



Warszawa, 19 sierpnia 2019

## **BUTELKI z lignocelulozy, perfumy z jabłek**

*Wiele firm pracuje nad tworzywami, które byłyby równie lekkie i odporne jak plastik, a przy tym w pełni biodegradowalne. A co, gdyby można je robić... ze śmieci? Nowoczesna, ekologiczna, bo bezodpadowa (konwersja surowiec-produkt sięga 100%) i ekonomiczna (nie wymaga wysokich temperatur ani kosztownych katalizatorów) metoda uzyskiwania organicznych monomerów powstaje właśnie w IChF PAN.*

Bez tworzyw sztucznych nie sposób w zasadzie wyobrazić sobie współczesnego świata, ale plastik, jakim go dziś znamy, jest zarazem wielkim zagrożeniem. Zaśmieca dosłownie każdy zakątek świata, znajdziemy go w głębi Rowu Mariańskiego i na Mt. Evereście. Każdy z nas – chcąc nie chcąc – zjada podobno co tydzień 5 gramów plastiku - tyle, ile wystarczyłoby na kartę kredytową, a nie są to związki obojętne dla zdrowia.

A co, gdyby udało się zastąpić plastik tworzywem równie lekkim, równie odpornym, a przy tym w pełni biodegradowalnym? To idea, nad którą pracuje zespół naukowców z IChF, pod kierunkiem prof. Juana Carlosa Colmenaresa. Na warsztat wzięli pospolity produkt – hydroksymetylofurfural (HMF) – który na skalę przemysłową otrzymuje się w wyniku kwasowej hydrolizy cukrów otrzymanych m.in. z celulozy, ligniny czy inuliny. Przekształcili go w aldehyd, 2,5-diformylofurfural (DFF), związek, który znajduje zastosowanie w tak wielu dziedzinach przemysłu, że trzeba by paru linijek, żeby je wszystkie wymienić. Można go wykorzystać do produkcji leków, kosmetyków, zapachów, środków chemicznych, paliw, ale przede wszystkim – przyjaznego środowisku plastiku. „Chcemy, żeby można było zastąpić PETy czymś, co rozkładałoby się kilka miesięcy, najwyżej kilka lat” objaśnia prof. Colmenares. „Dzisiejsze plastiki, tworzone z ropy naftowej zawierają ftalany i inne plastyfikatory - taką „zupę” związków organicznych, a nawet nieorganicznych - i żadna bakteria ani grzybek ich nie rozkłada sam z siebie. Dlatego tak długo zalegają w lasach i morzach. W tworzywach wyprodukowanych na bazie DFF są furany – cukry, a to, co przychodzi z przyrody, przyroda lepiej przyjmuje” tłumaczy dalej profesor. „Były już testy takich polimerów. Rozkładają się one do monomerów przypominających cukry. A cukry to łakomy kąsek dla wielu mikroorganizmów. Nawet, gdyby butelkę z takiego tworzywa wyrzucić do lasu, to się rozłoży o wiele szybciej niż konwencjonalne polimery, najdalej po paru latach.”

Nie sam produkt (DFF) jednak jest tu nowością, lecz metoda jego uzyskiwania, opisana w pracy opublikowanej w Applied Cat. B. Do tej pory potrzeba do tego wysokich temperatur (rzędu

100-150 st. C) i skomplikowanej technologii, co sprawiało, że choć ekologiczny, nie mógł konkurować z produktami z ropy naftowej. Zespołowi prof. Colmenaresa wystarcza skonstruowana przez nich puszka – fotoreaktor, światło (na razie to lampy LED emitujące bliskie UV - 375 nm, ale docelowo energii ma dostarczać po prostu słońce) i katalizator, którym są nanopręciki ditlenku manganu. „Są długie i bardzo, bardzo cienkie, a ich budowa zwiększa absorpcję światła. Dzięki unikatowym właściwościom termo-foto-katalitycznym ditlenku manganu nanopręciki mają o wiele większą powierzchnię kontaktu z cząsteczkami materiału wyjściowego i lepiej go aktywują. Tak, że praktycznie cały HMF zmienia się w DFF. 100%!” ekscytuje się profesor. „Jest to metoda bezodpadowa, bez dodatku tlenu i dodatkowych związków (np. nadtlenu wodoru H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Wystarczy tlen z powietrza, by uzyskać czysty monomer potrzebny do produkcji polimerów liniowych i... np. takich butelek. Nawet nanopręciki można wykorzystywać wielokrotnie jako fotokatalizator, bo DFF ich nie niszczy, nie uwalnia jonów manganu 2+ i 4+, dzięki czemu nie trzeba go też oczyszczać. Temperatura może być pokojowa a ciśnienie – atmosferyczne. Jest to przy tym bardzo tani i powszechny materiał (tlenek manganu to nie jest platyna, złoto czy srebro), a i metoda produkcji jest prosta. One się po prostu wytrącają i wystarczy dobrać odpowiednie warunki, żeby proces był wydajny” opowiada o wynalazku prof. Colmenares. „Teraz ogranicza nas pojemność reaktora, ale gdy zmienimy go w przepływowy, będziemy mogli sporo zwiększyć produkcję. No i uzyskać patent” dodaje.

A czy taki szybko rozkładający się plastik nie rozłoży się za szybko? Zanim np. zdążymy wypić nalany do niego sok? „Nie,” śmieje się profesor, „praktycznie potrzeba do rozkładu kilku lat, ale gdyby nawet reakcja zaszła szybciej, to użytkownik najwyżej napiłby się troszkę „dobrego” plastiku. Takiego, który jest nieszkodliwy dla organizmu. Zostałby po prostu zdegradowany przez nasze jelitowe bakterie i ich enzymy.”

Do tego metoda opracowana przez zespół pod kierunkiem profesora Colmenaresa wykorzystuje... śmieci. Coś, co w przeciwnym razie trafiałoby np. do rzek zatruwając wodę, albo wymagałoby dużych nakładów w zakresie oczyszczania, jak to jest obecnie z odpadami przemysłu papierniczego. „Obecnie z takich odpadów można robić np. bioetanol, albo spalać je, żeby dostarczyć energii dla własnej produkcji, ale gdyby udało się je wykorzystać lepiej, byłaby to niesamowita rzecz. Zresztą, odpadów starczy na wszystko. A gdyby pokazać, że można na tym zarobić, zaraz znalazłoby się wielu ludzi do ich sprzątania” mówi profesor.

Polska jest np. wielkim producentem jabłek i soku, ale czy wiemy, co się dzieje z tymi wszystkimi skórkami i odpadkami? Niewiele, choć co roku „produkujemy” tego setki ton. „To się wylewa do ścieków, to zanieczyszcza wodę, zabiera tlen, a wtedy koniec z całym wodnym życiem” martwi się profesor. „Tymczasem tam są wszystkie cukrowate, pektynowe, lewulinowe związki, z których można wytwarzać nawet lekarstwa” wyjaśnia dalej. Można wytwarzać bardzo pożądane związki z czegoś, co nie jest z ropy ani z węgla, tylko z odpadów. To jest hasło „jak zrobić coś z niczego”.

\*Niniejsza publikacja jest częścią projektu, który otrzymał dofinansowanie z programu Unii Europejskiej w zakresie badań naukowych i innowacji „Horyzont 2020 ” oraz ze środków finansowych na naukę w latach 2017-2021 przyznanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwo Wyższego na realizację projektu międzynarodowego współfinansowanego.

Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.ichf.edu.pl/>) został powołany w 1955 roku jako jeden z pierwszych instytutów chemicznych PAN. Profil naukowy Instytutu jest silnie powiązany z najnowszymi światowymi kierunkami rozwoju chemii fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w dziewięciu zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

**KONTAKT:**

dr hab. inż. **Juan Carlos Colmenares**  
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie  
tel.: +48 22 3433215 email: jcarloscolmenares@ichf.edu.pl

#### **PUBLIKACJE NAUKOWE:**

1. "Additive-free photo-assisted selective partial oxidation at ambient conditions of 5-hydroxymethylfurfural by manganese (IV) oxide nanorods", Dimitrios A. Giannakoudakis, Vaishakh Nair, Ayesha Khan, Eleni A. Deliyanni, Juan Carlos Colmenares, Konstantinos S. Triantafyllidis  
Applied Catalysis B: Environmental 256 (2019) 117803  
DOI: doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.117803

#### **POWIĄZANE STRONY WWW:**

<http://www.ichf.edu.pl/>

Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>

Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

<http://www.ichfdlafirm.pl/>

Oferta Instytutu Chemii Fizycznej PAN skierowana do przedsiębiorców i przemysłu.

#### **MATERIAŁY GRAFICZNE:**

**ICHF190819b\_fot01m.jpg**

HR: [http://ichf.edu.pl/press/2019/08/ICHF190819b\\_fot01.jpg](http://ichf.edu.pl/press/2019/08/ICHF190819b_fot01.jpg)

„Butelki z lignocelulozy, perfumy z jabłek. W Wyniku badań maja powstać m.in. skuteczniejsze leki i perfumy.” (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski).

Zdjęcie powstało na terenie sortowni odpadów firmy BYŚ (www.bys.com.pl, Wojciech Byśkiniewicz). Firma zajmuje się profesjonalną gospodarką odpadami.

**ICHF190819b\_fot02m.jpg**

HR: [http://ichf.edu.pl/press/2018/08/ICHF190819b\\_fot02.jpg](http://ichf.edu.pl/press/2018/08/ICHF190819b_fot02.jpg)

„System dla selektywnej fotokatalitycznej waloryzacji biomasy celulozowej” (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)