

ŚWIAT NAUKI

POLSKA EDYCJA

swiatnauki.pl • projektpulsar.pl

SCIENTIFIC AMERICAN

Wrzesień 2025 nr 9 (409)

Cena 18 zł 99 gr (w tym 8% VAT)

Tajemnicze
kosmiczne kręgi

Jak Dania docenia
archeologów
hobbystów

Sekrety
mózgu nastolatka

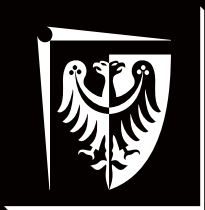
BOOM NA TESTOSTERON

Czy zdajemy sobie
sprawę z zagrożeń?

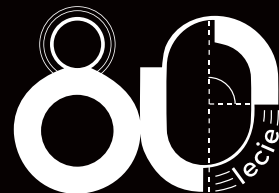
Fizyka kwantowa
nie ma sensu

Wywiad z laureatem
Nagrody Nobla
Gerardem 't Hooftem

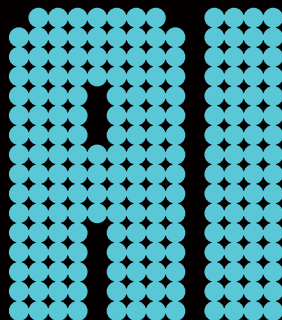




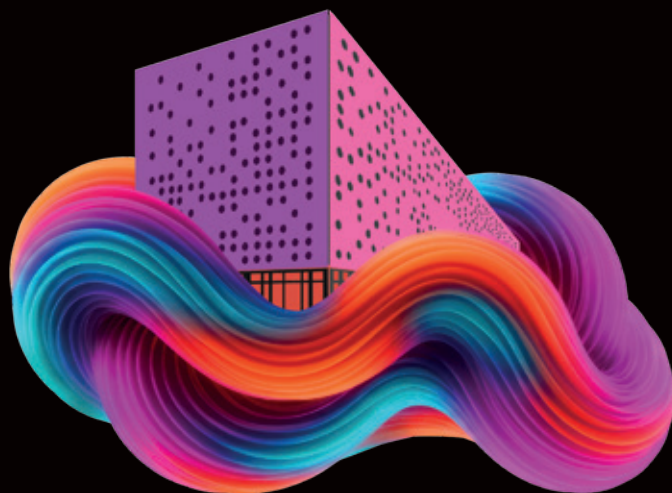
Politechnika
Wrocławska



POLITECHNIKA
WROCŁAWSKA
— 1945 - 2025 —



TEŻ U NAS STUDIOWE



Więcej na:

REKRUTACJA.PWR.EDU.PL

Znajdziesz nas też na:





ZDROWIE

26 CAŁA PRAWDA O TESTOSTERONIE

Mężczyźni wydają dużo pieniędzy na suplementy hormonalne, by wzmocnić swoją męskość, zwiększyć masę mięśniową i poprawić nastrój. Wielu z nich nie zdaje sobie jednak sprawy z poważnych zagrożeń, jakie wiążą się z przyjmowaniem tych preparatów.

STEPHANIE PAPPAS

ARCHEOLOGIA

32 WSPÓŁPRACA SIĘ OPŁACA

Rząd Danii korzysta z pracy poszukiwaczy amatorów do odkopywania artefaktów ukrytych na polach uprawnych. Ich znaleziska piszą na nowo historię kraju.

ELIZABETH ANNE BROWN

ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

42 NOWE ZAGROŻENIE DLA PSZCZÓŁ

Naukowcy ścigają się z czasem, by powstrzymać śmiertelnośnego pasożyta, który może zdziesiątkować owady zapylające i zagrozić uprawom ponad 130 gatunków roślin.

HANNAH NORDHAUS

ŚRODOWISKO NATURALNE

50 LEKCJA PRZYRODY

Korpus Inżynieryjny Armii Stanów Zjednoczonych zachowuje się w nietypowy dla siebie sposób, a mianowicie współpracuje z przyrodą, zamiast ją niszczyć, jak to czynił przez dekady. Czy ten trend zwycięży?

ERICA GIES

NEURONAUKI

60 ROZWÓJ NASTOLETNIEGO MÓZGU

Myślenie, które wykracza poza teraz, sięgając do tego, co odległe lub poza zasięgiem, może kształtować mózg i wzbogacać nasze życie.

MARY HELEN IMMORDINO-YANG

6 SKANER

Pośmiertne nierówności ♦ Kompostowalne maszyny ♦ Życiodajne iskry ♦ Skrzydlaci globtroterzy ♦ Sprytna gąsienica ♦ Kolory przyszłości ♦ Skóra ma głos ♦ Trufle lepsze niż mrówki

18 Q&A

Fizyka kwantowa nie ma sensu
LEE BILLINGS

22 WSZECHŚWIAT

Tajemnicze kręgi na niebie
PHIL PLAIT

24 ZDROWIE

Ćwiczenia fizyczne a jelita
LYDIA DENWORTH

25 METRUM

Elektroliza solanki
ALISZ REED

68 SIŁA MYŚLI

Czy łatwo nam coś wmówić?
BERNICE ANDREWS I CHRIS R. BREWIN

69 FORUM

Życ z solastalgią
QUEEN ESSANG

72 SZTUKA RODZICIELSTWA

Jak rozmawiać z dziećmi o rasizmie
SYLVIA PERRY

74 UMYŚŁ GIĘTKI

Szlakiem wieży
MAREK PENSZKO

78 FAKTOGRAF

Jak rozumieć badania przesiewowe w kierunku autyzmu
CHRIS SHELDRICK I AMANDA MONTAÑEZ

80 Z ARCHIWUM „SCIENTIFIC AMERICAN”

Ziemia jak dmuchawiec ♦ Początki telewizji ♦ Polecane lektury ♦ Serce USA ♦ Na duchach trzeba się znać ♦ Giganci z przeszłości

OKŁADKA

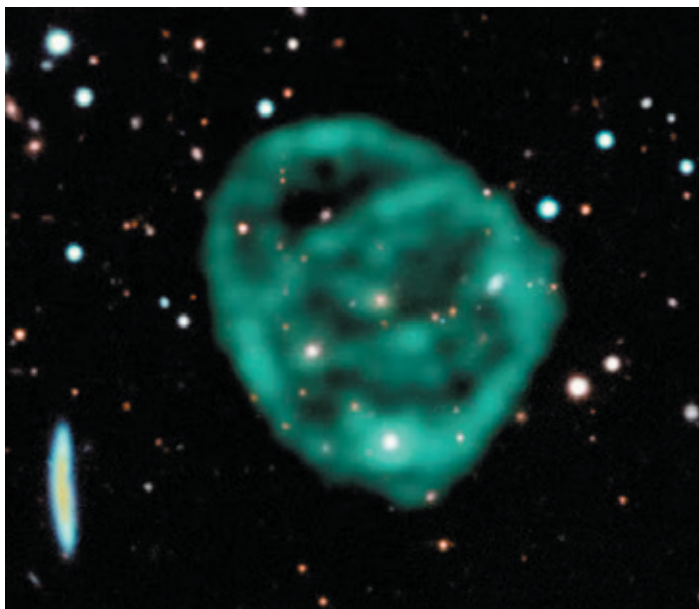


Globalny rynek terapii zastępczej testosteronem (testosterone replacement therapy, TRT) szacuje się na 1,9 mld dolarów. Mężczyźni wydają krocie na suplementy hormonalne. Wielu tak naprawdę ich nie potrzebuje, część nie zdaje sobie sprawy z ryzyka, a skala dezinformacji jest ogromna.

Xision/Getty Images (mężczyzna);
Jonathan Knowles/Getty Images (pigulki)

Polska wersja okładki Jolanta Kotas

22



Z: „MeerkAT uncovers the Physics of an Odd Radio Circle”, Ray P. Norris i in., „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”, tom 513, nr 1, czerwiec 2022. Opublikowane 24 marca 2022 (CC-BY 4.0)

24



JAY BENDT

72



MALTE MÜLLER

PRENUMERATA „ŚWIATA NAUKI”

ŚWIAT NAUKI
SCIENTIFIC AMERICAN

Prenumeruj **druk**



KUP TERAZ



Prenumerata roczna

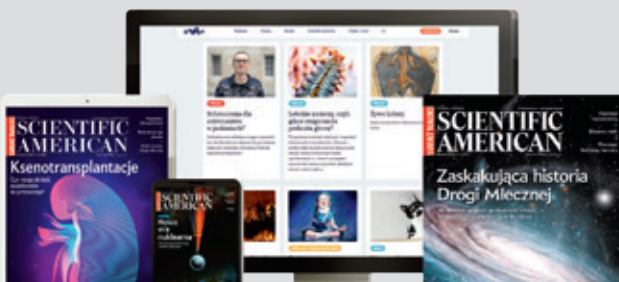
189 zł

Prenumerata półroczna

99 zł

Polska edycja renomowanego amerykańskiego pisma „Scientific American” z bezpłatną dostawą do wybranego przez Ciebie InPost Paczkomat 24/7 lub pocztą wprost pod Twoje drzwi.

Prenumeruj **druk i serwis Pulsar**



KUP TERAZ



Prenumerata roczna

279 zł

Prenumerata półroczna

159 zł

Oprócz wydania drukowanego otrzymujesz wydanie cyfrowe „Świata Nauki” i „Wiedzy i Życia” w ramach dostępu do codziennego serwisu naukowego Pulsar.

Prenumeruj **w pakiecie z „Wiedzą i Życiem”**



KUP TERAZ



Prenumerata roczna

299 zł

Prenumerata półroczna

169 zł

Dwa pisma popularnonaukowe w klasycznej papierowej odstonie. Co miesiąc 160 stron potężnej dawki wiedzy ze świata nauki.



Darmowa dostawa
co miesiąc pod
wskazany adres



Gwarancja
stałej ceny

**MASZ
PYTANIA?**



+48 22 336 75 60
(pon.-pt. w godz. 8:00-17:00)
@ prenumerata@swiatnauki.pl

sklep.polityka.pl

Zapraszamy na wygodne zakupy!
Dla siebie i bliskich. Kupuj dla szkoły, firmy, instytucji.

www.projektpulsar.pl

Prenumerata

www.sklep.polityka.pl/sn
e-mail: prenumerata@swiatnauki.pl
tel. 22 336 75 60

Redaktor naczelny

Elżbieta Wieteska
e-mail: e.wieteska@swiatnauki.pl
tel. 605 435 405

Kontakt z redakcją

redakcja@swiatnauki.pl

Korekta

Mariola Będowska

Redakcja techniczna, skład i łamanie

Jolanta Kotas
e-mail: j.kotas@swiatnauki.pl

Wydawca

POLITYKA Sp. z o.o. SKA
ul. Słupecka 6, 02-309 Warszawa
tel. 22 451 61 33/34; faks 22 451 61 35
www.polityka.pl; e-mail: polityka@polityka.pl

Prezes zarządu

Jerzy Baczyński

Dyrektor wydawniczy

Piotr Zmelonek
tel. 22 451 61 33/34

Dyrektor biura reklamy

Izabela Kowalczyk-Dudek
tel. 22 451 61 36
e-mail: reklama@polityka.pl

Dział Dystrybucji

Marcin Paśnicki, kierownik
e-mail: dystrybucja@polityka.pl

Kontakt w sprawie bezpieczeństwa produktu
gpsr@polityka.pl

Druk **Quad**

Copyright © **POLITYKA** Sp. z o.o. SKA 2025

Wszelkie prawa zastrzeżone (łącznie z tłumaczeniem na języki obce). Żaden fragment niniejszego wydania nie może być wykorzystany w jakiegokolwiek formie – fotokopii, mikrofilmu czy innych reprodukcji – ani przekładany na język mechaniczny bez pisemnej zgody wydawcy. SCIENTIFIC AMERICAN jest zastrzeżoną nazwą handlową należącą do Scientific American, Inc. w Nowym Jorku i używaną przez firmę Polityka Sp. z o.o. SKA na podstawie umowy licencyjnej.

SCIENTIFIC AMERICAN

Editor in Chief David M. Ewalt

Managing Editor Jeanna Bryner

Copy Director Maria-Christina Keller

Creative Director Michael Mrak

Chief Features Editor Seth Fletcher

Chief News Editor Dean Visser

Chief Opinion Editor Megha Satyanarayana

President Kimberly Lau

Publisher and Vice President Jeremy A. Abbate

Vice President, Product and Technology Dan Benjamin

Vice President, Commercial Andrew Douglas

Vice President, Content Services Stephen Pinock

Scientific American, 1 New York Plaza, Suite 4600,
New York, NY 10004-1562

Drodzy Czytelnicy,

okładkowy artykuł tego numeru to przestroga. Dzisiejszy świat nie toleruje słabości, starości, śmierci, musimy być wiecznie piękni i młodzi. Ta presja sprawia, że szukamy cudownych środków i terapii. W przypadku mężczyzn tym panaceum ma być szeroko reklamowana terapia testosteronem. Jednak nie wszyscy jej potrzebują, a dla niektórych może być wręcz ryzykowna, o czym oferujące ją kliniki często nie informują (s. 26).

W wielu krajach europejskich, w tym w Polsce, używanie wykrywaczy metali podlega ścisłym ograniczeniom. Inaczej jest w Danii – tam archeolodzy amatorzy są mile widziani i ściśle współpracują z profesjonalistami. Znajdowane przez nich liczne artefakty przyczyniają się do odkrywania na nowo historii kraju (s. 32).

Pszczoly miodne mają kolejnego wroga. Tym razem jest to roztocz – małe i praktycznie bezbarwne, a więc szczególnie groźny, bo trudniej go hodowcom zawczasu dostrzec. Nie bardzo też na razie wiadomo, jak go skutecznie zwalczać. Zagrożenie dla pszczół, to zagrożenie dla ludzi – od pracy zapylaczy w sadach i na plantacjach zależy wysokość plonów (s. 42).

Coraz więcej jest przesłanek, że naturę trzeba starać się zrozumieć, a nie na siłę sobie podporządkowywać. To drugie zwykle źle się kończy, czego doskonałym przykładem są próby zmiany biegu rzek i stawiania betonowych zapór. W USA już się odchodzi od takiego podejścia (s. 50).

Zaczyna się rok szkolny i tradycyjnie powracają problemy z edukacją. Jak wychowywać i uczyć młodych ludzi? Każdy z nas był młody, a jednak nie rozumiemy nastolatków.

Naukowcy cały czas starają się poznać funkcjonowanie ich rozwijających się mózgów (s. 60).

Życząc miłej lektury!

Elżbieta Wieteska

Od Wydawcy

Od bieżącego numeru (9/2025) rośnie o 2 zł cena „Scientific American/Świat Nauki”. Ostatnia podwyżka miała miejsce w 2022 r. Od tego czasu wzrosły koszty towarów i usług, w tym zwłaszcza koszty wydawnicze i dystrybucyjne. Z tego powodu jesteśmy też zmuszeni podnieść ceny prenumeraty pisma. Od 1 września br. prenumerata roczna kosztować będzie 189 zł, a prenumerata półroczna 99 zł. Ofertę prenumeraty papierowej znajdą Państwo pod adresem sklep.polityka.pl

Jednocześnie gorąco zachęcamy do subskrypcji wydania cyfrowego „Scientific American/Świat Nauki”. Wykupując dostęp do portalu popularnonaukowego Pulsar www.projektpulsar.pl (19,99 zł miesięcznie przy płatności cyklicznej lub 229,99 zł za rok z góry) otrzymujecie Państwo bieżące i archiwalne numery naszego pisma w plikach .pdf i w wersji tekstowej. Oprócz tego możecie przeczytać wszystkie artykuły z miesięcznika „Wiedza i Życie” oraz codziennie aktualizowane treści przygotowywane przez redakcję Pulsara.

Dziękujemy za zrozumienie. Będziemy dokładać wszelkich starań, żeby „Świat Nauki” spełniał Państwa oczekiwania.

Zapraszamy na nasz portal popularnonaukowy

pulsar (www.projektpulsar.pl). Znajdą w nim Państwo



dużą porcję naukowych aktualności (w tym tłumaczenia tekstów ze strony internetowej „Scientific American”), pogłębionych artykułów, ciekawych rozmów z naukowcami, podcastów, a także bieżące i archiwalne wydania „Świata Nauki” oraz „Wiedzy i Życia”.

TŁUMACZE, AUTORZY I KONSULTANCI BIEŻĄCEGO NUMERU

mgr Joanna Burek

Katedra Matematyki Stosowanej

Politechnika Lubelska

dr Michał Czerny

dr n. med. Ewa Grabowska

Andrzej Hołdys

mgr Marek Krośniak

Biblioteka Jagiellońska

Marek Penszko

dr Marcin Ryszkiewicz

Za treść ogłoszeń redakcja ponosi odpowiedzialność w granicach wskazanych w ust. 2 art. 42 ustawy Prawo prasowe.

Informujemy, że przesłanie listu do redakcji jest równoznaczne z udzieleniem zgody na jego publikację w czasopiśmie wraz z podaniem imienia i nazwiska jego autora, chyba że autor zastrzegł wyraźnie anonimową publikację.

Sprzedaż aktualnych i archiwalnych numerów czasopisma po cenie innej niż wydrukowana na okładce jest działaniem na szkodę wydawcy i skutkuje odpowiedzialnością sądową.

MONIKA KONERT-PANEK, MARIUSZ GRADOWSKI

Queen pod lupą

Od zawsze lubiliśmy muzykę rockową. 15 lat temu, na konferencji Unisono w wielogłosie, postanowiliśmy badać ją wspólnie. Połączyliśmy siły muzykologii i językoznawstwa, aby spróbować zrozumieć zawite relacje muzyki i języka – to, co podoba nam się szczególnie. Nawiązaliśmy tym samym do wizji Leonarda Bernsteina, który już w latach 70. marzył o nowej dyscyplinie – muzyko-lingwistyce. Co prawda nowej dyscypliny nie tworzymy, ale udało nam się ustalić kilka ciekawych i ważnych kwestii.

Jak badamy muzykę popularną? Dużo słuchamy (analiza słuchowa), ale korzystamy też z programów komputerowych: z Praatem analizujemy akustykę mowy, a w Sonic Visualiser rozkładamy nagrania na czynniki pierwsze.

Okazuje się, że czasem wystarczy kilka słów, aby odkryć coś interesującego. Oto w *The Millionaire Waltz* Queen Freddie Mercury śpiewa frazę „My fine friend – take me wiz you unt love me forever” z niemieckim akcentem, jak gdyby stylizował się na Marlene Dietrich. Nasza analiza pokazuje, że to nie złudzenie ani przypadek: wokalista konstruuje personę zarówno na poziomie wokalnym, jak i fonetycznym.

Bywa, że inspiruje fraza, ale bywa, że i cała piosenka. W *You Can't Always Get What You Want* The Rolling Stones badaliśmy zderzenie stylów: chór śpiewający z brytyjskim akcentem i Mick Jagger śpiewający z akcentem amerykańskim. Jeszcze inaczej dzieje się w Big Fontaines D.C.: dubliński akcent wokalisty staje się istotnym socjolingwistycznym składnikiem

przestania tej piosenki. Strategie językowe są różne, często powiązane ze stylami muzycznymi, co pokazały zbadane przez nas wersje *Love is Blindness*: te same słowa mają inne artykulacje i brzmienie w rocku (U2) i jazzie (Cassandra Wilson).

W naszych badaniach przechodzimy czasem od pojedynczych utworów do całych albumów. Tak było w przypadku *Queen II*, gdzie zajmowaliśmy się przeglądem środków muzycznych i ich współistnienia ze środkami fonostylistycznymi w ramach jednej płyty. I wreszcie – pewne tendencje uwidaczniają się dopiero gdy pod uwagę weźmie się dyskografię danego artysty – np. zmiany w zakresie amerykanizacji wymowy brytyjskiej w kontrastowym zestawieniu Freddiego Mercury'ego i Davida Bowiego.

Nie bez powodu zespół Queen wraca w naszych kolejnych artykułach. Nagrania tej grupy są wciąż inspirujące, a strategie muzyczne (wokalizacja partii instrumentalnych, wielość relacji głosu i chórów) oraz językowe (brzmieniowe środki stylistyczne, wy-



bór wariantu językowego) wciąż składają do refleksji nad relacjami słowno-muzycznymi. Nie tylko nas: wraz z międzynarodową grupą badaczy przygotowaliśmy książkę o twórczości tej grupy. Dodażyliśmy naszą cegietkę do zrozumienia fenomenu tego zespołu, którego nie tylko warto słuchać – warto go badać. A potem znów posłuchać – ze świadomością jak dobrze jest to zrobione. I jak dobrze brzmi.

Artykuł ten jest częścią cyklu poświęconego wynikom badań realizowanych przez naukowców Uniwersytetu Warszawskiego.



Nasze prace:

- 2012. O *Queen II* na dwa głosy. Słowno-muzyczne wokalizacje grupy Queen, w: *Unisono w wielogłosie 3. Rock a korespondencja sztuki*, Marcinkiewicz R. (red.), GAD Records, 46-69
- 2016. How Covers Change Musical and Linguistic Sounds: A Case Study of *Love is Blindness* by U2 and Cassandra Wilson, w: *Symphony and Song: The Intersection of Words and Music*, Kennedy V., Gadpaille M. (red.), Cambridge Scholars, 171-185
- 2016. *Under Pressure*: dwa głosy – dwa akcenty. Socjofonetyczny obraz czynników warunkujących styl wokalny w muzyce popularnej, w: *Kultura rocka 2. Słowo - dźwięk - performance (1)*, Osiński J., Pranke M., Tański P. (red.), UMK, 87-108
- 2020. Marlene Dietrich i *The Millionaire Waltz* Queen. Językowo-muzyczne konstrukcje persony w muzyce popularnej. *Załącznik Kulturoznawczy* 7, 301-326
- 2021. „Dublin in the rain is mine” – tożsamość i (prze)tworzona tradycja w piosence *Big Fontaines D.C.* *Czas Kultury* 3/2021 (210), 41-47
- 2025. Stylistic Contrasts and Social Implications in *You Can't Always Get What You Want*. *Popular Music and Society* 48(1), 79-101
- 2025. The Vocal Style of Queen: Phonetic and Musicological Perspectives, w: *The Artistry and Legacy of Queen*. Rigg T., Mazierska E. (red.), Bloomsbury Publishing, 41-58

SKANER

NAUKA W OBRAZACH

Wonie starożytności

Naukowcy odkrywają zapach egipskich mumii

GDYBY POPROSZONO CIĘ, abyś opisał zapach staroegipskiej mumii tak, jak opisuje się luksusowe perfumy lub bukiet wykwintnego wina, mógłbyś wspomnieć o nutach starego lnu, żywicy sosnowej i olejków cytrusowych – z delikatnym akcentem środka odstraszającego owady.

Te sugestywne porównania pochodzą z najnowszej analizy laboratoryjnej dziełu mumii osób z różnych klas społecznych i okresów historycznych, opublikowanej w „Journal of the American Chemical Society”. Naukowcy ze Słowenii, Anglii, Polski* i Egiptu, we współpracy z Muzeum Egipskim w Kairze, zidentyfikowali ponad 70 unikalnych związków chemicznych w próbkach powietrza pobranych wokół każdej mumii.

Próbki zostały poddane analizie chemicznej, a także przedstawione specjalnie przeszkolonym ludzkim „nosom”. Jak wyjaśnia współautor badania, Abdelrazek Elnaggar z Univerza v Ljubljani w Słowenii, naukowcy starannie dobierali mumie, by uzyskać możliwie jak najszersze spektrum zapachów. W celu pobrania próbek wokół mumii umieszczono małe rurki (uwzględniając, by nie dotknąć delikatnych szczątków), które zasysały emitowane cząsteczki gazu. Następnie zastosowano chromatografię gazową i spektrometrię mas, by zidentyfikować obecne w próbkach związki chemiczne.

Profile zapachowe mumii były złożone, ale przeszkolone osoby, głównie pracownicy muzeum, najczęściej opisywały je jako „słodkie”, „drzewne” i „kadzidlane”. Naukowcy mają nadzieję zastosować tę metodę do większej liczby mumii, by lepiej zrozumieć zróżnicowane praktyki mumifikacyjne stosowane w starożytnym Egipcie. „Różne metody historyczne oznaczają różne materiały używane w mumifikacji, ale też różną jakość tych materiałów” – tłumaczy Elnaggar.



Najwcześniejsze mumie egipskie, datowane na około 5000 roku p.n.e., powstawały naturalnie, gdy ciała grzebano w gorącym, suchym piasku. Około 2700 roku p.n.e. Egipcjanie zaczęli stosować techniki sztucznej mumifikacji, a największy ich rozwój przypada na okres Nowego Państwa, który rozpoczął się około 1500 roku p.n.e. W tym czasie ciała były starannie pokrywane różnymi olejkami i żywicami – prawdopodobnymi źródłami wykrytych w badaniu „słodkich” i „drzewnych” nut zapachowych.

Niektóre różnice zapachowe mogą także wynikać z rozbieżności w metodach mumifikacji osób z różnych warstw społecznych. Na przestrzeni wieków „osoby o wysokim statusie społecznym były mumifikowane z użyciem pachnących lepiej lub intensywniej naturalnych ekstraktów”, mówi współautor badania, Matija Strlič, chemik analityczny z Univerza v Ljubljani. Elnaggar dodaje, że ciała faraonów i zmarłych pochodzących z elit traktowano świeżymi naturalnymi solami i wyciągami z drogocennych ziół, podczas

DONIESIENIA Z LABORATORIÓW



gdy w przypadku osób z niższych klas sole i inne materiały były używane wielokrotnie. W badaniu najlepiej zachowana mumia spoczywała w trumnie ze złotą maską; mimo że należała do najstarszych, zawierała najwięcej różnorodnych związków zapachowych – z których wiele występowało w wyższych stężeniach niż u pozostałych mumii.

„Węch jest ściśle powiązany z ciałem migdałowatym i hipokampem – obszarami mózgu odpowiedzialnymi za przetwarzanie pamięci i emocji” – mówi Barbara

Huber, archeochemiczka z Max-Planck-Institut für Geoanthropologie w Jenie (Niemcy), która nie brała udziału w badaniu, ale w 2023 roku była kuratorem zorganizowanej w Danii wystawy dotyczącej zapachów mumii. Huber zauważyła, że muzea często wystawiają obiekty za szkłem. A to uniemożliwia zwiedzającym kontakt z zapachami, które mogą być kluczowe dla zrozumienia narracji historycznej – zwłaszcza w przypadku „tak niezwykle aromatycznego procesu”, jakim jest mumifikacja.

Czy możemy się więc spodziewać flakonika „mumijnych” perfum w sklepie muzealnym? Naukowcy twierdzą, że ta idea wcale nie jest tak odległa. „Każdy chciałby pachnieć jak starożytny Egipcjanin: słodko, drzewnie i korzennie – mówi Elnaggar. – Chcielibyśmy teraz podzielić się tym doświadczeniem z odwiedzającymi muzea, aby mogli je poczuć na własnej skórze – a nawet cieszyć się nim w domu!”

Gayoung Lee

* Udział w badaniach wziął dr hab. Tomasz Sawoszczuk z Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.

ROBOTYKA

Zaprogramowana śmierć

Miękkie roboty naśladują żywe organizmy – czy nie powinny też umierać?

WYOBRAŹMY SOBIE ROBOTA. Co przychodzi nam na myśl? Zapewne solidna, pokryta stalową powłoką maszyna, przewyższająca pod względem wytrzymałości i trwałości organiczne żywe istoty. Niestety, właśnie ta jej cecha grozi zasypianiem naszej planety niemal niezniszczalnymi odpadami elektronicznymi. A gdyby nasze coraz bardziej rozpowszechnione maszyny projektować tak, aby ulegały rozkładowi i znikaly – tak jak życie?

W artykule opublikowanym ostatnio w „Science Advances” naukowcy opisali ramię robota i joystick do jego sterowania wykonane z żelatyny wieprzowej i celulozy – dostatecznie wytrzymałe, by mogły być funkcjonalne, lecz zarazem tak delikatne, by uległy rozkładowi w przydomowym kompostowniku. Po przetestowaniu obie przypominające origami struktury rozpadły się w glebie w ciągu kilku tygodni.

Robotyka biodegradowalna często zaliczana jest do kategorii robotyki miękkiej, która czerpie inspirację z elastycznych tworów natury. „Dziedzina ta wywodzi się raczej z materiałoznawstwa i chemii niż z tradycyjnej robotyki, która ma swoje korzenie w mechanice” – mówi Florian Hartmann, materiałoznawca z Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme w Stuttgarcie w Niemczech. Jednak w wielu wczesnych prototypach miękkich robotów nadal wykorzystuje się syntetyczne



polimery, które pozostają w środowisku jako zanieczyszczenia.

Aby skonstruować roboty do nowych badań, Pingdong Wei, materiałoznawca badający naturalne polimery na Uniwersytecie Westlake w Hangzhou, nawiązał współpracę ze swoim przyjacielem Zhuang Zhangiem, inżynierem robotyki, obecnie pracującym na Uniwersytecie Fudan w Szanghaju. Zhang wspomina, że Wei od dawna interesował się robotyką i chciał sam stworzyć robota. „Wtedy pomyślałem sobie – dlaczego do jego zbudowania nie wykorzystać materiałów, którymi Wei się zajmuje?”

Zaczęli od arkuszy celulozy pozyskanej z bawełnianej pulpy, następnie dodali do nich glicerol dla zwiększenia elastyczności i je

wysuszyli. „Celuloza jest również tania i łatwa w obróbkę” – mówi Wei. Do budowy czujników naukowcy wykorzystali przewodzącą żelatynę pozyskaną z wieprzowiny, w której przepływ jonów zmienia się pod wpływem jej odkształcania. Następnie złożyli żelatynowe folie i czujniki w trójwymiarowe struktury.

Wei i Zhang stwierdzili, że kontroler i ramię robota wytrzymały zarówno intensywne użytkowanie, jak i tydzień bezczynności. Na koniec zakopali je w głębokim na 20 cm dołku w pobliżu kampusu. W ciągu ośmiu tygodni maszyny prawie całkowicie zniknęły.

„Sposób, w jaki naukowcom udało się skonstruować coś tak solidnego, a jednocześnie nietrwałego, budzi podziw” – mówi robotyczka Ellen Rumley, również z Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme. Ani Rumley, ani Hartmann nie brali udziału w tych badaniach.

Wei i Zhang wyobrażają sobie tego rodzaju roboty, które zajmują się szkodliwymi odpadami, a następnie same ulegają degradacji; proponują również roboty, które wspomagają operacje chirurgiczne, by potem bezpiecznie rozłożyć się w organizmie. Należy wszakże mieć na uwadze, że technika ta wciąż jest w bardzo wczesnym stadium rozwoju.

„Jeśli naprawdę chcemy mieć zrównoważonego robota, który będzie mógł działać bez szkody dla środowiska przyrodniczego – mówi Hartmann – musimy również pomyśleć o elektronice, źródłach zasilania, a nawet bateriach, aby one również były biodegradowalne”.

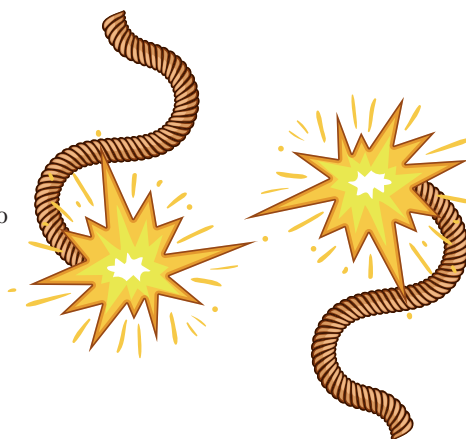
Saugat Bolakhe

ZAGADKA MATEMATYCZNA

Dwa lonty

Emma R. Hasson

DYSPONUJEMY dwoma odcinkami lontu i zapalkami. Spalanie się każdego lontu trwa dokładnie godzinę, ale nie jest równomierne, tzn. niektóre fragmenty palą się wolniej niż inne. W jaki sposób, korzystając z palących się lontów, można odmierzyć kwadrans?



Rozwiązanie na stronie 76

Ciało prolamellarne, czyli o pożytkach z piękna (geometrii przestrzennej)

Wiele i wielu z nas słyszało o matematyce zakłętej w świecie przyrody. Podziwiamy kwiatostan słonecznika, w którym kolejne rzędy ziarenek układają się w charakterystyczną spiralę Fibonacciego, oglądamy mikroskopową strukturę diamentu... Fascynująca geometria to nie tylko wartość estetyczna, ale przede wszystkim już poznana lub pozostająca do odkrycia dodatkowa funkcjonalność. Spektakularnym przykładem przydatności takiej nanostruktury jest błona sześcienna – powtarzająca się przestrzennie struktura występująca w komórkach wszystkich grup organizmów z jądrem komórkowym.

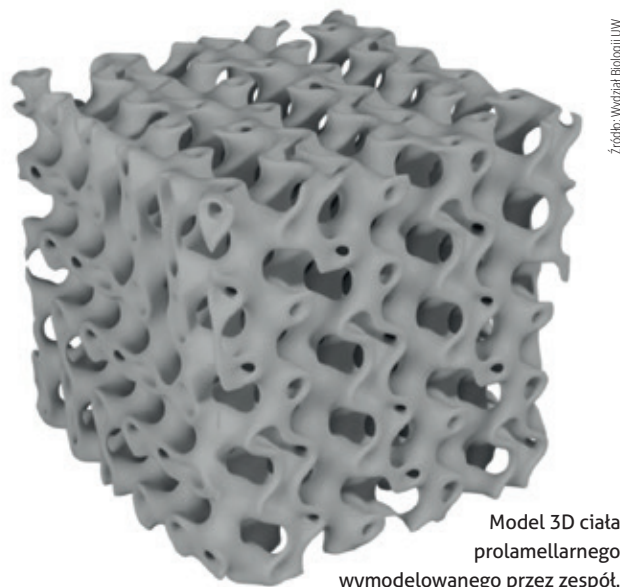
Gdzie odnaleźć dobry model błony sześciennnej?

Sześcienna błona biologiczna to błona o najbardziej skomplikowanej strukturze. Zaobserwowano je w wielu trudno dostępnych tkankach, np. w siatkówce wiewiórecznika – małego ssaka, który wbrew swojej nazwie nie jest kuzynem wiewiórki, a bliżej mu do naczelnych. Naukowcy potrzebują jednak bardziej dostępnego źródła błon sześciennych, z którego mogliby pobierać duże próbki do badań i szukać odpowiedzi na wiele otwartych wciąż pytań. Badacze z Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego pod kierunkiem dr hab. Łucji Kowalewskiej skupili się na ciałach prolamellarnych – uporządkowanych, regularnych sieciach trójwymiarowych, błoniastych rurek, występujących we wczesnych stadiach rozwoju rośliny, gdy nie ma ona jeszcze kontaktu ze światłem.

– Ciała prolamellarne są łatwo dostępne i można zgromadzić dużą ich biomasę, bo rozwijają się w uprawianych w ciemności siewkach wszystkich roślin okrytonasiennych. Dlatego ciała prolamellarne stanowią taki dobry model do badania błon sześciennych nie tylko pod kątem strukturalnym, ale też biochemicznym, gdzie wymagana jest stosunkowo duża ilość próbki, żeby móc przeprowadzić oznaczenia np. zawartości poszczególnych składników – tłumaczy badaczka.

Jak to powstaje?

Nauka ma przed sobą tysiące pytań otwartych, często bardzo podstawowych. Jednym z nich jest roszczyfrowanie ścieżek strukturalnych tworzenia się ciał prolamellarnych. Wiadomo, że struktury typu błon sześciennych powstają w szczególnych okolicznościach, np. stresu, głodu, zmiany odczynu pH czy oświetlenia, ale nie wiadomo jak! Właśnie tym podstawowym zagadnieniem zajmuje się zespół prof. Łucji Kowalewskiej.



Źródło: Wydział Biologii UW

Model 3D ciała prolamellarnego wymodelowanego przez zespół.

Do tej pory ograniczenia obrazowania biologicznego w nanoskali nie pozwalały na odtworzenie etapów powstawania ciał prolamellarnych. Nadzieję na lepsze poznanie tego procesu daje nie tylko obecny postęp w technikach analizy dostępnych danych obrazowych, ale, a być może przede wszystkim, podejście interdyscyplinarne. Ponieważ ani mikroskopia elektronowa, ani tomografia elektronowa nie dają idealnych rezultatów, na pomoc biologii przybywa matematyka, ta całkiem teoretyczna (topologia i geometria różniczkowa), jak i ta stosowana, pozwalająca stworzyć oprogramowanie komputerowe do odtworzenia tego mechanizmu, krok po kroku.

Zespół biologów z UW współpracuje z matematykami z Poczdamu i Perth, którzy za pomocą modelowania matematycznego opisują wzorami strukturę przestrzenną i jej potencjalne zmiany w czasie. Obliczenia pozwalają na dokładne oszacowanie wewnętrznej i zewnętrznej objętości ciała prolamellarnego, jak również jego powierzchni. A to bardzo ważne informacje z punktu widzenia wykorzystania tych badań podstawowych.

Przemysł, farmacja, produkcja żywności...

Matematyczne piękno struktury ciała prolamellarnego może mieć bardzo konkretne zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Dogłębne poznanie procesów jego powstawania pozwoli na odtworzenie go i wykorzystanie np. w produkcji leków o wydłużonym czasie uwalniania lub w dostarczaniu chemioterapeutyków. Kluczem do sukcesu byłoby zamknięcie cząsteczek leku w „kapsule”, z której poprzez błonę o odpowiednio zaprojektowanej strukturze byłoby one uwalnianie po konkretnym czasie. Przemysł żywnościowy też skorzystałby na bardziej optymalnym „zakonserwowaniu” zapachu i smaku – np. zimnej czekolady, która nie smakuje tak samo dobrze jak ciepła.

Artykuł ten jest częścią cyklu poświęconego wynikom badań realizowanych przez naukowców Uniwersytetu Warszawskiego.

