ogromną skuteczność, gdyż społeczeństwo ma do czynienia z „pokazem siły” gazów „gówiennych”, w które jak lemingi wpadali kolejni niewyedukowani ratownicy pierwszej ofiary.

MOJEGO MĘŻA POCHŁONEŁO SZAMBO

Zamiast kampanii informacyjnej o śmiertelnie śmiertelnym siarkowodorze mamy to co zwykle: dziennikarze zlecieli się do sprawy, by kręcić kolejną łzawą telenowelę informacyjną: relacja o mszy żałobnej za ofiary, wyciąganie od sąsiadów wyznań o skali zaszokowania, anegdota personalna, łowienie łez. I to wcale nie media brukowe, tylko tzw. mainstream.

Ambitniej do tematu podeszła Wyborcza, gdzie uznano tragedię za dobrą okazję do postraszenia dwutlenkiem węgla, z którym jak wiadomo trzeba walczyć nieustraszenie – aż do zarżnięcia „brudnego przemysłu”. Wezwano więc na eksperta dyżurnego ekologę, czyli promotora źródeł odnawialnych, który wyjaśnił, że pogromu w szambie dokonał dwutlenek węgla, ten „cichy zabójca”. Fakty wyraźnie wskazywały, że ludzi powalał siarkowodór, a nie dwutlenek węgla, ale „zielona misja” rządzi się swoimi prawami. Jeszcze lubuska odnoga GW informowała, że winowajcą jest siarkowodór[2], lecz już ogólnopolska – emocje społeczne przekierowała na dwutlenek węgla[3]. Gazetowy specjalista-ekolog poinformował też czytelników, że w szambie gromadzą się gazy cięższe od powietrza, takie jak metan i siarkowodór. W rzeczywistości jedynie siarkowodór jest cięższy od powietrza, metan przeciwnie – jest lżejszy (masy molowe: siarkowodór – 34 g/mol, powietrze – 29 g/mol, metan – 16 g/mol).

Faktem jest, że w gazach kanalizacyjnych gromadzi się także dwutlenek węgla, a nawet to, że może on w pewnych sytuacjach pozbawić przytomności czy nawet zabić, lecz w wypadkach w rolnictwie trzeba mówić o siarkowodorze, gdyż jego obecność

jest przy szambach o wiele niebezpieczniejsza. Strażacy w Karczówce stwierdzili obecność niezwykle silnego stężenia siarkowodoru. Przy takich stężeniach jeden wdech wystarcza dla utraty przytomności i rychłej śmierci.

Tego typu zdarzenia są niestety dość częste, także w postaci łańcuszka śmierci ratowników. Co gorsza, często są to śmierci o podwyższonej szkodliwości społecznej, gdyż giną w nich nierzadko najbardziej przedsiębiorczy rolnicy (choć może się wydawać, że szamba na wsiach to efekt braku infrastruktury kanalizacyjnej, w istocie związane są one także z poważniejszą działalnością hodowlaną, gdzie gnojowica nie jest traktowana jako odpad, lecz jako surowiec). Z takim przypadkiem mamy też do czynienia w Karczówce, gdzie zginęła rodzina prowadząca duże gospodarstwo rolne: byli pracownicy PGR-u, którzy przejęli jego schedę, hodując 300 świń i uprawiając 100 ha pola, u których zaopatrywał się ponoć „cały Żagań”. W wypadku zginęło też trzech pracowników ich gospodarstwa. Czy gospodarstwo to się utrzyma po takim pogromie – wątpliwe.

Gdyby ludzie ci mieli wiedzę z zakresu BHP w rolnictwie, pewnie nie daliby się zaskoczyć siarkowodorowi (przy wypompowywaniu zbiornika zatkała się pompa i gospodarz zszedł na dół, by ją odetkać). Wiadomo, że przekonywanie o tym, że do takich interwencji bierze się specjalistów nie będzie na wsi zbyt skuteczne. Trudno też spodziewać się zaopatrywania się w elektroniczne mierniki gazów przez rolników. Istnieje jednak proste i tanie urządzenie miernicze, pozwalające stwierdzić nadmiar metanu, dwutlenku węgla czy siarkowodoru: benzynowa lampa wskaźnikowa, tzw. lampa Davy'ego, która była stosowana nie tylko w dawnym górnictwie, ale i przez pracowników kanalizacji jeszcze do połowy lat 90. (dziś takie jej modele jak LB-1a można nabyć za 150 zł). Poza tym do szamba czy studni nie schodzi się samemu, lecz na linie z dwuosobową asekuracją na górze.

ODDECH WULKANU

Biogazy bywają zaskakujące. Obecnie coraz lepiej poznajemy ich naturę, choćby dzięki rozwojowi energetyki opartej na biogazowniach, lecz siarkowodór stale nas zaskakuje, np. uznawany jest dziś za nowe zagrożenie w górnictwie miedziowym. W 1957 odkryto na Dolnym Śląsku jedno z największych na świecie złóż miedzi. Po pół wieku eksploatacji naszych cechsztyńskich bogactw naturalnych, górnicy miedziowi dokopali się do złóż anhydrytów zawierających siarkowodór jako „tight gas”. Być może będzie z tym, jak z metanem: najpierw traktowany jako niechciany odpad towarzyszący eksploatacji złóż stałych, potem uznany za cenny surowiec energetyczny, który też należy pozyskiwać a nie wydalać.

Nasz siarkowodór cechsztyński jest prawdopodobnie świadkiem najbardziej fundamentalnych wydarzeń w prehistorii naszej planety. Jest to gaz uwięziony w skałach z okresu permskiego. Był on głównym sprawcą „wymierania permskiego”.

Ten właśnie niebezpieczny gaz, który w Karczówce zabił 7 osób, miliony lat temu współtworzył „holocaust” życia na ziemi.

Jak do tego doszło? Zaczęło się od uderzenia wielkiej planetoidy w teren dzisiejszej Antarktyki. Doprowadziło to do eskalacji wulkanicznej na terenie dzisiejszej Syberii. Siarkowodór obecny jest w gazach wulkanicznych. W efekcie pojawiło się dużo większe stężenie CO₂ i obniżenie tlenu w oceanach. Masowo zaczęły ginąć organizmy aerobowe czyli oddychające tlenem. Zagładzie uległo 95% organizmów morskich. Uwolniły one miejsce dla organizmów anaerobowych, korzystających na niskim stężeniu tlenu, takich jak zielone bakterie siarkowe. „Beneficjenci” pożogi zaczęli produkować masowe ilości siarkowodoru, który przedostał się do atmosfery, doprowadzając do śmierci 70% organizmów lądowych. Przetrwały te, które nauczyły się tolerować lub nawet wykorzystywać siarkowodór.

Linia ewolucyjna, która się wówczas wykształciła doprowadziła z czasem do powstania człowieka. Jesteśmy jednym z organizmów,

które nie tylko potrafią tolerować siarkowodór, ale i twórczo go wykorzystujemy w naszych organizmach. Oczywiście w dawkach tzw. fizjologicznych, czyli przystosowanych ściśle do naszych potrzeb. Powyżej tych dawek siarkowodór jest dla nas zabójczy.

Siarkowodór można więc uznać za swoisty katalizator ewolucyjny. Jest to jedna z najbardziej fascynujących substancji naszego organizmu: z jednej strony okrutny morderca i śmierzdel, kojarzony najczęściej z pierdzeniem (smród naszych „wiatrów” to właśnie siarkowodór), z drugiej strony obrońca naszego serca, który być może kryje w sobie tajemnicę do przedłużenia naszego życia.

Oto kilka faktów o tym połączeniu dwóch atomów „niebiańskiego” wodoru z jednym atomem „piekielnej” siarki...

H₂S: ELIKSIR ŻYCIA I ŚMIERCI

Siarkowodór znany jest nam organoleptycznie jako produkt pierdzenia. W zależności od jego stężenia bąki są mniej lub bardziej śmierdzące. Jest to substancja tak intensywna, że wyczuwamy jej odór już przy stężeniu 0,0007 mg/m³. Przy stężeniach powyżej 300 mg/m³ przestajemy go wyczuwać, gdyż dochodzi do natychmiastowego porażenia nerwu węchowego. Stężenia od 100 mg/m³ uszkadzają nasz wzrok. Przy stężeniu 1g/m³ jeden oddech wystarczy do śmierci naszego organizmu. Działa wówczas silnie toksycznie na nasze komórki nerwowe i oddychanie komórkowe.

Z drugiej jednak strony siarkowodór odgrywa wiele ważnych i pozytywnych funkcji w naszym organizmie.

W naczyniach krwionośnych obecne są dwa „urządzenia” do wewnętrznej produkcji siarkowodoru (enzymy CSE i CBS). Ten nasz wewnętrzny gaz rozszerza nasze naczynia krwionośne, rozszerza tętnice, ułatwiając krążenie krwi oraz zmniejszając jej ciśnienie.

Aby zbadać właściwości organiczne siarkowodoru wyhodowano

specjalne zmutowane myszy, pozbawione genu kodującego enzym CSE. W ich organizmach radykalnie spadło stężenie siarkowodoru. W efekcie wraz ze starzeniem znacznie kurczyły im się naczynia krwionośne, co spowodowało wzrost ciśnienia krwi powyżej normy. Dzięki natomiast wstrzykiwaniu im siarkowodoru – ciśnienie krwi spadało.

Inny eksperyment dotyczył roli siarkowodoru przy zawałach serca u szczurów. Podanie siarkowodoru przed wywołaniem zawału serca prowadziło do zmniejszenia uszkodzeń mięśnia sercowego wywołanych zawałem. Z kolei specjalnie modyfikowane myszy produkujące więcej siarkowodoru w organizmie lepiej tolerowały niedotlenienie serca.

Siarkowodór wspomaga pracę nie tylko serca, ale i penisa. Tkanki członka zawierają oba enzymy produkujące endogenne siarkowodór, który odgrywa ważną rolę w erekcji. Badania pokazały, że podanie szczurom L-cysteiny wywołało u nich erekcję. L-cysteina to jest aminokwas, który jest „materiałem wejściowym” z którego nasze „fabryczki enzymatyczne” produkują siarkowodór.

Na naczyniach krwionośnych nie kończą się organiczne funkcje siarkowodoru. Dalej mamy siarkowodór w układzie nerwowym. Wyniki badań sugerują, że może on regulować wrażliwość obwodów nerwowych na bodźce i ułatwiać komunikację między neuronami, a tym samym sprzyjać uczeniu się i zapamiętywaniu. Siarkowodór podwyższa też poziom glutationu w komórkach nerwowych, czyli przeciwutleniacza, który chroni je przed stresem oksydacyjnym. Poziom glutationu maleje z wiekiem.

Jeszcze bardziej intrygująco przedstawiają się funkcje energetyczne, związane z regulacją metabolizmu, czyli procesów chemicznych związanych z wytwarzaniem i wykorzystywaniem energii w organizmie.

U myszy, którym podano małe dawki siarkowodoru nastąpiło spowolnienie metabolizmu, częstość akcji serca spadła o

połowę, zwierzęta przechodziły w stan zbliżony do hibernacji. Po podaniu myszom 80 ppm siarkowodoru, ich zapotrzebowanie na tlen po 5 minutach spadło o połowę, zaś wydalany dwutlenek węgla – o 60%. Po kilku godzinach ich poziom metabolizmu spadł o ok. 90%, a liczba ich oddechów na minutę spadła ze 120 do 10. Po 6 godzinach wyprowadzono je z hibernacji siarkowodorowej, po czym ich metabolizm i temperatura ciała wróciły do normy.

Dochodzimy tutaj do największej zagadki siarkowodoru: czy może on być kluczem do długowieczności najbardziej skomplikowanych organizmów? Badania wykazały, że jest on regulatorem starzenia w organizmach prostszych, takich jak *Caenorhabditis elegans*, czyli gatunek nicienia, który jest organizmem modelowym we współczesnej genetyce, także w zakresie badań nad mechanizmem programowanej śmierci komórki (apoptozy). Schemat tego procesu jest jednakowy u większości organizmów wyższych, w tym człowieka. Kilka już badań z ostatnich lat potwierdziło[4], że odpowiednie aplikowanie siarkowodoru wydłuża życie tych nicieni o 70%.

Czyż nie jest to fascynujące, że ta śmiertelna substancja naszych organizmów może kryć w sobie tajemnicę naszej śmiertelności?

Jeżeli tak jest, to tajemnica ta zapewne jest bardzo skomplikowana, gdyż wszystko sprowadza się do sposobu regulacji poziomu siarkowodoru w bardzo różnych częściach naszego organizmu, gdyż psuje się on zarówno od nadmiaru, jak i niedoboru H_2S . Przykładowo, nadmiar siarkowodoru w trzustce zabija komórki beta, które produkują insulinę. Efekt: cukrzyca. Możliwa terapia: przytłumienie „fabryczki” siarkowodoru w trzustce.

CZŁOWIEK: FENOMENALNA BIOGAZOWNIA

Siarkowódór w energetyce naszych organizmów powstaje jako efekt beztlenowego rozkładu białek zawierających siarkę.

Cuchnie jak zgniłe jaja.

Nasz organizm to niesłychanie złożona i efektywna bioelektrownia. Nasza kultura techniczna stara się rozwikłać mechanizmy energetyczne naszych organizmów, by następnie je syntetyzować w naszym otoczeniu społecznym: jest to transfer z układów organicznych do układów społecznych.

Coraz popularniejsze biogazownie czyli fabryki biogazu, oparte są na analogicznym procesie fermentacji biomasy, jaka zachodzi także w naszych organizmach. Fermentacja biomasy tworzy gazy energetyczne, które mogą napędzać nasze maszyny lub poszczególne układy naszego organizmu. Biomase, którą wrzucamy w nasz układ trawienny nasza multielektrownia zamienia na energię. Pewna część tego procesu uchodzi przez nasz „komin” jako gazy jelitowe, które są mieszaniną kilku rodzajów biogazów z naszego układu trawiennego.

Trzeba podkreślić, że nasze pierdzenie to tylko resztką wytwarzanych przez nasz organizm gazów jelitowych. Większość jest absorbowana do krwiobiegu, czyli jest naszą energią.

Kilka lat temu amerykańscy badacze z Uniwersytetu Pensylwania skonstruowali elektroniczną maszynę pierdzącą.[5] Chodzi im o opanowanie technologii zamiany dwutlenku węgla z atmosfery na energetyczny metan.

Jesteśmy prawie najbardziej skomplikowaną bioelektrownią w przyrodzie. „Prawie” – dlatego, że jeszcze bardziej złożoną formą bioelektrowni jest zapewne układ wszystkich form życia na ziemi. Cały ekosystem to najbardziej złożona bioelektrownia służąca „prolifracji życia”. W tym kontekście najbardziej zideologizowani ekolodzy odgrywają rolę „konserwatystów systemowych”, walczących z nieuniknionymi zmianami, gdyż wydaje im się, że niezachowanie aktualnego status quo jest 'groźne dla Matki Ziemi’.

BAK – ŚMIERDZĄCE TABU

„Kulturalne” określenie wydalaných gazów jelitowych: „wiatry”, sugeruje ich atmosferyczny skład, tymczasem bąk to nie tyle poruszenie powietrza, co „aktywność wulkaniczna” w powietrzu.[6]

Nasze pierdzenie to istna poezja chemii organicznej: wydalały w ten sposób nie tylko azot czy dwutlenek węgla, ale i typowe wyziewy wulkaniczne (siarkowodór, metanoitol) czy gaz towarzyszący złożom węgla (metan) i ropy naftowej (siarkowodór).

Wulkany zawsze fascynowały ludzi. W dawnych czasach ich aktywność opisywano w formie mitów. Według mitologii greckiej Posejdon w pościgu za gigantem Polyvotisem, oderwał trójzębem fragment wyspy Kos i rzucił w giganta grzebiąc go na zawsze. W ten sposób powstała wysepka Nisyros z czynnym wulkanem pośrodku. Gigant wciąż próbuje oddychać i wydostać się spod wyspy, stąd trzęsienia i warczenie dochodzące z wnętrza ziemi. W czasach chrześcijańskich powstał tu mit o zamieszkującej górę Błogosławionej Pannie Marii z Jaskini.

Pierdzenie fascynowało nie mniej, choć główną karierę zaczęło robić w kulturze od Oświecenia. Wcześniej nasze siarkowe wyziewy musiały się kojarzyć z jakąś namiastką diabelską w nas. Marcin Luter w swojej książce antypapieskiej zawarł ilustrację na której niemieccy chłopci pierdzą na papieską bullę zionącą ogniem i siarką.

Już w czasach antycznych pierdzenie w towarzystwie uchodziło za zachowanie naganne. Niemniej jednak cesarz Klaudiusz (41-54) znany jest z tego, że gdy dowiedział się o mężczyźnie, który się pochorował od wstrzymywania gazów w czasie uczt, zamierzał ogłosić edykt zezwalający w interesie zdrowia publicznego swoich poddanych na pierdzenie przy stole – nie tylko ciche, ale i głośne [7].

Od tego czasu poczyniliśmy znaczące postępy w oswojaniu bąków, jakkolwiek póki co znacznie częściej są one kanwą naszego

humoru aniżeli badań. Najbardziej znaną współczesną komedią o pierdzeniu jest francuski film Kapuśniaczek, w którym solidne gazy jelitowe dwóch głównych bohaterów były sygnałem sprowadzającym UFO z planety Oxo. Sporo tutaj chemii. Kapuśniak wzmacnia nasze bąki, gdyż kapusta to roślina bogata w siarkę. Według mitów główki kapusty powstały z łez Likurga, którego bóg wina Bachus ukarał za zniszczenie winnicy. Woń w czasie gotowania kapusty to właśnie zapach siarki. Tym niemniej kapusta jest bardzo zdrowa (m.in. poprawia stan naszych włosów, skóry i paznokci). Z kolei Oxo to pewna grupa alkoholi, powstających naturalnie w procesie fermentacji cukrów i innych węglowodanów, które są wykorzystywane m.in. do produkcji sztucznych środków zapachowych. Alkohole Oxo obecne są naturalnie także w feromonach królowych pszczoł miodnych, gdzie odpowiadają za sygnał do skupienia się robotnic wokół królowej.[8]

Bąk ma działanie dokładnie przeciwne. Skupiska ludzi wokół nas skutecznie rozprasza. Wypuszczamy ich około 14 dziennie. Niemniej jednak skład bąków i ich sposób uwalniania się są nader zróżnicowane, zależne zarówno od tego co wrzucamy jako wsad biomasowy w nasz układ energetyczny, jak i od żyjatek naszego jelita.

Większość z nas (mieszkańców zachodniego świata) nie wygazowuje na zewnątrz najcenniejszego składnika biogazu, czyli metanu. Pewna część populacji wydała także metan. Odpowiedzialne są za to mikroby metanogeniczne flory bakteryjnej z rodziny archeowców, czyli mikroby, które w procesie oddychania wydają metan: *Methanospiraeta stadtmanae* i *Methanobrevibacter smithii*. Osoby takie mogą podpalić swoje bąki, które zapłoną na błękitno. Nie wiem czy wydalacze metanu to bardziej „błękitna elita” czy raczej oznaka pewnych problemów, lecz z pewnością mają większy wpływ na globalne ocieplenie niż ci, którzy z gazów cieplarnianych wydają tylko dwutlenek węgla. Zdroworozsądkowo rzecz ujmując, wydalenie metanu może się kojarzyć z „rozrzutnością

energetyczną” systemu, w którym coś pracuje nie do końca optymalnie. Ciekawe jest, że nowe badania pokazują[9], że osoby z nadwagą mają w swojej florze więcej *Methanobrevibacter smithii*. Dodajmy do tego jeszcze, że jeśli oboje rodziców wydała metan, to ich dzieci mają 95% szansy na to samo (Facts on Farts).[10]



Tekst o siarkowodorze zacząłem od tragedii ośmiu osób w szambie. Biorąc pod uwagę dualną naturę tego gazu dla naszego życia, wypada go zatem zakończyć na komedii. Oto nieco poezji naszego wielkiego komediopisarza, Aleksandra Fredry – „O pierdzeniu”:

Od prawników w całym świecie,
Kogo kolka w boku gniecie,
Każdy sobie pierdzi chętnie,
Cicho, smutno lub namiętnie.

Stary, młody, mały, duży
Wszystkim dym się z dupy kurzy,
Każdy chętnie portki pruje,
Bliźnim pod nos popierduje.

Pierdzą panny, dobrodzieje,
Księża, szlachta i złodzieje,
Nawet papież chociaż miernie,

Też kadzidłem sobie pierdnie.

Pierdzą ludzie na siedząco,
Na stojąco i chodząco,
Pierdzą nawet przy kochaniu,
By dać taktu jak przy graniu.

Krasawice w wieku kwiecie,
Pierdzą cicho jak na flecie,
A poważne w wieku damy
Wypierdują całe gamy.

I w teatrze i w kościele,
W dnie powszednie i niedziele,
I filozof i matołek,
Każdy pierdzi ciągle w stołek.

Jeden przebrał w jadle miarkę
I ma w dupie oliwiarę.
Gdy chciał pierdnąć na odmianę,
Obsrał okna, drzwi i ścianę.

Ten zaś smrodzi jak niecnota,
Jakby zjadł zdechłego kota.
A kiedy się czosnku naje,
To aż wiatrak w oknie staje.

A ten trzeci jest w humorze,
Kiedy pierdnąć sobie może,
Więc natęża siłę całą
By popierdzieć chwilę małą.

Tam jąkała w kącie stoi,
Dupę ściska bo się boi,
Chciałby sobie puścić bąka,
Lecz w pierdzeniu też się jąka.

Jednym słowem w całym świecie,
Kogo bzdзина w dupie gniecie,

Wszyscy niech se pierdzą chętnie,
Cicho, smutno lub namiętnie.

Współcześni kontynuatorzy badań hrabiego Fredry, rozwinęli znacząco systematykę tematu „wiatrów”, wyróżniając takie ich odmiany: „Grzmot nieposkromiony, Armatnik pospolity, Cichacz pospolity, Wysmyk towarzyski, Wsiakacz fotelowy, Ośmiobułgotnik ozdobny, Podkołdernik jadowity, Podkołdernik złośliwy, Podkołdernik duszący, Bułgotnik wanienny, Pierdziec pospolity, Dwubułgotnik podwodnisty, Podpierdek gościnny, Pierd wyniosły, Wypierdek fałszywy, Wypierdek podstępny, Wypierd nagły, Tajniak hotelowy, Tajniak posępny, Grzybiarz pokojowy, Prykuś przymilny, Fletnik trójtonowy, Wypizg krótki, Bengal wspaniały, Parkot podjajeczny, Grom czempioński, Cyklon „C”, Fajansowy gong, Fetor służbowy itd.”[11]

Być może rozluźni to odpowiednio naszych naukowców, zachęcając do pogłębionych badań nad tym elementem tabu naszej kultury i naszego życia. Póki bowiem co, wielu badaczom temat wydaje się nie dość poważny. Tymczasem jest.

Autor: Mariusz Agnosiewicz

Zdjęcie: [MattysFlicks](#) (CC BY-NC 2.0)

Źródło: [Racjonalista.pl](#)

PRZYPISY

[1] R. Kapuściński, Reklama pasty do zębów, w: Busz po polsku, wyd. II, 1979.

[2]

http://zielonagora.gazeta.pl/zielonagora/1,35161,16337775,Wyciagali_traktor_z_szamba__Siedem_osob_nie_zyje.html

[3]

http://wyborcza.pl/1,75478,16337603,Wypadek_przy_oczyszczaniu_szamba__Trzy_osoby_nie_zyja_.html

[4] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21840852>

[5] <http://www.nbcnews.com/id/30372491/#.U8o0bEDxSW9>

[6] Dlatego wolę mówić o 'pierdzeniu' – jest odpowiednio dźwięczne.

[7] Swetoniusz, Żywoty cesarzy, Boski Klaudiusz, V, 32.

[8] Opanowanie przez człowieka tego procesu (hydroformylowanie propylenu) jest jednym z największych osiągnięć chemii XX wieku, gdyż Oxo to niesłychanie cenna przemysłowo substancja o wielorakich zastosowaniach. Nie bardzo się o tym mówi, gdyż stało się to w przemyśle węglowym narodowosocjalistycznych Niemiec w 1938 roku.

[9] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3374072>

[10] <http://www.heptune.com/farts.html>

[11] Zarys i klasyfikacja podstawowych aspektów fermentacji trawiennej – Praca dyplomowa Starego Humorysty
<http://www.humorysta.republika.pl/piardy.html>

BIBLIOGRAFIA

1. Paradoks siarkowodoru

<http://www.chemiajestprosta.com.pl/>

2. Beth Buczynski, Fart with Pride: It Means Your Gut Is Well-Fed!

<http://www.care2.com/greenliving/fart-with-pride-it-means-your-gut-is-well-fed.html>

3. Życiodajna moc oparów... Siarkowodór, Zakład Biotechnologii Medycznej, Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii UJ

http://biotka.mol.uj.edu.pl/zbm/handouts/2013/AJ/wyklad_09.pdf